

**Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi,
Fethiye A.S.M.K. Meslek Yüksekokulu**



YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Dersin Kodu: CEK 2510

Dönem: IV

Öğretim Elemanı: Öğr. Gör. Dr. Yasin İLEMİN



DERS İÇERİĞİ

- Enerji
- Enerji Nedir?
- Yenilenebilir Enerji
- Rüzgar (RES)
- Hidrolik
- Güneş
- Biyokütle
- Jeotermal
- Yeni Teknolojiler
- Ülkemizde Mevzuat ve Sorumlu Bakanlık ve Müdürlük



DERS DEĞERLENDİRMESİ

- VİZE notunun: % 40
- FİNAL notunun : % 60



ENERJİ

- Fizikte, **enerji** doğrudan doğruya gözlemlenemeyen fakat kendi konumundan hesaplanabilen fiziksel sistemin geniş, korunmuş bir özelliğidir.
- Enerji, bir sistemin iş yapma kapasitesidir. Fizikte iş, kuvvetin yer değişim yönündeki bileşeninin etkisinin yer değiştirmeye çarpımı olarak tanımlanır ve enerji, iş ile aynı birimle ölçülür.

ENERJİ

Yıldırım, enerji aktarımının oldukça görülebilir bir biçimidir.



ENERJİ

Enerjinin 3 temel formülü vardır

- $E=Fd$

1 Joule enerjisi olan bir madde, 1 metreyi 1 Newton ile gidebilir.

- $E=mc^2$

1 kg kütlesi olan bir maddenin ışık hızının karesinin sayısal değeri kadar (Joule) enerjisi vardır.

- $E=Pt$

1 Joule enerjisi olan bir madde, 1 saniye boyunca, 1 Watt'lık güç uygulayabilir.



ENERJİ

- Joule ve Kalori

Kalori (simgesi *cal*), atmosfer basıncında 1 gram suyun sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli olan enerji miktarıdır.

1 kalori yaklaşık 4,184 joule'e eşittir. 4 kibrit çöpü yakıldığında 1 kalorilik enerji açığa çıkar.

100 KALORİ

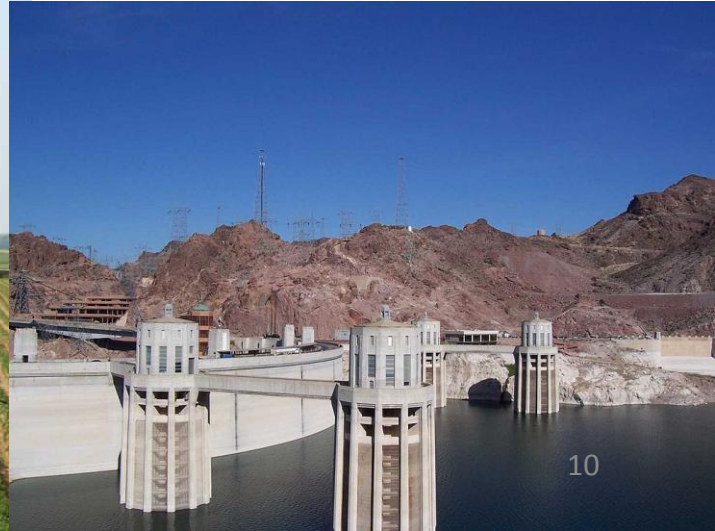
 4 Adet Kayısı	 3 Kaşık Yoğurt	 1,5 Dilim Ekmek	 7 Adet Cips
 100 gr Tavuk Göğüsü	 1 Adet Muz	 3 Adet Domates	 1,5 Adet Yumurta
 7-8 Dilim Kızarmış Patates	 10 Adet Badem	 1/3 Adet Simit	 200 gr Taze Fasulye

AdiSoru.com

YENİLENEBİLİR ENERJİ

- **Yenilenebilir enerji (kaynakları)**, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Bu kaynaklar güneş ışığı, rüzgâr, akan su ([hidrogüç](#))?, biyolojik süreçler ve jeotermal? olarak sıralanabilir.

YENİLENEBİLİR ENERJİ



YENİLENEBİLİR ENERJİ

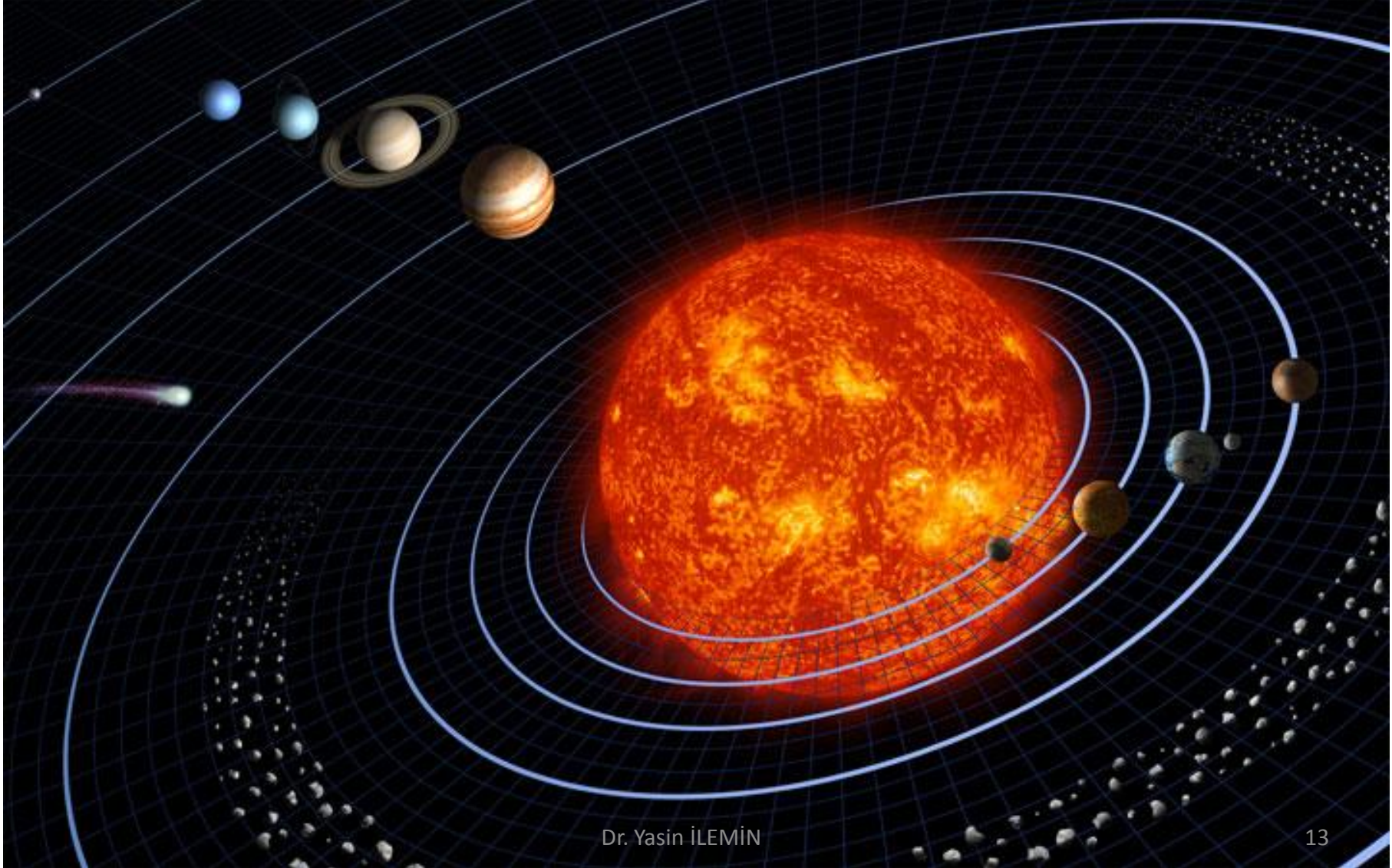
- **En genel olarak, *yenilenebilir enerji kaynağı*;** enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ

- Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji bu enerjiyi tüketir, fakat tüketilen enerji toplam güneş enerjisinin yanında çok küçük kalır.
- **En genel yenilenebilir enerji şekli güneşten gelendir.** Bazı formlar güneş enerjisini ve rüzgâr gücünü depolar.

Güneşin Enerjisi Tükenebilir mi?

Güneşteki Enerjinin Kaynağı?



Güneşteki Enerjinin Kaynağı?

- Güneş yarıçapı 700.000 km (dünya yarıçapının yaklaşık 109 katı), kütlesi 2×10^{30} kg (dünya kütlesinin yaklaşık 330.000 katı) olan bir yıldızdır.
- Güneş kendi eksenini çevresinde dönmektedir. Bu dönüş, güneş ekvator bölgesinde 24 günde, kutup bölgelerinde de 30 günde olmaktadır.
- Güneşin merkezinde, temelde hidrojen çekirdeklerinin kaynaşmasıyla füzyon reaksiyonu meydana gelir. Güneşin merkezinde ve yaklaşık 15-16 milyon derecedir. Güneşin yaklaşık % 90'ı hidrojendir.

Güneşteki Enerjinin Kaynağı? (Hidrojen Yakıtı)

- Güneşin korunda hidrojen çekirdekleri füzyon yaparak helyum çekirdekleri oluşmakta ve bu tepkimeler sonucu büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır.
- Güneşin toplam ışınması 3.8×10^{26} J/saniye olduğundan, güneşte bir saniyede yaklaşık 600 milyon ton proton, yani hidrojen tüketilmektedir.

Güneşin Enerjisi Tükenebilir mi?

Güneşteki Enerjinin Kaynağı?

- **Güneşin de enerjisi birgün tükenecektir.**

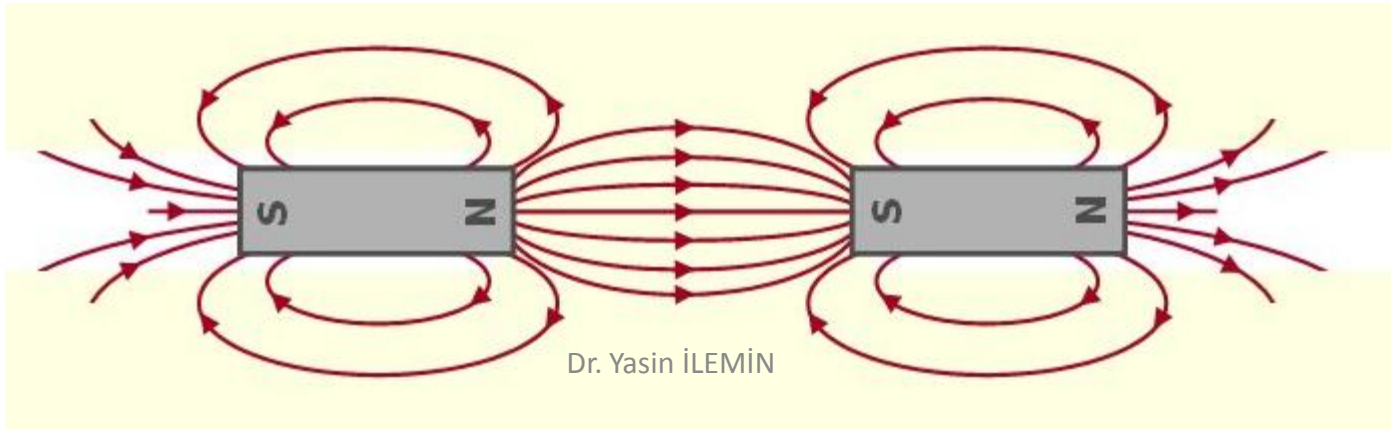
Orta büyüklükte bir yıldız olan güneş yaklaşık 4 milyar yıl sonra ömrünü tamamlayacaktır. Şuanda ömrünün ortasındadır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

- ✓ Rüzgar (RES)
- ✓ Hidrolik (HES)
 - ✓ Güneş
 - ✓ Biyokütle
 - ✓ Jeotermal
- ✓ Yeni Teknolojiler

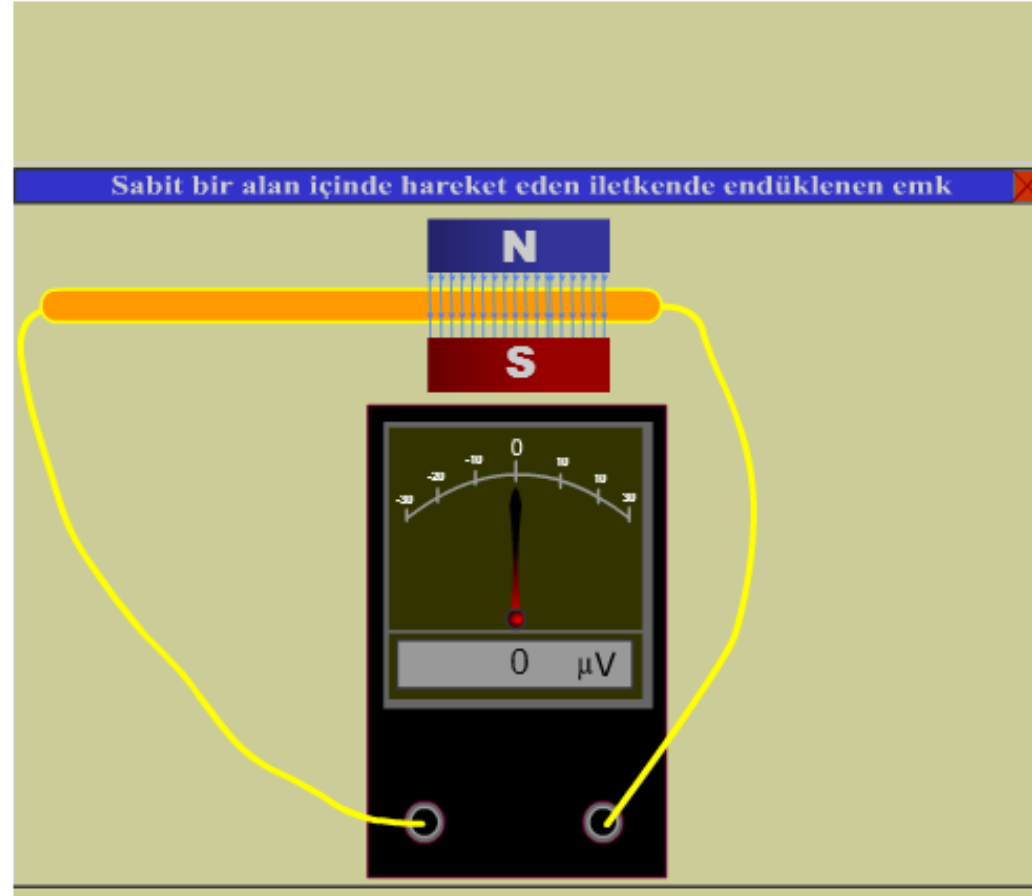
ELEKTRİK NASIL OLUŞUR?

- Tüm maddeler atomlardan meydana gelmiştir. Atomlarının çekirdeklerinin etrafında bulunan elektronlar kopartılarak iletken üzerinde hareket etmesi sağlanır.
- İşte bu elektron hareketinin ters yönünde elektrik akımı oluşur. İşte elektriği oluşturmak için tüm yapmamız gereken budur.



ELEKTRİK NASIL OLUŞUR?

- Bildiğimiz gibi mıknatıslar N kutbundan S kutbuna doğru manyetik alan çizgileri oluşturur. İşte bu çizgileri iletkeninden elektron koparmak için kullanacağız.
- N kutbundan S kutbuna doğru oluşan manyetik alan çizgilerinin arasına bir iletken koyalım ve bu iletkeni elimizle hareket ettirelim.
- Manyetik alan çizgileri sayesinde iletkeninden kopan elektronlar, iletken üzerinde hareket eder.
- Bu hareketin tersi yönünde oluşan akımı ise bir ölçü aleti yardımıyla rahatlıkla ölçebilirsiniz.

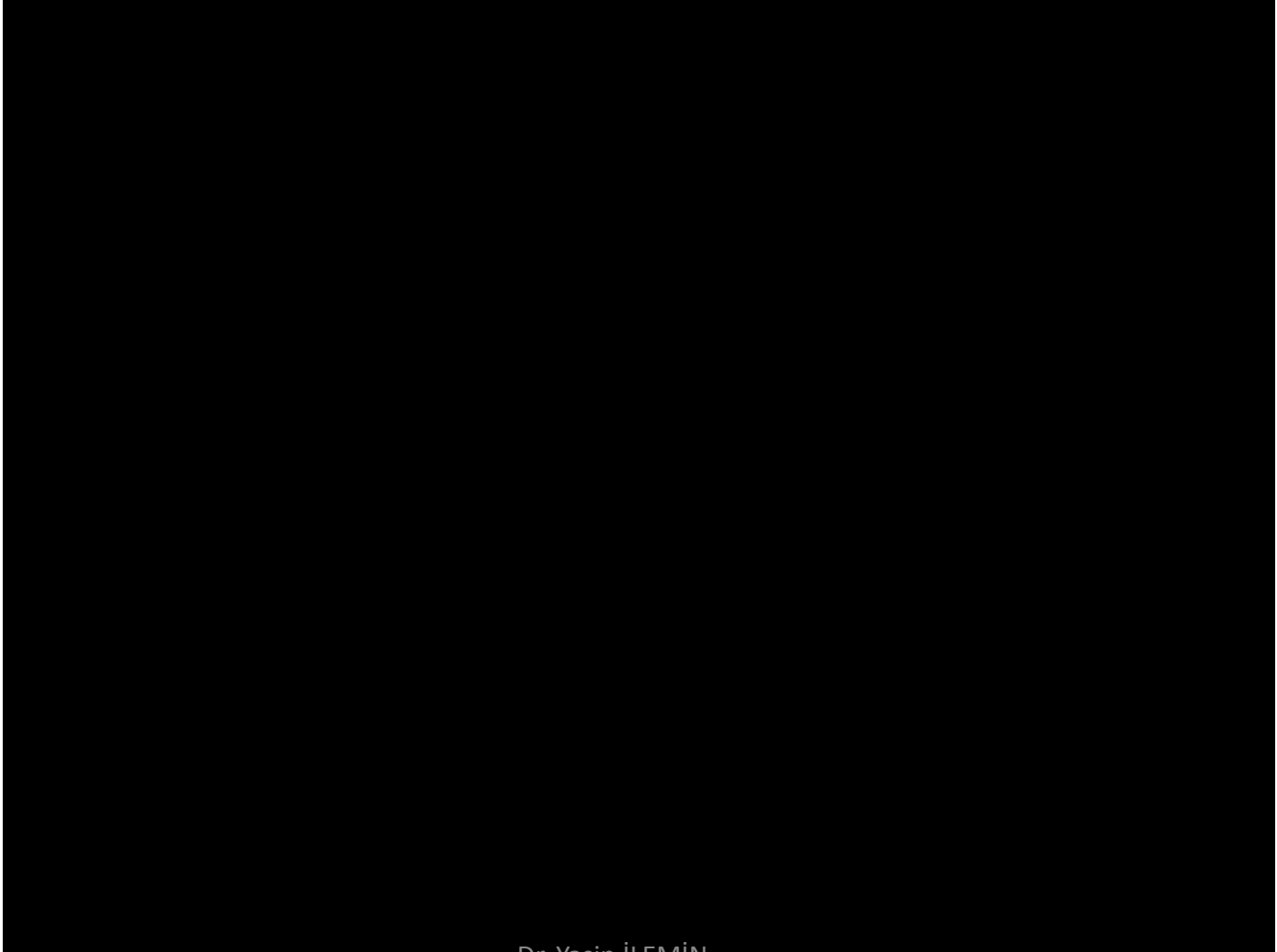


RÜZGAR ENERJİSİ



RÜZGAR ENERJİSİ

Jeneratör ve Motor nasıl çalışır?



RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar Enerjisi Nedir?

- ✓ Rüzgar enerjisi; doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olup kaynağı güneştir.
- ✓ Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin %1-2 gibi küçük bir miktarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir
- ✓ Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi homojen ısıtmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşur.
- ✓ Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınır ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir.
- ✓ Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgar adı verilmektedir.

RÜZGAR ENERJİSİ

- Rüzgar enerjisi nedir?

Diğer bir ifadeyle rüzgar;

- ✓ Birbirine komşu bulunan iki basınç bölgesi arasındaki basınç farklarından dolayı meydana gelen ve yüksek basınç merkezinden alçak basınç merkezine doğru hareket eden hava akımıdır.
- ✓ Rüzgarlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına akarken; dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgar önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topografik yapısı gibi nedenlerden dolayı şekillenir.
- ✓ Rüzgarın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir.
- ✓ Rüzgar hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir.
- ✓ Rüzgar hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir.

RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi uygulamalarının ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve değişken enerji üretimi gibi dezavantajları yanında üstünlükleri genel olarak şöyle sıralanabilir;

1. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur.
2. Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur.
3. Kaynağı güvenilirdir, tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur.
4. Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
5. Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.
6. İstihdam yaratır.
7. Hammaddesi tamamıyla yerlidir, dışa bağımlılık yaratmaz.
8. Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir.
9. İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleşebilir.

DEZAVANTAJ?

RÜZGAR ENERJİSİ

- Dezavantajları



Çevresel Etki Değerlendirmesi

Dr. Yasın İLEMİN

RÜZGAR ENERJİSİ:

Rüzgar Türbin Teknolojisi

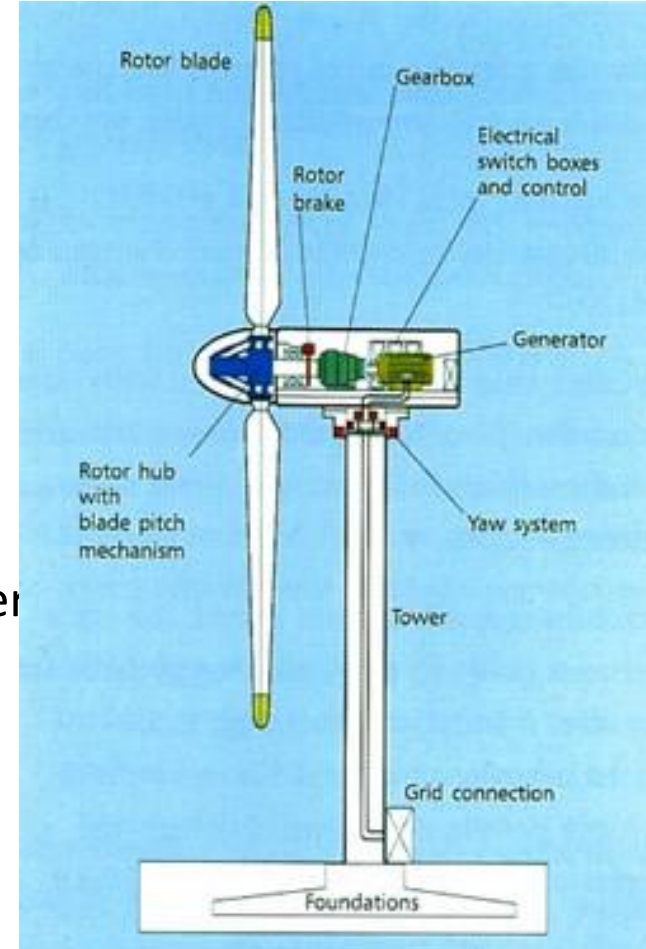
- ✓ Rüzgar türbinleri, rüzgar enerji santrallerinin ana yapı elemanı olup hareket halindeki havanın kinetik enerjisini öncelikle mekanik enerjiye ve sonrasında elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir.
- ✓ Yatay eksenli rüzgar türbinleri, dönme eksenleri rüzgar yönüne paralel ve kanatları ise rüzgar yönüne dik vaziyette çalışırlar.
- ✓ Bu tip rüzgar türbinleri bir, iki, üç veya çok kanatlı yapılmaktadır.
- ✓ Elektrik üretim amaçlı şebeke bağlantılı modern rüzgar türbinleri çoğunlukla 3 kanatlı, yatay eksenli rüzgar türbinleridir.



RÜZGAR ENERJİSİ:

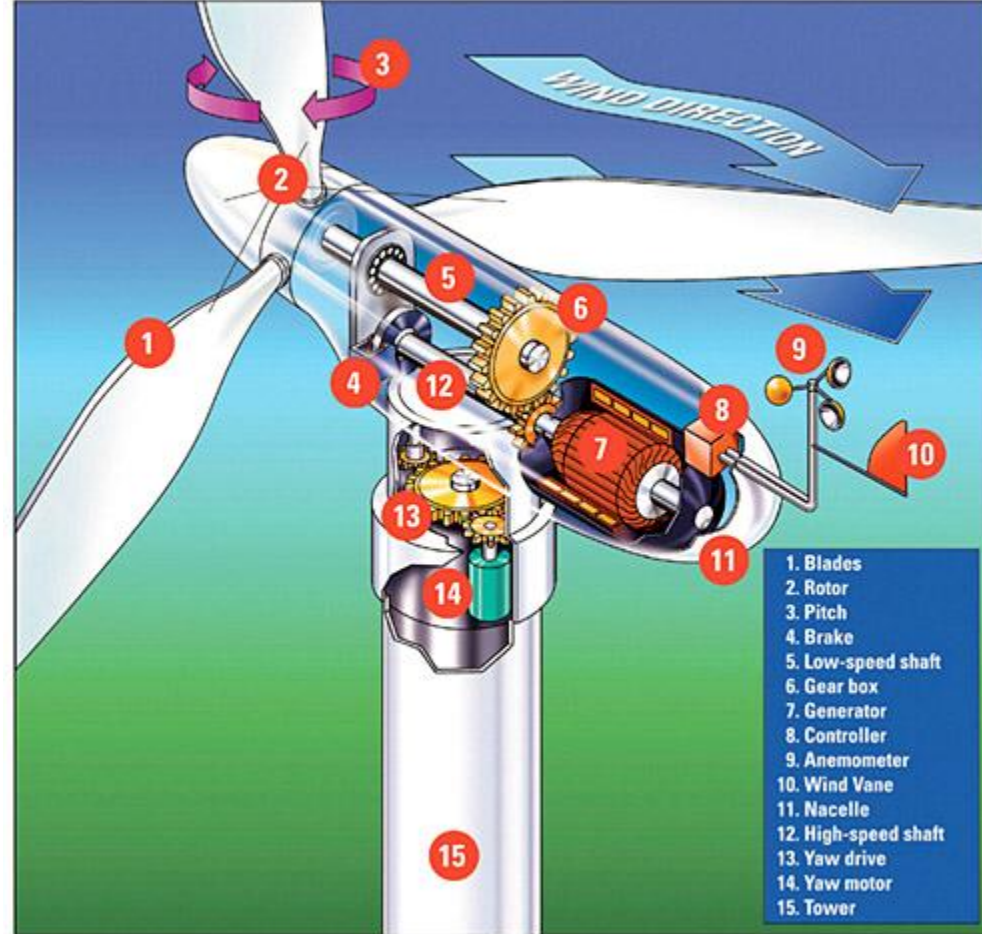
Rüzgar Türbin Teknolojisi

- ✓ Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak 1,0-6,0 MW gücünde yatay eksenli rüzgar türbinleri kullanılmaktadır.
- ✓ Çevredeki engellerin rüzgar hız profilini değiştirmeyeceği yükseklikteki bir kule üzerine yerleştirilmiş gövde ve rotordan oluşur.
- ✓ Kanatlar ve göbek rotor olarak adlandırılır.
- ✓ Kanatlar polyester ile kuvvetlendirilmiş fiberglass veya epoxy ile güçlendirilmiş fiber karbondan yapılmakta ve çelik omurga ile desteklenmektedir.
- ✓ Modern rüzgar türbinlerinin rotor göbekleri (hub) yer seviyesinden 60-100 m yükseklikte bir kule üzerinde bulunur. Enerji miktarı birinci dereceden türbin hub yüksekliğindeki rüzgar hızına bağlı olmaktadır.
- ✓ Hub yüksekliğinin artırılması, mevcut rüzgar gücünden maksimum düzeyde yararlanılmasını sağlayacaktır.



RÜZGAR ENERJİSİ: Rüzgar Türbin Teknolojisi

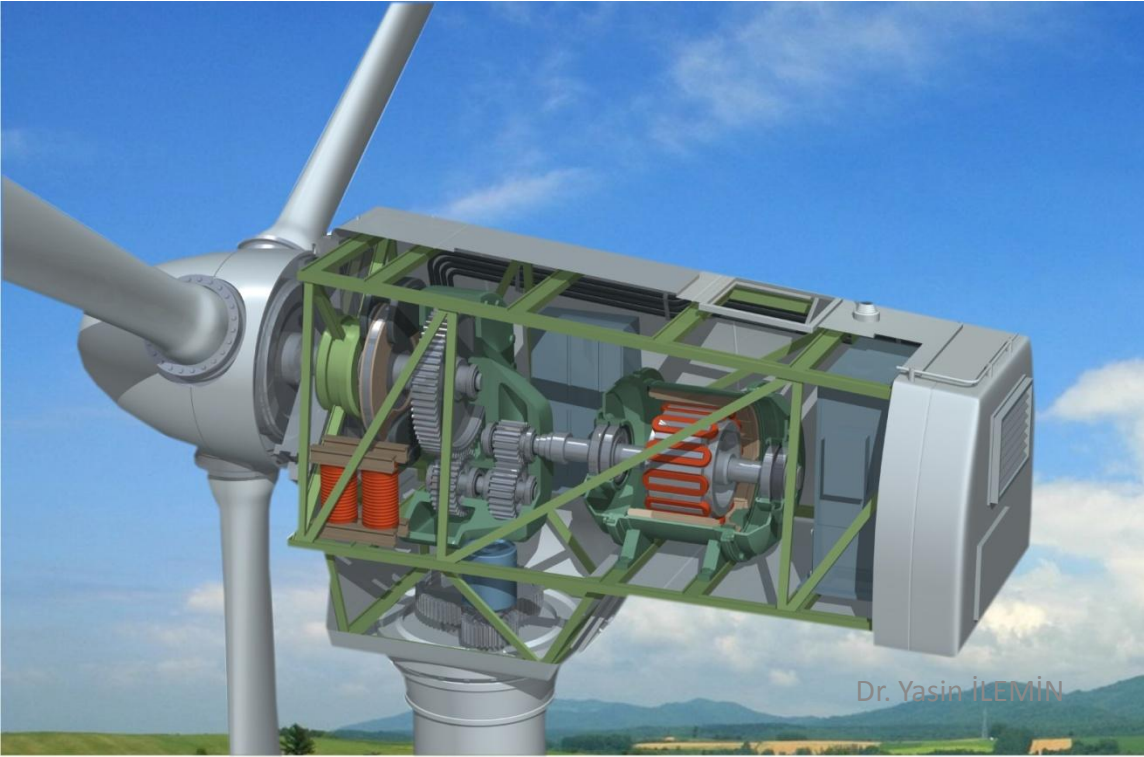
- ✓ Gürültü kirliliğini önlemek için gövde ses izolasyonludur.
- ✓ Kuleler kafes veya boru biçiminde yapılmaktadır.
- ✓ Kule yükseklikleri fazla olabildiğinden kafes kulelerin dışındaki konstrüksiyonlar iki yada üç parçalı olabilmektedir.
- ✓ Kafes kuleler görüntü kirliliği ve bakım zorluğu nedeniyle hemen hemen terk edilmiştir.
- ✓ Maliyeti fazla olmakla beraber günümüzde yaygın olarak açık gri renge boyanmış silindirik konik kesitli kuleler kullanılmaktadır.



RÜZGAR ENERJİSİ: Rüzgar Türbin Teknolojisi

✓ Rotor düşük devirli bir ana mile bağlıdır. Rüzgarın kinetik enerjisi rotor tarafından mekanik enerjiye çevrilir ve düşük devirli ana milin dönüş hareketi gövde içersindeki iletim sistemine (dişli kutusu vb.), oradan generatöre aktarılır.

- ✓ İletim sistemi, generatör ve yardımcı üniteler gövde içersinde yer alır.
- ✓ Bir rüzgar türbininde tanıtılan elemanlar dışında; frenleme düzenleri, kontrol-kumanda sistemleri, yönlendirme motoru ve mekanizması, anemometre ve rüzgar gülü gibi ölçüm cihazları bulunur.



Rüzgar Türbinleri ile İlgili Parametreler ve Güç İfadesi

- ✓ Atmosferde serbest olarak yer değiştiren hava, belli bir kütle ve rüzgar formunda hareket halinde olması nedeniyle bir kinetik enerjiye sahiptir.
- ✓ Kinetik enerji ve momentumun korunumu ilkelerinden yola çıkarak atmosferde serbest olarak hareket eden rüzgarın P_0 teorik gücünün; ρ hava yoğunluğu (kg/m^3), A rüzgarın ilerleme yönüne dik kesit alanı (m^2) ve V rüzgar hızı (m/sn) olmak üzere matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$P_{\text{hava}} = 0,5 \rho V^3 A \quad [W]$$

Rüzgar Türbinleri ile İlgili Parametreler ve Güç İfadesi

- ✓ Rüzgarın teorik gücü esas olarak rüzgar hızının küpüyle orantılıdır.
- ✓ Bu nedenle, rüzgar hızının fazla olduğu yerlere rüzgar enerji santralleri kurmak ekonomik olmakta ve bu tür rüzgar kaynak alanlarında daha çok enerji üretilebilmektedir.
- ✓ P_0 teorik rüzgar gücünün rüzgar türbini tarafından elektrik enerjisine dönüştürülebilene kısmı ise;

$$P = 0,5 C_p \rho A V^3 N_G N_D N_C \quad [W]$$

Rüzgar Türbinleri ile İlgili Parametreler ve Güç İfadesi

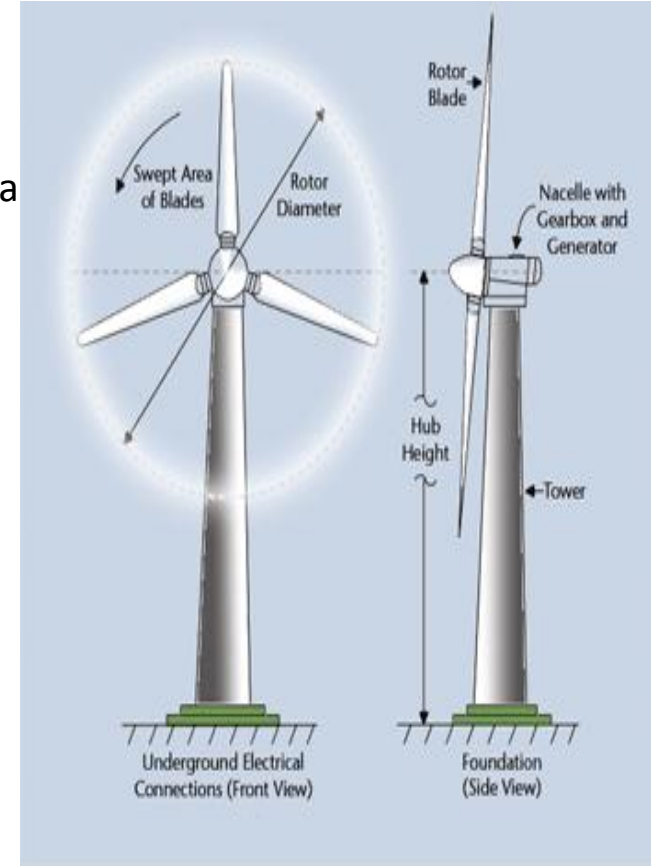
Burada;

$$P = 0,5 C_p \rho A V^3 N_G N_D N_c \quad [W]$$

- ✓ Cp güç faktör
- ✓ A rotor dönüşü sırasında tarama alanı (m²),
- ✓ NG jeneratör verimi,
- ✓ ND dişli kutusu verimi ve
- ✓ Nc ise kuplaj verimidir.
- ✓ Cp güç faktörü, elde edilen shaft gücünün rüzgar türbinine gelen rüzgar gücüne oranı olarak tanımlanır.
- ✓ Güç faktörü maksimum %59,3 olup bu değere Betz Limiti denilmektedir.
- ✓ Günümüz teknolojisi kullanılarak iyi tasarlanmış ideal bir rüzgar türbini için Cp değeri % 40 civarındadır.
- ✓ Cp güç faktörü, kanatların dönüş hızı (U) ile kanatlara çarpan rüzgar hızı (V) oranının bir fonksiyonudur Cp=f(U/V).
- ✓ Bu (U / V) oranı aynı zamanda “Tip-Speed Ratio – Kanat Ucu Çevresel Hız Oranı ?” olarak bilinir.
- ✓ Bu ifadeden de anlaşılabilineceği gibi prensip olarak, eğer elde edilen gücün sürekli olarak maksimum seviyede olması isteniyorsa, rotor dönüş hızının, herhangi bir şekilde, anlık rüzgar hızlarına göre değiştirilerek kanat ucu çevresel hız oranının maksimum Cp değerini verebilecek bir optimumda tutulması gerekmektedir. Geliştirilmiş rüzgar türbinlerinde bu düzenleme otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Rüzgar Türbinleri ile İlgili Parametreler ve Güç İfadesi

- Rüzgar türbinleri, elektrik enerjisi üretimine ancak belirli bir rüzgar hızında başlayabilmektedir.
- “Cut-in” adı verilen bu rüzgar hızının altında sistem tamamen durmaktadır.
- Sistemden elde edilen elektrik enerjisi rüzgar hızının artmasıyla birlikte artmaktadır.
- Her bir rüzgar türbini için belirlenmiş bir rüzgar hızında, sistemden elde edilen güç en büyük değere ulaşır.
- Bu en büyük güce “nominal güç” ve bu rüzgar hızına “nominal hız” adı verilmektedir.
- Rüzgar hızının, nominal hız değerini aşması halinde sistemden elde edilecek güç nominal güç kadar olacaktır.
- Sistemin hasar görmemesi için belirli bir rüzgar hızından sonra rüzgar türbinlerinin stop konumuna geçmesi otomatik olarak sağlanır. Bu maksimum hıza sistemin “Cut-out” hızı adı verilmektedir.
- Diğer bir ifadeyle , bir rüzgar türbini Cut-in ve Cut-out rüzgar hızları arasında enerji üretimini gerçekleştirir. Modern rüzgar türbinlerinin Cut-in hızları 3-4 m/s, nominal hızları 11-15 m/s ve Cut-out hızları ise 25-30 m/s arasındadır.



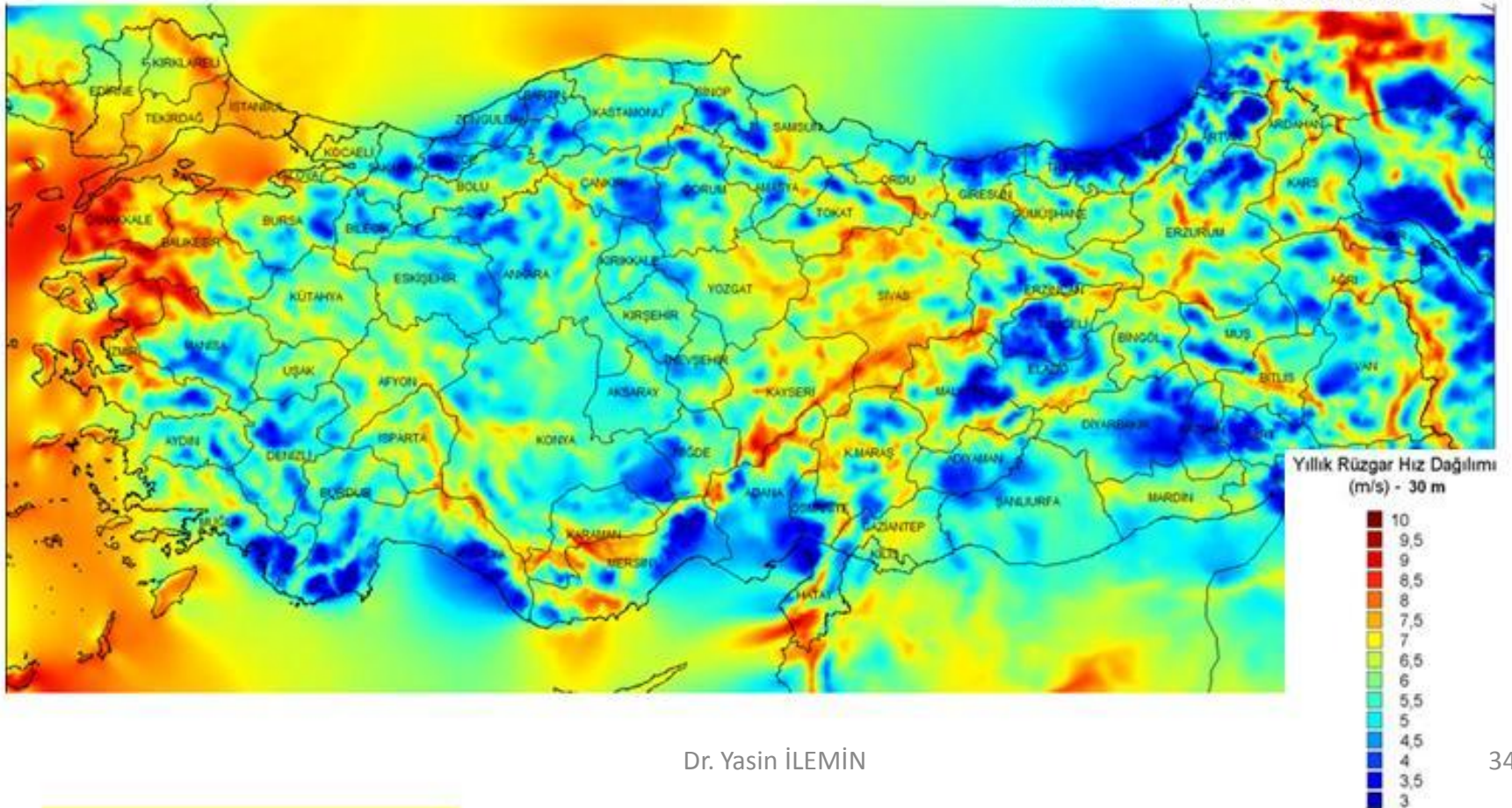
Drawing of the rotor and blades of a wind turbine, courtesy of ESN

ÜLKEMİZİN RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ

TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYEL ATLASI

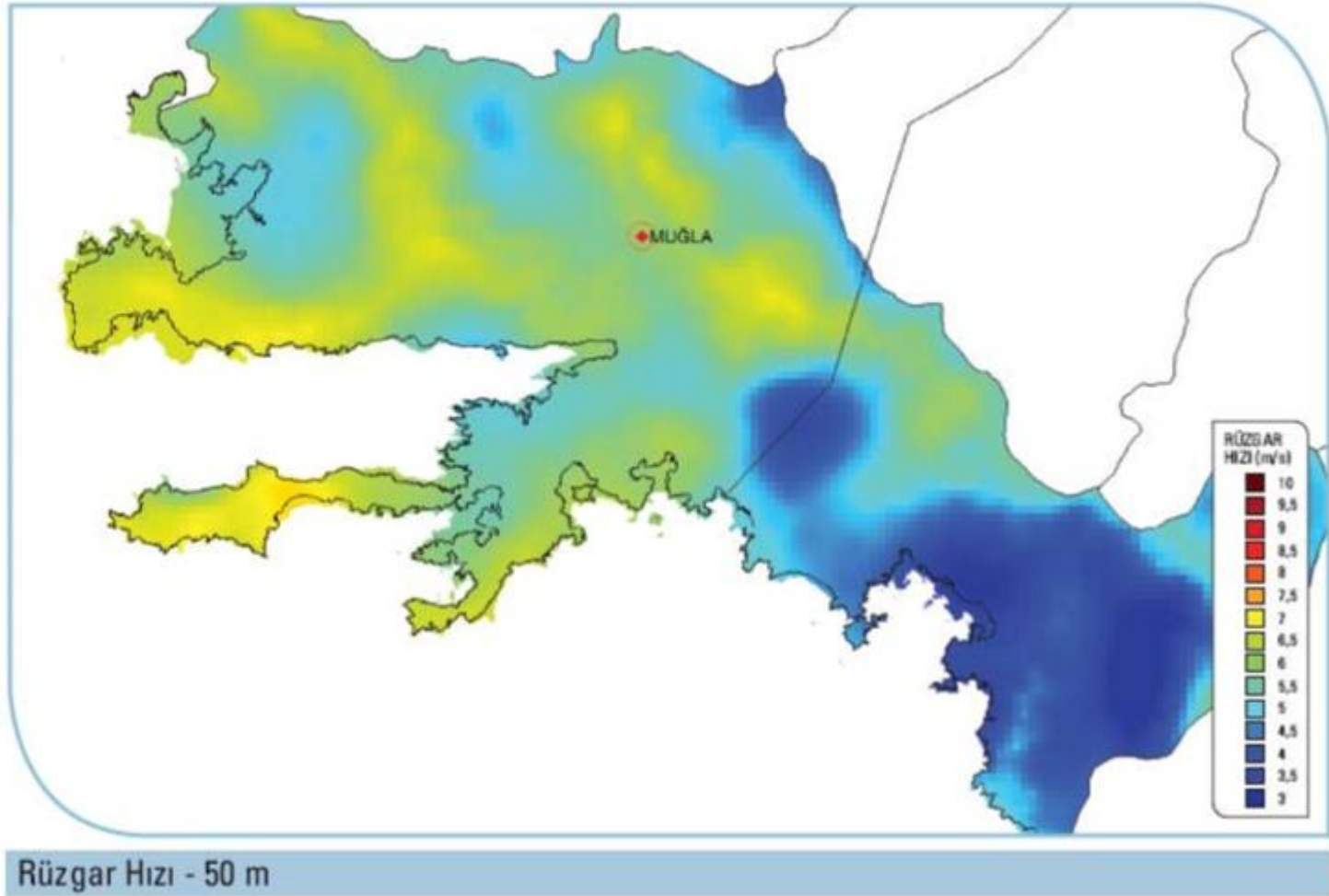
Rüzgar Hızı Haritası

100 m Yükseklikte Yıllık Ortalama



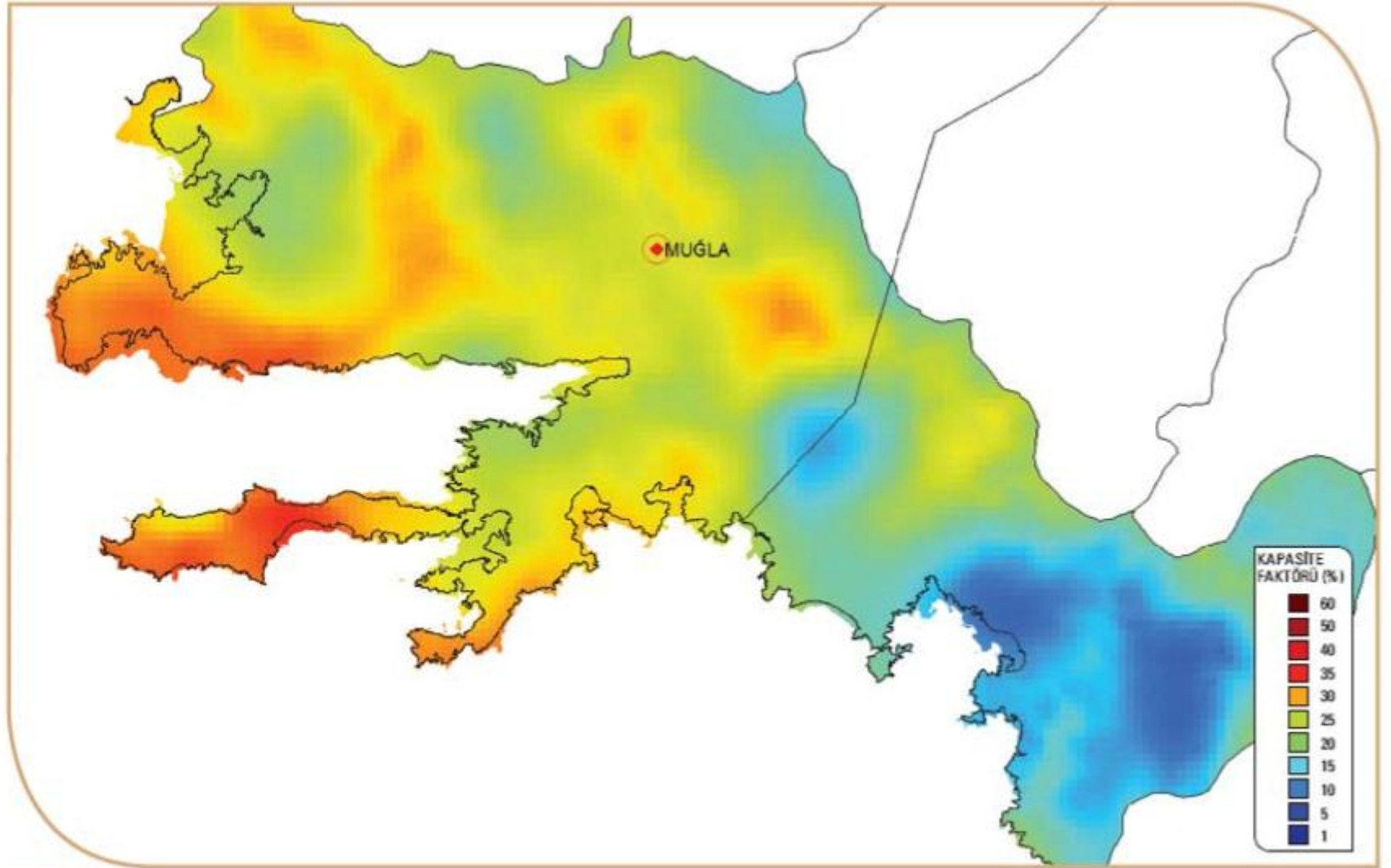
MUĞLA İLİ RÜZGAR KAYNAK BİLGİLERİ

RÜZGAR HIZ DAĞILIMI – 50 metre



Ekonomik RES yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgar hızı gerekmektedir. 35

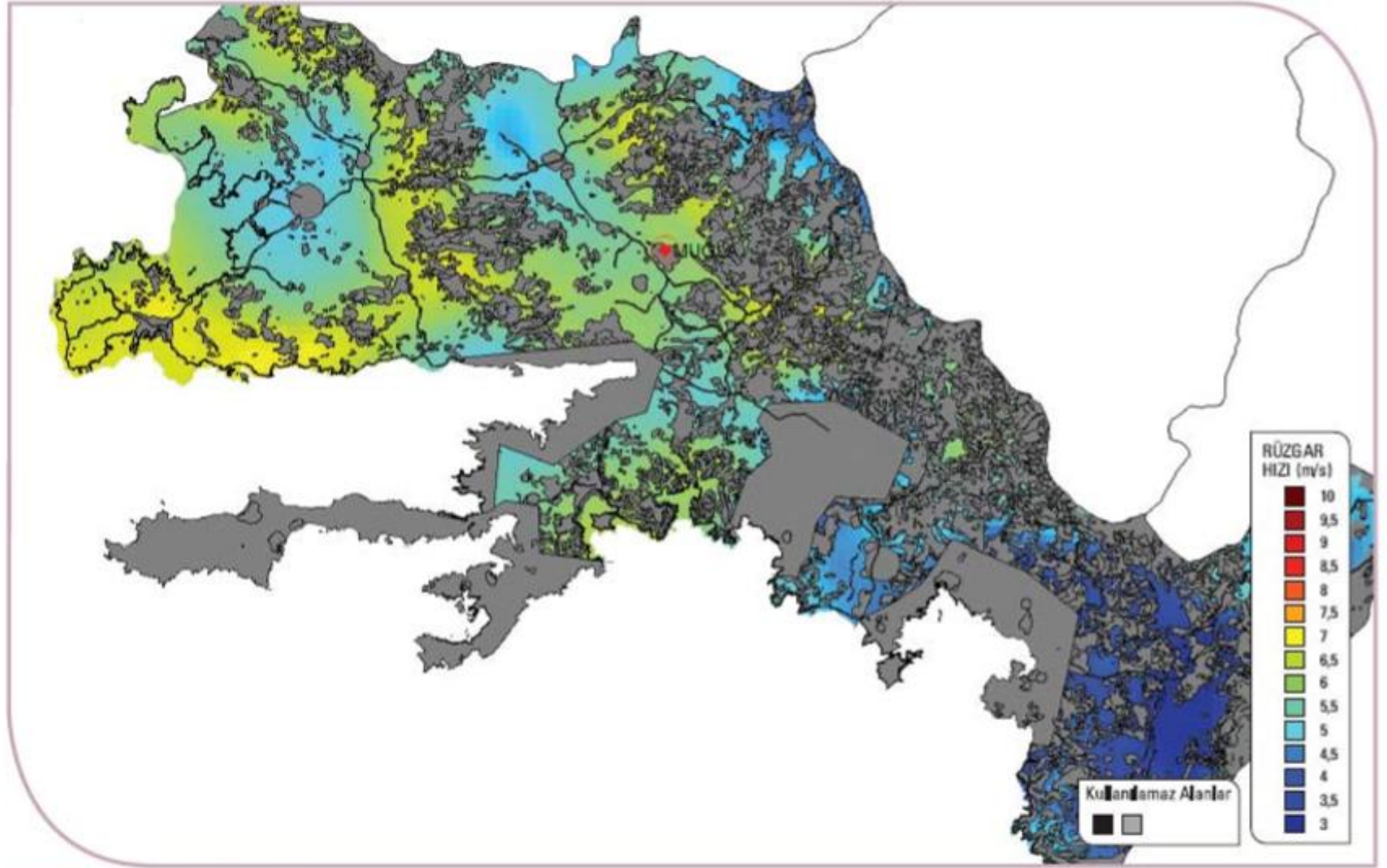
KAPASİTE FAKTÖRÜ DAĞILIMI – 50 metre



Kapasite Faktörü - 50 m

Ekonomik RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir.

RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALİ KURULABİLİR ALANLAR

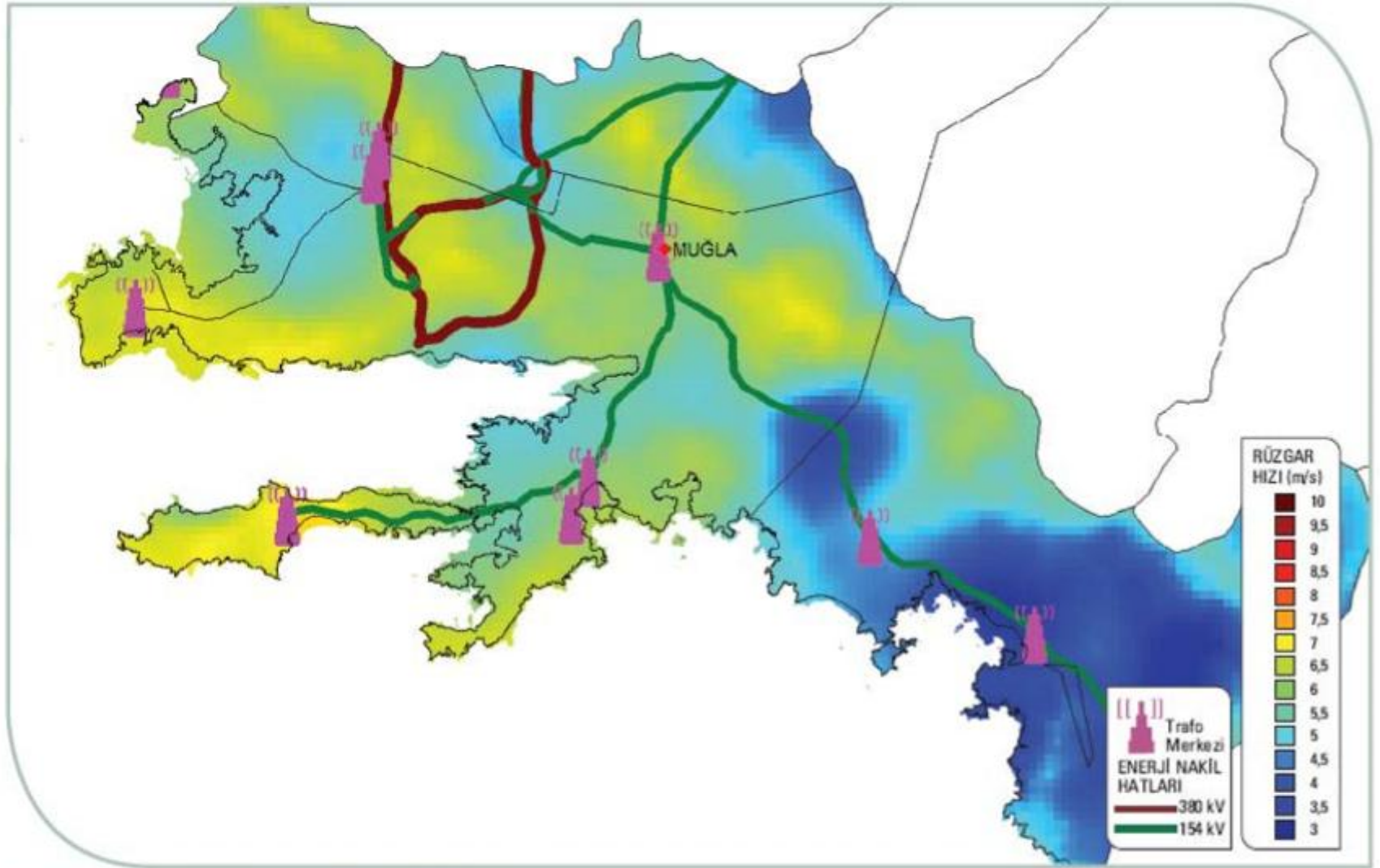


Kullanılmaz Alanlar

GRİ RENKLİ ALANLARA RÜZGAR SANTRALİ KURULAMAYACAĞI KABUL EDİLMİŞTİR.

Dr. Yasin İLEMİN

TRAFO MERKEZLERİ VE ENERJİ NAKİL HATLARI



Enerji Nakil Hatları ve Trafo Merkezleri

MUĞLA İLİNE KURULABİLECEK RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALİ GÜÇ KAPASİTESİ

50 m'de Rüzgar Gücü (W/m²)	50 m'de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km²)	Toplam Kurulu Güç (MW)
300 - 400	6.8 - 7.5	903,87	4.519,36
400 - 500	7.5 - 8.1	130,19	650,96
500 - 600	8.1 - 8.6	0,13	0,64
600 - 800	8.6 - 9.5	0,00	0,00
> 800	> 9.5	0,00	0,00
		1.034,19	5.170,96

**Geçici Kabulü
Yapılarak İşletmeye Alman Lisanslı Rüzgar Santralleri**

Mevkii	Şirket	Kurulu Güç (MW)
İzmir-Çeşme	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	1,50
Çanakkale-İntepe	Anemon Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	30,40
Manisa-Akhisar	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	10,80
Çanakkale-Gelibolu	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	14,90
Manisa-Sayalar	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	34,20
İstanbul-Çatalca	Ertürk Elektrik Üretim A.Ş.	60,00
İzmir-Aliğa	İnnores Elektrik Üretim A.Ş.	57,50
İstanbul-Gaziosmanpaşa	Lodos Elektrik Üretim A.Ş.	24,00
İzmir-Çeşme	Mare Manastır Rüzgar Enerjisi Santrali San. ve Tic. A.Ş.	39,20
İstanbul-Hadımköy	Sunjüt Sun'i Jüt San. ve Tic. A.Ş.	1,20
İstanbul-Silivri	Teperes Elektrik Üretim A.Ş.	0,85
Balıkesir-Bandırma	Yapısan Elektrik Üretim A.Ş.	35,00
Balıkesir-Şamlı	Baki Elektrik Üretim Ltd. Şti.	114,00
Muğla-Datça	Dares Datça Rüzgar Enerji Santrali Sanayi ve Ticaret A.Ş.	29,60
Hatay-Samandağ	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	30,00
Aydın-Didim	Ayen Enerji A.Ş.	31,50
Çanakkale-Ezine	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	20,80

Çanakkale-Ezine	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	20,80
Balıkesir-Susurluk	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	20,70
Osmaniye-Bahçe	Rotor Elektrik Üretim A.Ş.	135,00
İzmir-Bergama	Ütopya Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	30,00
İzmir-Çeşme	Mazi-3 Rüzgar Enerjisi Santrali Elektrik Üretim A.Ş.	30,00
Balıkesir-Bandırma	Akenerji Elektrik Üretim A.Ş.	15,00
Balıkesir-Bandırma	Borasco Enerji ve Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.	57,00
Manisa-Soma	Soma Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	140,10
Hatay-Belen	Belen Elektrik Üretim A.S.	36,00
Tekirdağ-Şarköy	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	28,80
İzmir-Urla	Kores Kocadağ Rüzgar Enerji Santrali Üretim A.Ş.	15,00
Balıkesir-Bandırma	As Makinsan Temiz Enerji Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş.	24,00
Mersin-Mut	Akdeniz Elektrik Üretim A.Ş.	33,00
Edirne-Enez	Boreas Enerji Üretim Sistemleri A.Ş.	15,00
İzmir-Bergama, Aliğa	Bergama RES Enerji Üretim A.Ş.	90,00
Hatay-Belen	Bakras Enerji Elektrik Üretim ve Tic. A.Ş.	15,00
Hatay-Samandağ	Ziyaret RES Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş.	57,50

Manisa-Soma	Bilgin Rüzgar Santrali Enerji Üretim A.Ş.	90,00
Manisa-Kırkağaç	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	25,60
Çanakkale-Ezine	Garet Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş.	22,50
Aydın-Çine	Sabaş Elektrik Üretim A.Ş.	24,00
Çanakkale-Ezine	Enerjisa Enerji Üretim A.Ş.	29,90
Balıkesir-Susurluk	Alentek Enerji A.Ş.	45,00
Balıkesir-Havran	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	16,00
Balıkesir-Bandırma	Galata Wind Enerji Ltd. Şti.	93,00
Manisa-Akhisar	Akhisar Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretimi Santralı Ltd. Şti.	43,75
İzmir-Aliaga	Doruk Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	30,00
Balıkesir-Bandırma	Bandırma Enerji ve Elektrik Üretim A.Ş.	3,00
Çanakkale-Ayvacık	Ayres Ayvacık Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretim Santralı Ltd. Şti.	5,00
Tokat	PEM Enerji Anonim Şirketi	40,00
Aydın-Söke	ABK Enerji Elektrik Üretim A. Ş.	30,00
Kayseri-Yahyalı	Aksu Temiz Enerji Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş.	72,00
Amasya-Merzifon	Baktepe Enerji A.Ş.	32,50
Bilecik-Bozüyük	Can Enerji Entegre Elektrik Üretim A.Ş.	39,00

İzmir-Aliaga	Kardemir Haddecilik San. ve Tic. Ltd. Şti.	12,00
Hatay-Merkez	EOLOS Rüzgar Enerjisi Üretim A.Ş.	26,00
Mersin-Mut	Enerjisa Enerji Üretim A.Ş.	39,00
KAPASİTE TOPLAMI		1995,80

İşletmedeki Yap-İşlet-Devret Rüzgar Santralleri		
Mevkii	Şirket	Kurulu Güç (MW)
İzmir-Çeşme	Ares Alaçatı Rüzgar Enerjisi Sant. San. ve Tic. A.Ş.	7,20
Çanakkale-Bozcaada	Bores Bozcaada Rüzgar Enj. Sant. San. ve Tic. A.Ş.	10,20
KAPASİTE TOPLAMI		17,40

İŞLETMEDEKİ TOPLAM KAPASİTE	2013,20
------------------------------------	----------------

Rüzgar Enerjisi İle İlgili Kurumlar

ENERJİ VE
TABİİ KAYNAKLAR
BAKANLIĞI



Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

YENİLENEBİLİR ENERJİ

ENERJİ VERİMLİLİĞİ

YENİ TEKNOLOJİLER

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Rüzgar Enerjisi İle İlgili Kurumlar

Şu an buradasınız: [Anasayfa](#) \ [Yenilenebilir Enerji](#) \ [Rüzgar](#) \ [Rüzgar Enerjisi İle İlgili Kurumlar](#)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) <http://www.enerji.gov.tr>

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) <http://www.epdk.gov.tr>

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB) <http://www.ruzgarenerjisibirliqi.org.tr>

Rüzgar Enerjisi ve Su santralleri İşadamları Derneği (RESSİAD) <http://www.ressiad.org.tr>

Global Wind Energy Council (GWEC) <http://www.gwec.net>

Europien Wind Energy Association (EWEA) <http://www.ewea.org>

International Energy Agency (IEA) <http://www.iea.org>

Dünya Enerji Konseyi Türk Millî Komitesi (DEKTMK) <http://www.dektmk.org.tr>

Hidrolik (HES)

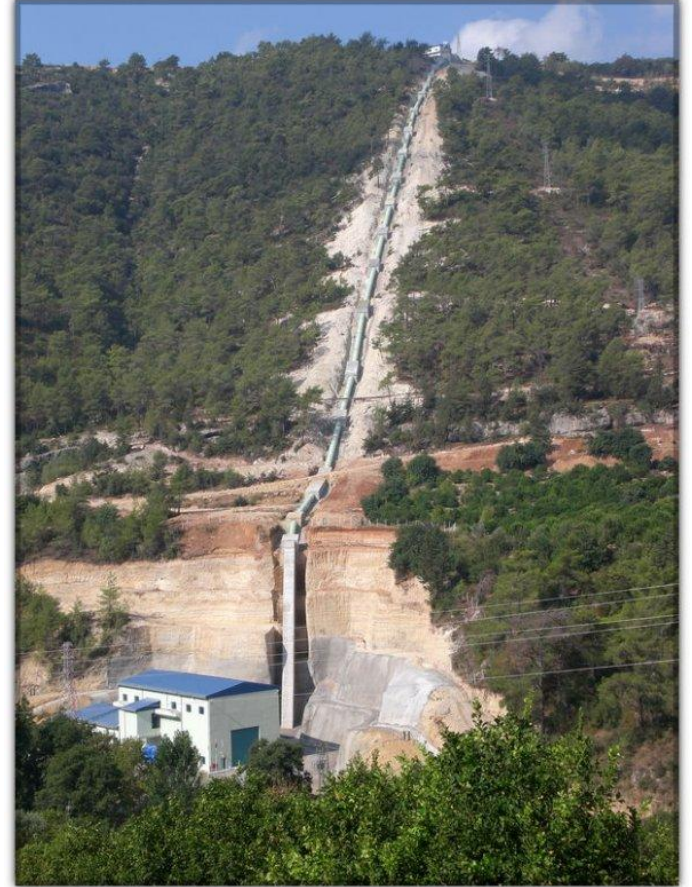


HES

- Hidroelektrik santraller (HES) akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler.
- Akan su içindeki enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı tayin eder. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır.
- Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilir.
- Her iki yolla da kanal yada borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar.
- Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler.

HES

- Hidroelektrik santraller;
 - Yenilenebilir kaynak olan sudan enerji elde etmeleri,
 - Sera gazı emisyonu yaratmaması,
 - İnşaatın yerli imkanlarla yapılabilmesi,
 - Teknik ömrünün uzun olması ve yakıt giderlerinin olmaması,
 - İşletme bakım giderlerinin düşük olması,
 - İstihdam imkanı yaratmaları,
 - Kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırmaları yönünden en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır.



HES

- **1. Hidroelektrik Santral Sınıflaması:**

En genel anlamıyla Hidroelektrik Santrallar Geleneksel Hidroelektrik Santrallar ve Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santrallar olarak sınıflandırılabilir.

Depolama Yapılarına Göre:

- Depolamalı(rezervuarlı) HES'ler
- Nehir Tipi(regülatör) HES'ler

Düşülerine Göre:

- Alçak düşülü HES'ler($H < 10$ m)
- Orta düşülü HES'ler($H = 10-50$ m arası)
- Yüksek düşülü HES'ler($H > 50$ m den büyük düşülü)

Kurulu Güçlerine Göre:

- Çok küçük (mikro) kapasiteli(< 100 kW)
- Küçük(Mini) kapasiteli(100-1000 kW)
- Orta kapasiteli(1000-10000 kW)
- Büyük kapasiteli(> 10000 kW)

Ulusal Elektrik Sisteminin Yükünü Karşılama Durumuna Göre:

- Baz Yük HES
- Puant(Pik)Yük HES
- Hem Baz hem de Puant(Pik)Yük HES

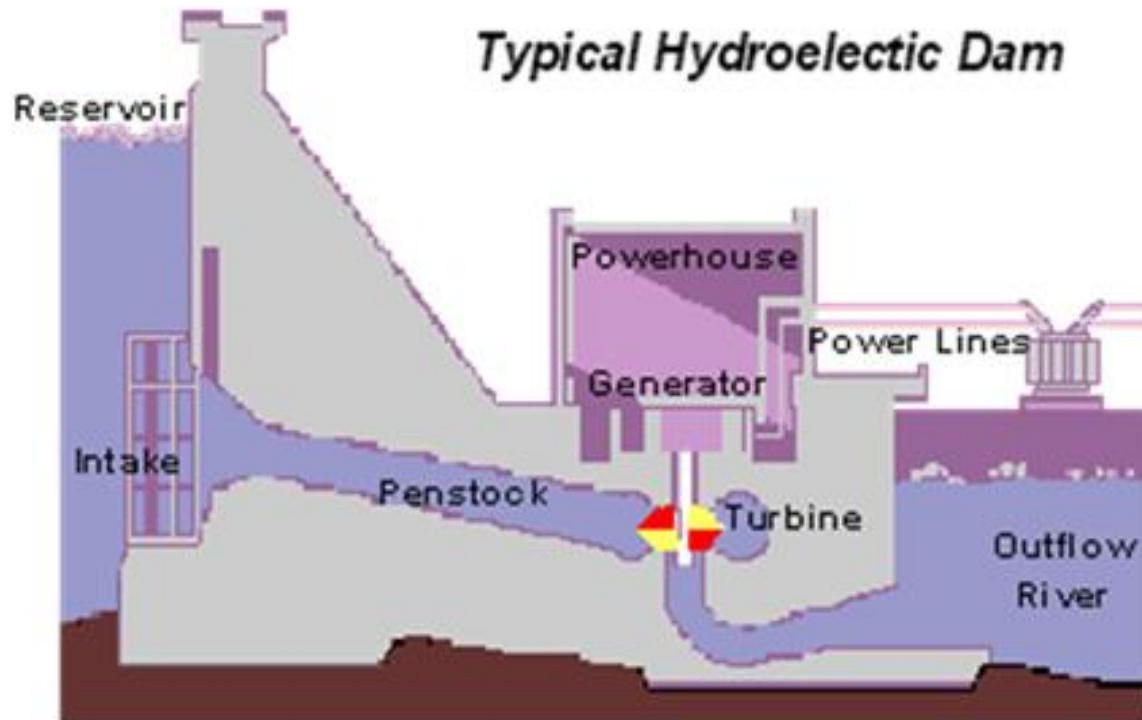
Baraj Gövdesinin Tipine Göre:

- Ağırıklı Beton Gövdeli Barajlı HES
- Beton Kemer Gövdeli Barajlı HES
- Kaya Dolgu Gövdeli Barajlı HES
- Toprak Dolgulu Gövdeli HES vb.

Santral Binasının Konumuna Göre

- Yer Üstü HES
- Yer Altı HES
- Yarı Gömülü veya Batık HES

HES



HES

2. HES Genel Yapıları:

Baraj gövdesi ve gölü

Su alma tesisleri

Su yolları tesisleri

Santral tesisleri

Santral çıkış suyu kanalı

Şalt tesisleri

Dip savak tesisleri

Dolu savak tesisleri

- **Depolamalı Hidroelektrik**

- **Santrallar:**

- **Su Alma Tesisleri:**

Baraj gölündeki veya nehir yatağındaki suyun su iletim tesislerine alınması için gereklidir.



HES

- **Baraj Gövdesi ve Gölü:**

Nehir suyunun depolanması ve su düşüsünün elde edilmesi için gereklidir.

Dolu savak; Dolu Savak Tesisleri:

Aşırı yağışlı yıllarda baraj maksimum su seviyesine kadar dolduğunda, baraj gövdesinin zarar görmemesi için fazla gelen suların nehir yatağının mansabına atılmasına yarayan tesislerdir.

Feyazan mevsiminde fazla gelecek olan suyun kontrollü bir şekilde bırakılmasını temin etmek maksadıyla yapılır. Maksimum debiyi karşılayacak şekilde dizayn edilir. Dolu savağın en önemli elamanları, Batardo kapağı, Radyal Kapak ve bunları tespit etmek için inşaat yapısı mevcuttur.

HES

- **Baraj Gövdesi ve Gölü:**
Nehir suyunun depolanması ve su düşüsünün elde edilmesi için gereklidir.

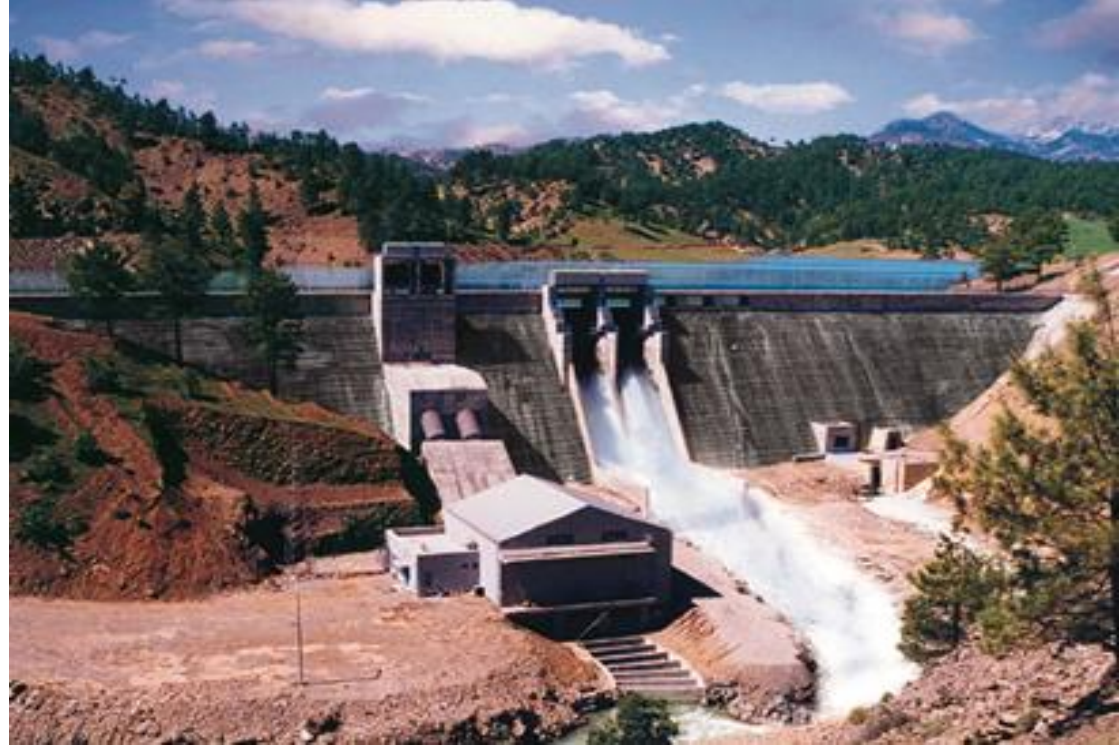
Dolu savak; Dolu Savak Tesisleri:

Aşırı yağışlı yıllarda baraj maksimum su seviyesine kadar dolduğunda, baraj gövdesinin zarar görmemesi için fazla gelen suların nehir yatağının mansabına atılmasına yarayan tesislerdir.

- Fazla gelecek olan suyun kontrollü bir şekilde bırakılmasını temin etmek maksadıyla yapılır. Maksimum debiyi karşılayacak şekilde dizayn edilir. Dolu savağın en önemli elamanları, Batardo kapağı, Radyal Kapak ve bunları tespit etmek için inşaat yapısı mevcuttur.

Dip Savak Tesisleri:

Baraj gölünün suyunu gerektiğinde nehir yatağı mansabına bırakmaya yarayan tesislerdir.



HES

- **Su Yolları Tesisleri:**
Su iletim kanalı veya iletim tüneli (basınçsız) veya Enerji tüneli (Basınçlı) veya cebri boru v.s gibi tesisler suyun türbinlere iletilmesinde kullanılır.



HES

- **Cebri borular:**
Baraj gölü ile türbinler, yükleme odası ile türbinler veya denge bacası ile türbinler arasındaki basınçlı borulara cebri boru denir.

Cebri borular basınçlı borular olması dolayısıyla HES Tesislerin toplam maliyeti içerisindeki payı yüksek olabilir. Bu nedenle uzun cebri borulu bir santralde cebri boru ekonomik çap tespiti önemlidir. Borular statik ve dinamik zorlanmalar (Pozitif veya negatif su koçu darbeleri) ı nedeniyle malzeme kalitesi yüksek , borunun et kalınlıklarının fazla olması, iç yüzey pürüzlülüğü, iç ve dış yüzeyler korozyona dayanıklı olması gibi etkenlerden dolayı pahalı malzemelerdir.



HES

- **HES'lerde Denge Bacası:**

HES Tesislerinde enerji tuneli veya cebri borularda oluşabilecek ani basınç (Su koçu Darbesi) yükselmeleri sönmölemek için cebri borunun veya enerji tünelinin baş kısmına veya sonuna yakın bir noktasına tesis edilen yapıdır.

Denge bacasını gerektiren şartlar:

- Cebri boruda oluşan su koçu darbesi mertebesinin türbinin net düşüsüne oranının(+hmax/Hn);
- 50m düşüye kadar olan HES'de %50
- 150m düşüte kadarki HES'de %25
- 250m düşüye kadarki HES'de %15
- 250m ve yukarısı için %5 değerini aşmaması gerekir.

HES

- **Santral Binası:**
İçinde Türbinler ve yardımcı ekipmanlar ile Generatörler ve yardımcı ekipmanlar gibi elektromekanik teçhizatın ve koruma kontrol- kumanda gibi elektrik teçhizatın ve diğer yardımcı teçhizatın yerleştirilmesi için gereklidir.

Türbin Öncesi Kapama Organları:

- Sürgülü vana
- Kelebek vana
- Küresel vana
- Konik vana
- Basınç düşürücü vana

Elektrik İle İlgili Bölümler:

- Generatör
- Gerilim Regülatörleri
- Generatör İkaz Sistemi
- Ünite Kumanda Ve Kontrol Panoları
- Kumanda Odası Panoları
- 3,3–18 kV Orta Gerilim Panoları
- Ana Güç Transformatörleri
- 30-36 kV Orta Gerilim Kapalı Salt Panoları Ve Teçhizatı
- 66-380 kV'luk Şalt Sahası Tesisleri
- Röle Ve Kumanda Panoları
- İç İhtiyaç Transformatörü Ve 400 V Şalterler
- 400v AC, 24 V DC, 48 V DC, 110 V DC Panolar
- Dizel Jeneratör Panosu



HES

- **Türbin Çeşitleri:**
 - Su debilerine göre:
 - Orta Düşümlü ve Orta debili Francisler Türbinler
 - Büyük Su Debili ve Küçük Düşümlerde Kaplan Türbinler
 - Küçük Su Debilerde Çok Yüksek Su Düşülerinde Pelton Türbinler

- Yatay/Düşey durumlarına göre:

Francis Türbinler

- Yatay Eksenli
- Düşey Eksenli

Kaplan Tipi Türbinler:

- Rotor kanatları sabit olan pervane tipi
- Rotor kanatları ayarlanabilen tipleri

Pelton Tipi Türbinler:

- Yatay
- Düşey tipleri mevcuttur.

- **Michell Banki Tip Türbinler:**

Bu tip türbinlerin kullanım sahaları çok dar olup küçük güçlerde ve köylerin enterkonekte sisteme bağlanmaksızın elektriklenmesinde kullanılır.

- **Santral Çıkış Suyu Kanalı:**

Türbinlerden çıkan suyun nehir yatağına intikalini sağlayan tesistir.

- **Şalt Tesisleri:**

Transformatörler, kesiciler, ayırıcılar, parafudrlar vs. gibi elektrik teçhizatının monte edildiği mahaldir.



Dr. Yasin İLEMİN



Francis türbine bir örnek



Pelton Türbin örneği

HES

Depolamasız Bir Hidroelektrik Santralinin Bölümleri

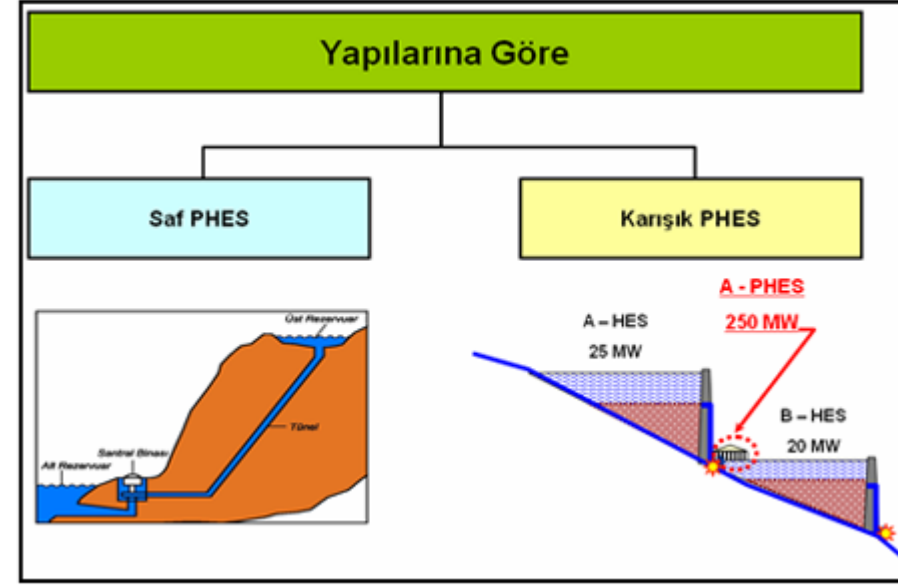
Regülatör Ve Çevirme Yapıları

- Çökeltim Havuzu
- İletim Kanalı
- İletim Tüneli
- Yükleme Havuzu
- Denge Bacası
- Vana Odası Ve Teçhizatı
- Cebri Boru
- Santral Binası
- Türbin Giriş Vanaları
- Su Türbinleri
- Emme Borusu
- Generatörler



HES

- **Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller(PHES)**
- Pik talebin karşılanmasında rezervuarlı HES'lerin yetersiz kalması durumunda PHES'lere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu santraller genel olarak, güç talebinin düşük olduğu zamanlarda suyu yüksekte bir haznede depolamak ve bu şekilde biriktirilen sudan puant zamanlarda hidroelektrik enerji elde etmek amacıyla planlanmaktadır.



HES

Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli

- Dünyada nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme olguları, küreselleşme sonucu artan ticaret olanakları, doğal kaynaklara ve enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır.
- Türkiye elektrik tüketimi 2011 yılı sonu itibariyle 230 milyar kWh seviyesine ulaşmış olup 2023 yılında 450 milyar kWh civarında olacağı öngörülmektedir.



HES

Hedefler

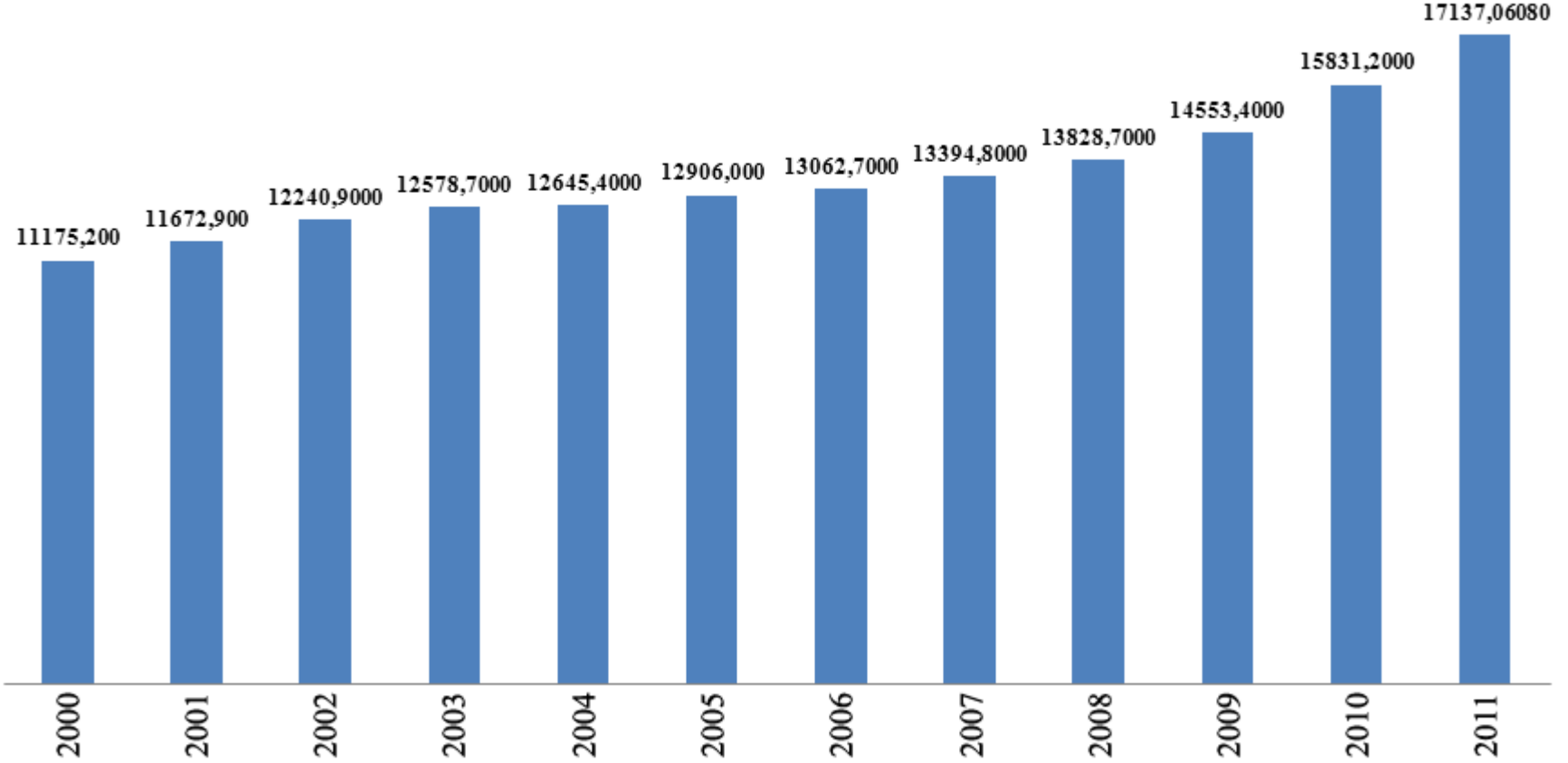
2023 yılına kadar;

- 36000 MW olan Hidroelektrik potansiyelimizin tamamını kullanmayı,
- Rüzgar enerjisi santrallerinde 20.000 MW,
- Jeotermal santrallerde 600 MW,
- Güneş enerjisi santrallerinde 600 MW kurulu güce ulaşmayı ve
- **Elektrik arzındaki yenilenebilir enerji payını % 30'un üzerine çıkarmayı hedeflemektedir.**

HES

MW

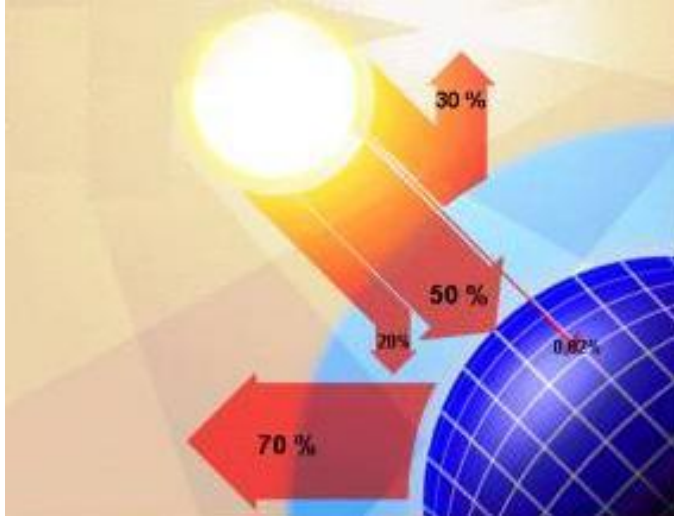
YILLAR İTİBARIYLA HİDROLİK ENERJİ KURULU GÜCÜ



Kaynak: TEİAŞ

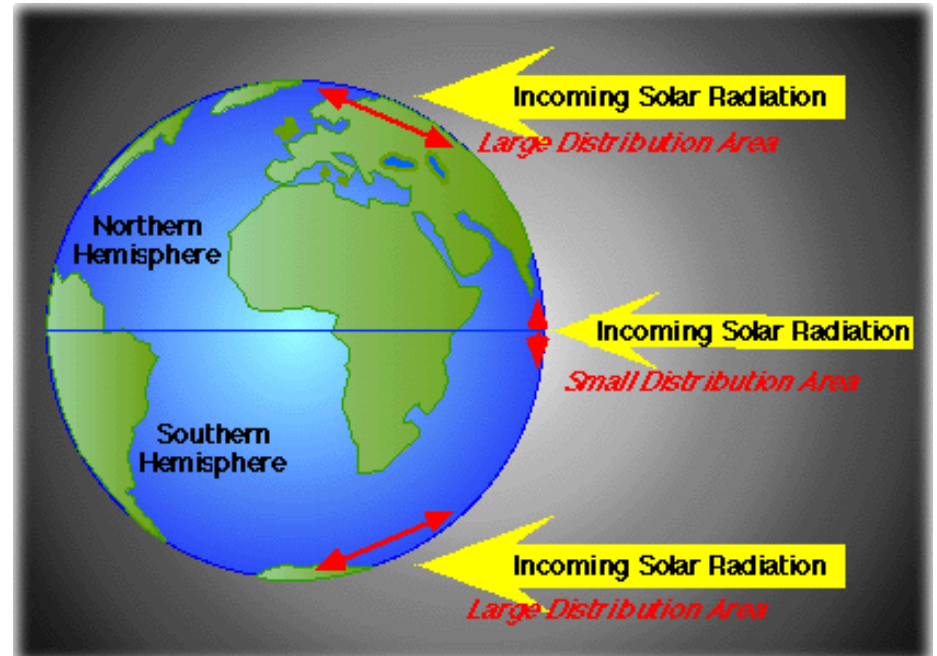
GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir.
- Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir.



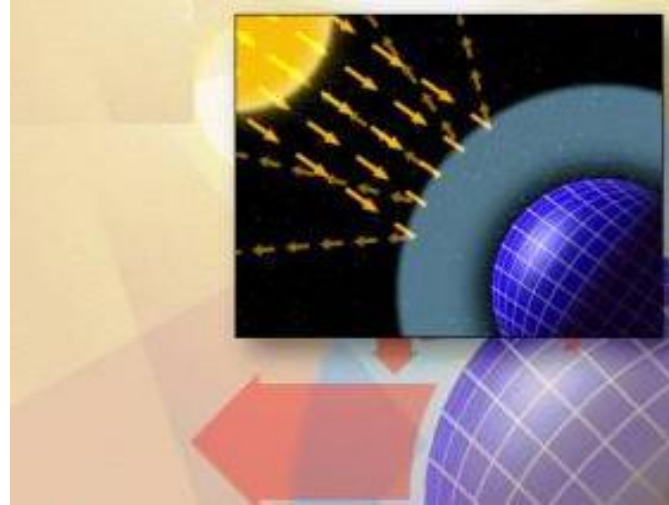
GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır.
- Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.



GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km'dir.
- Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır.



GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

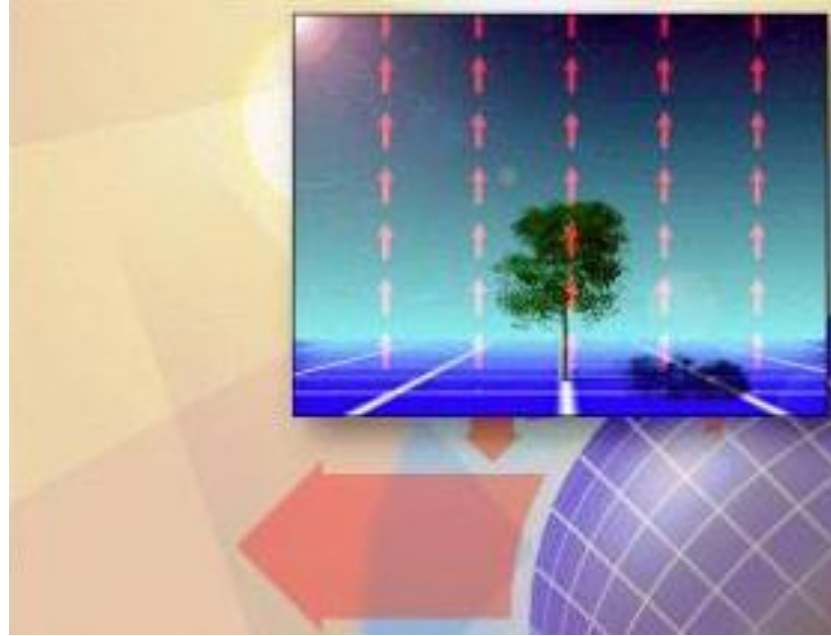
- Güneş ışınımının tamamı yer yüzeyine ulaşamaz, %30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır.

GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Güneş ışınımının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün olur.
- Rüzgâr hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur.

GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Güneşten gelen ışınımının %20'si atmosfer ve bulutlarda tutulur.



GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Yeryüzeyine gelen güneş ışınımının %1'den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır.
- Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretirler.
- Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağıdır. Güneş, nükleer enerji dışındaki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağıdır.

GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

Fotovoltaik Güneş Teknolojisi: Fotovoltaik hücreler denen yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

Isıl Güneş Teknolojileri: Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

Fotovoltaik Hücreler:

- Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir.
- Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş hücreleri alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,1-0,4 mm arasındadır.



GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

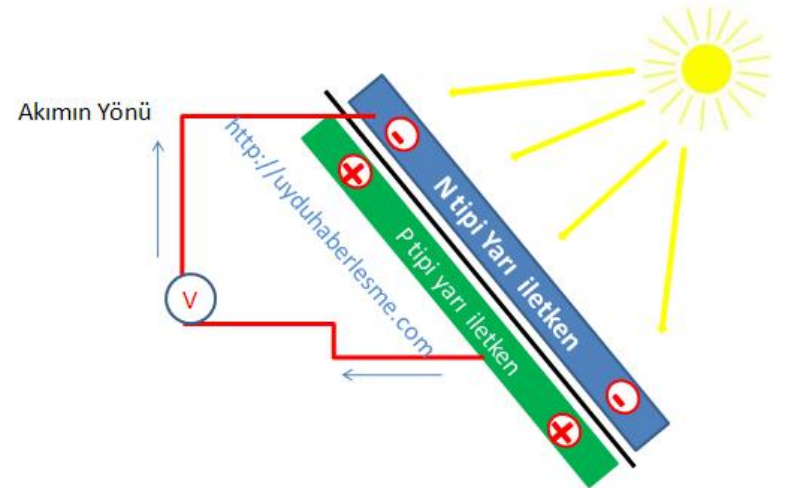
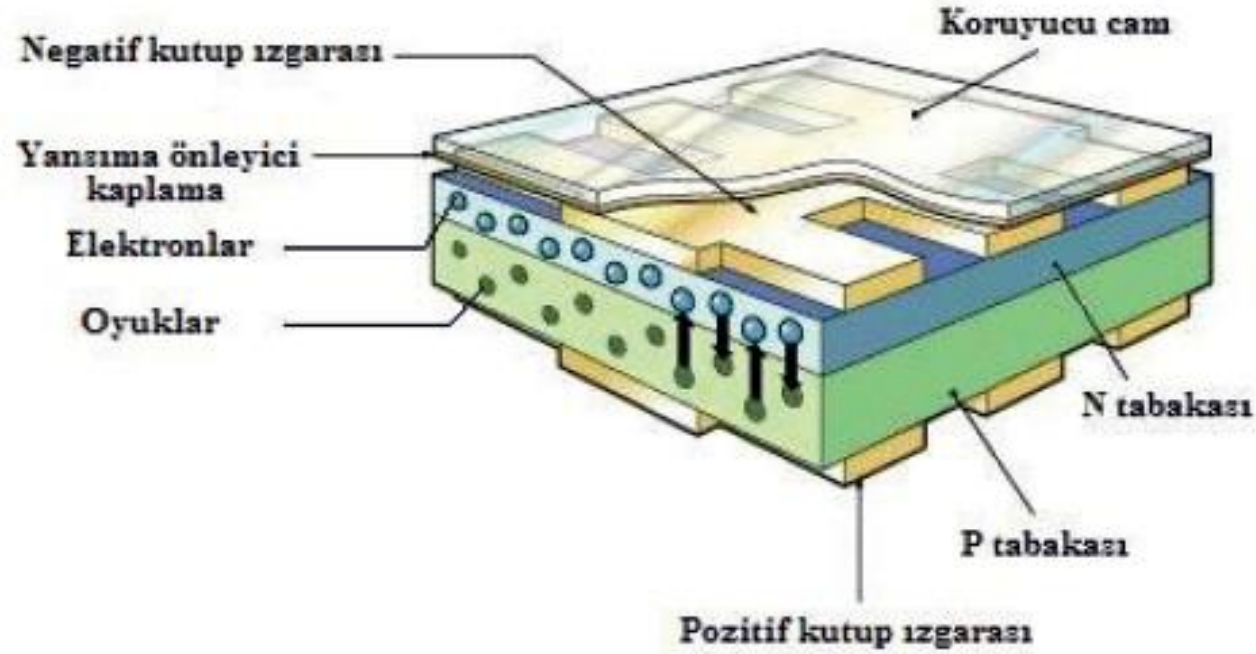
- Güneş hücreleri fotovolttaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur.
- Hücrenin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir.

Fotovoltaik Elektrik

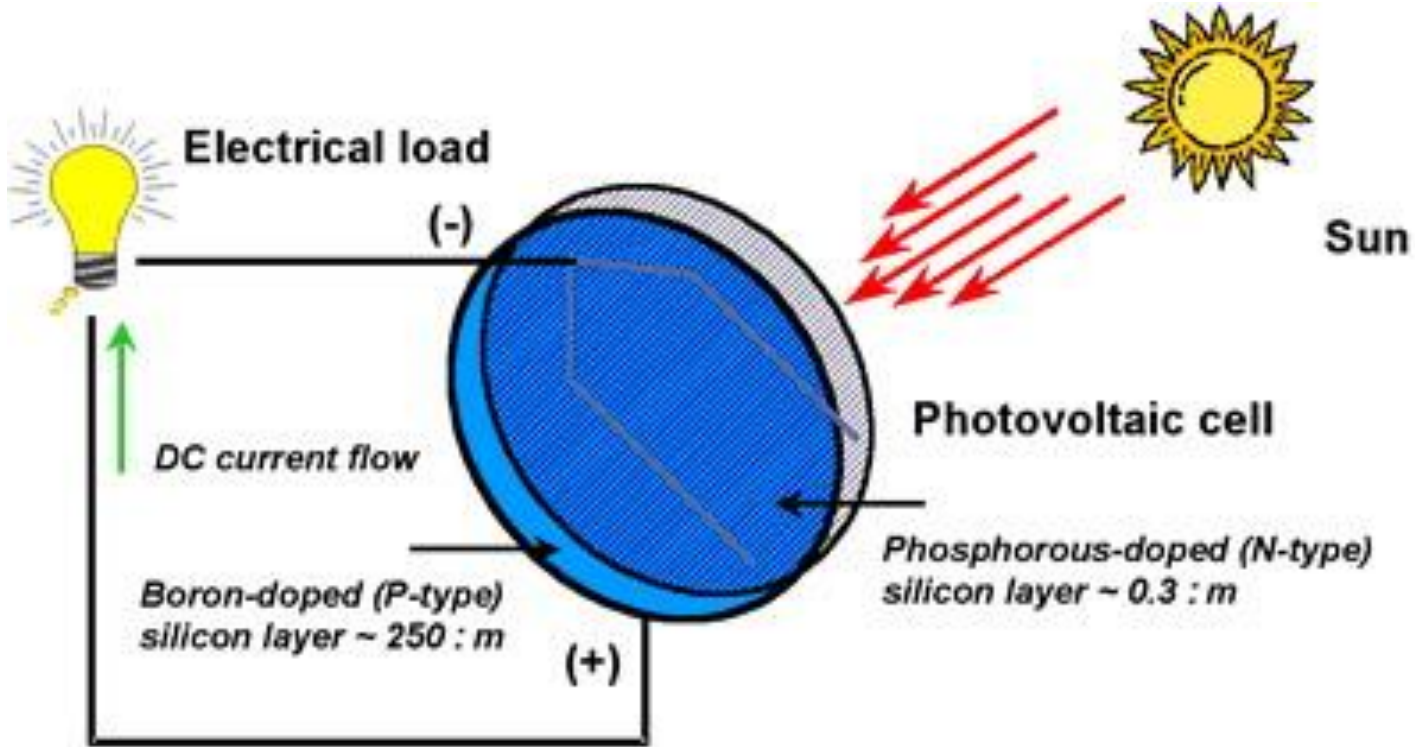
- Basit bir silikon kristalinin ışığı nasıl elektriğe çevirdiğini öğreneceğiz.
- Kristalin güneş hücresindeki alt tabaka kısmı, P tipi materyallerden (örneğin alüminyum, galyum, indiyum) bir tanesi ile kaplanarak yeşil boşlukları oluşturmaları sağlanır.
- N tipi üst tabaka ise fosfor, arsenik veya antimon gibi gezgin elektronlar yaratan kimyasallarla kaplanır. Burada amaç, elektronların üzerine düşen ışığın, bu elektronları P bölgesi olan alt tabakaya doğru harekete geçirmeleridir. Bu elektronlar, güneş hücresindeki çizilen yollardan veya kısa devrelerle bu iki tabakayı birbirinden ayıran bariyer üzerinden hareket edebilirler.
- Fotovoltaik devre doğru ve düzgün olarak yapılandırılmış ise bu elektronlar devreyi çizilen yollardan tekrar N bölgesine doğru tamamlar ve elektriği bu sayede üretirler.



Fotovoltaik Elektrik

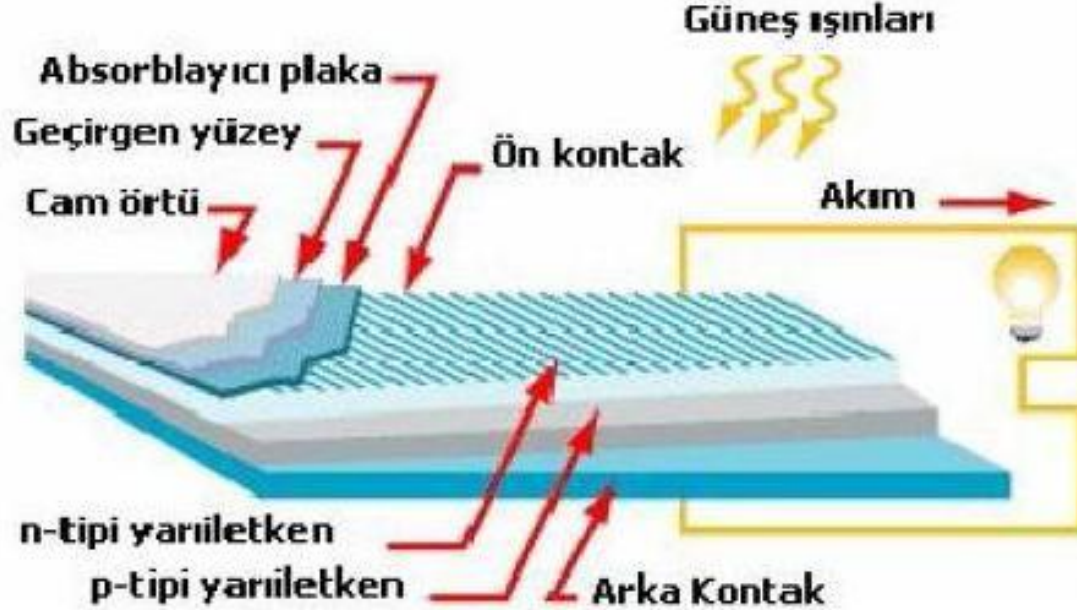


Fotovoltaik Elektrik



Bir Fotovoltaik Hücre Diyagramı

Fotovoltaik Elektrik



GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

- Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 30 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.
- Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş hücresi modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir.
- Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt'tan MEGA Watt'lara kadar sistem oluşturulur.

GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ



Güneş Pili

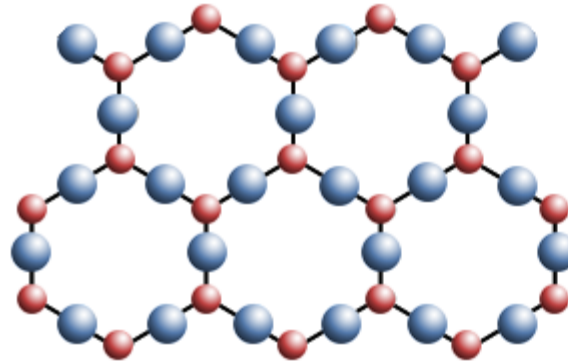


Fotovoltaik Model

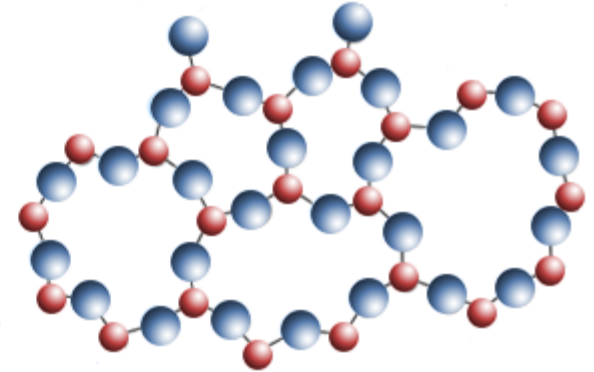
Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Kristal Silisyum:

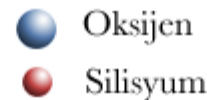
- Önce büyütülüp daha sonra 150-200 mikron kalınlıkta ince tabakalar halinde dilimlenen Tek kristal Silisyum bloklardan üretilen güneş pillerinde laboratuvar şartlarında %24, ticari modüllerde ise %15'in üzerinde verim elde edilmektedir.
- Dökme silisyum bloklardan dilimlenerek elde edilen Çok kristal Silisyum güneş pilleri ise daha ucuza üretilmekte, ancak verim de %2-5 kadar düşük olmaktadır.
- Verim, laboratuvar şartlarında %18, ticari modüllerde ise %14 civarındadır.



Kristal SiO₂



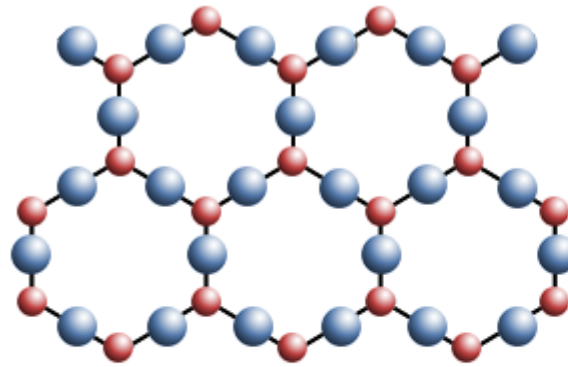
Amorf SiO₂



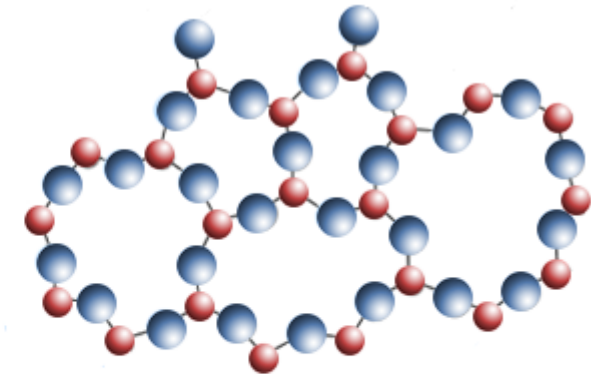
Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Amorf Silisyum:

- Kristal yapı özelliği göstermeyen bu Si pillerden elde edilen verim %10 dolayında, ticari modüllerde ise %5-7 mertebesindedir.
- Günümüzde daha çok küçük elektronik cihazların güç kaynağı olarak kullanılan amorf silisyum direkt güneş ışınımı az olan bölgelerde de santral uygulamalarında kullanılmaktadır.
- Amorf silisyumun bir başka önemli uygulama sahası ise binalara entegre yarısaydam cam yüzeyler, bina dış koruyucusudur.



Kristal SiO₂



Amorf SiO₂



Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Galyum Arsenit(GaAs):

- Bu malzemeyle laboratuvar şartlarında %25 ve %28 (optik yoğunlaştırıcı) verim elde edilmektedir.
- Diğer yarıiletkenlerle birlikte oluşturulan çok eklemler GaAs pillerde %30 verim elde edilmiştir.
- GaAs güneş pilleri uzay uygulamalarında ve optik yoğunlaştırıcı sistemlerde kullanılmaktadır



Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Galyum Arsenit(GaAs)



Fotovoltaik Hücreslerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Kadmiyum Tellürid(CdTe):

- Çok kristal yapıda bir malzeme olan CdTe ile güneş hücre maliyetinin çok aşağılara çekileceği tahmin edilmektedir.
- Laboratuar tipi küçük hücrelerde %16, ticari tip modüllerde ise %7 civarında verim elde edilmektedir.



Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

<https://www.youtube.com/watch?v=JcQyTqE5OJ0>

Bakır İndiyum Diselenid(CuInSe2):

- Bu çokkristal hücre laboratuvar şartlarında %17,7 ve enerji üretimi amaçlı geliştirilmiş olan prototip bir modülde ise %10,2 verim elde edilmiştir.



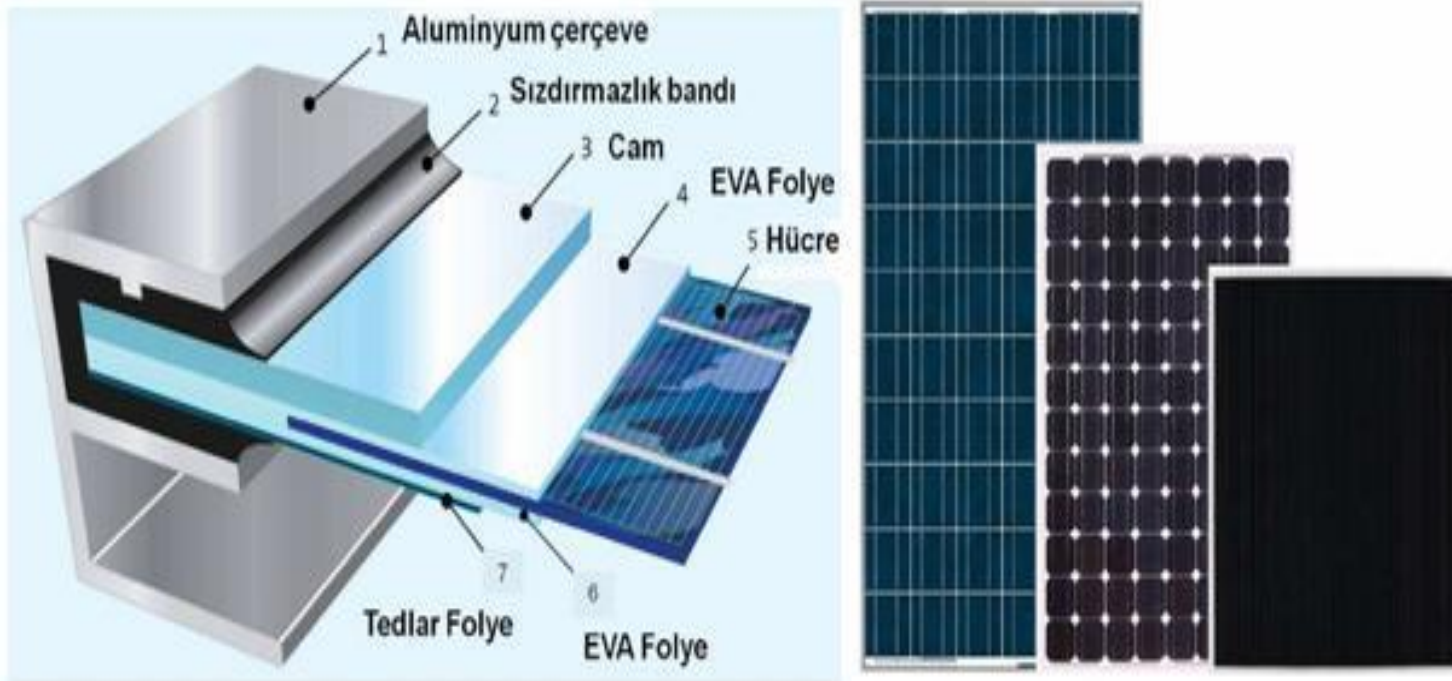
Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Optik Yoğunlaştırıcılı Hücreler:

- Gelen ışığı 10-500 kat oranlarda yoğunlaştıran mercekli veya yansıtıcı araçlarla modül verimi %20'nin, hücre verimi ise %30'un üzerine çıkılabilmektedir.
- Yoğunlaştırıcılar basit ve ucuz plastik malzemedен veya camdan yapılmaktadır.

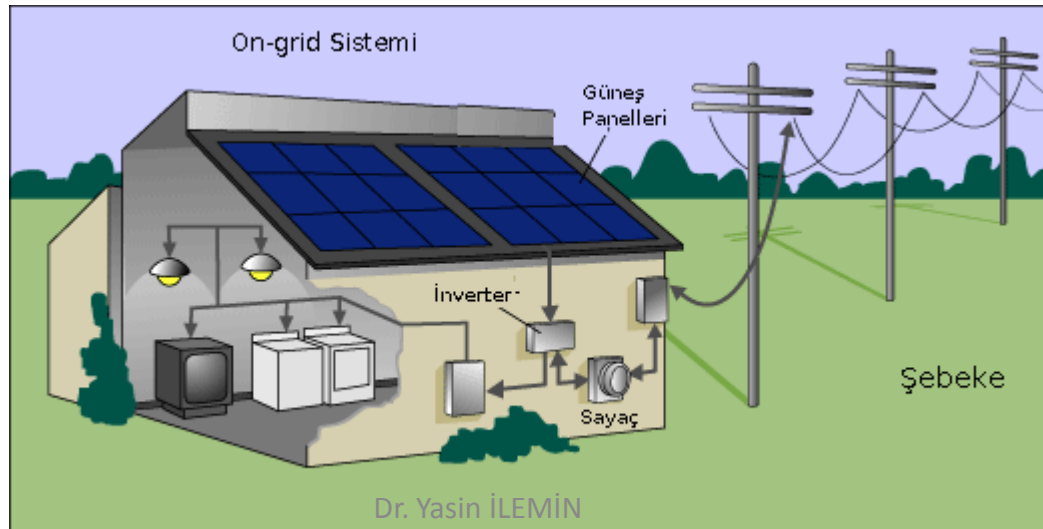
Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

- **Optik Yoğunlaştırıcılı Hücreler:**



Fotovoltaik Sistemler

- Fotovoltaik modüller uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir fotovoltaik sistemi oluştururlar.
- Bu sistemler, geçmiş zamanlarda sadece yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımanın zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılırken, artık şebeke bağlantısı olan yerleşim yerlerinde de şebeke bağlantılı olarak evlerin çatılarına ve büyük ölçekli santral uygulamalarında da kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.
- Bunun dışında dizel jeneratörler ya da başka güç sistemleri ile birlikte karma olarak kullanılmaları da mümkündür.

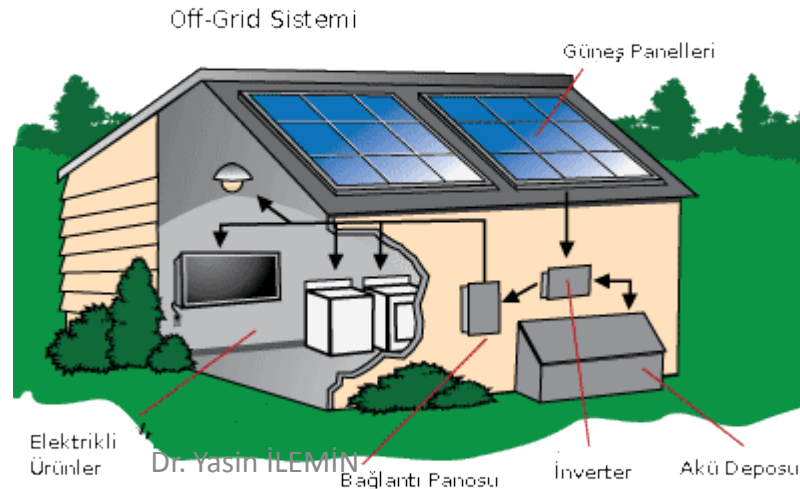


Fotovoltaik Sistemler

- Şebekeden bağımsız sistemlerde yeterli sayıda fotovoltaik modül, enerji kaynağı olarak kullanılır. Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince kullanılmak üzere genellikle sistemde akümülatör bulundurulur.
- Fotovoltaik modüller gün boyunca elektrik enerjisi üreterek bunu akümülatörde depolar, yüke gerekli olan enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılan denetim birimi ise akünün durumuna göre, ya fotovoltaik modüllerden gelen akımı ya da yükün çektiği akımı keser.

Fotovoltaik Sistemler

- Şebeke uyumlu alternatif akım elektriğinin gerekli olduğu uygulamalarda, sisteme bir invertör eklenerek akümülatördeki DC gerilim, 220 V, 50 Hz.lik sinüs dalgasına dönüştürülür.
- Benzer şekilde, uygulamanın şekline göre çeşitli destek elektronik devreler sisteme katılabilir.
- Bazı sistemlerde, fotovoltaik modüllerin maksimum güç noktasında çalışmasını sağlayan maksimum güç noktası izleyici cihazda bulunur. Aşağıda şebekeden bağımsız bir fotovoltaik sistemin şeması verilmektedir.



Fotovoltaik Sistemler

- Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemler yüksek güçte-satral boyutunda sistemler şeklinde olabileceği gibi daha çok görülen uygulaması binalarda küçük güçlü kullanım şeklindedir.
- Bu sistemlerde örneğin bir konutun elektrik gereksinimi karşılanırken, üretilen fazla enerji elektrik şebekesine verilir, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alınır.
- Böyle bir sistemde enerji depolaması yapmaya gerek yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir.

Fotovoltaik Sistemler

- Fotovoltaik sistemlerin şebekeden bağımsız (stand-alone) olarak kullanıldığı tipik uygulama alanları şöyledir:

Fotovoltaik Sistemler

- ✓ Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- ✓ Petrol boru hatlarının katodik koruması
- ✓ Metal yapıların (köprüler, kuleler vb) korozyondan koruması
- ✓ Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları
- ✓ Bina içi ya da dışı aydınlatma
- ✓ Dağevleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması
- ✓ Tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı
- ✓ Orman gözetleme kuleleri
- ✓ Deniz fenerleri
- ✓ İlk yardım, alarm ve güvenlik sistemleri
- ✓ Deprem ve hava gözlem istasyonları
- ✓ İlaç ve aşı soğutma

Yoğunlaştırıcı Fotovoltaik Sistemler

- Silisyum bazlı düzlemsel fotovoltaik malzemedan oluşan hücre yüzeyine çarpan güneş ışığı, elektrik enerjisine dönüştürülür.
- Bu sistemlerde kullanılan malzeme ve hücre alanı büyük, verim düşüktür bu da maliyeti artırmaktadır.
- Silisyum olmayan ince film veya CPV (yoğunlaştırıcı fotovoltaik) teknolojileri ile silisyum veya diğer yarıiletken malzemenin kullanımını azaltmak mümkündür.
- Böylece, fosil yakıtlardan oluşan geleneksel şebeke elektriği ile güneş santral sistemlerinin ürettiği elektrik rekabet edebilecektir.
- İnce film teknolojilerinin üretimi ucuz olmasına rağmen, daha nadir kullanılması ve kaynak malzemenin (Ga, In gibi) pahalı olması, verimli ve güvenilir olmalarına rağmen, yaygın kullanımını kısıtlamaktadır.



Yoğunlaştırıcılı Fotovoltaik Sistemler

- Diğer yandan, CPV teknolojisi, daha az malzeme kullanılması dolayısıyla daha düşük fiyat, yüksek verim ve daha etkin pratik bir yol sunmaktadır.
- Optik yoğunlaştırıcılar (CPV), güneş ışınlarını çok küçük bir alan kaplayan (1 cm²) hücrenin üzerine odaklar ve güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür.
- CPV teknolojilerinde pahalı olmayan aynalar ve mercekler gibi optik malzemeler kullanılır.

Yoğunlaştırıcı Fotovoltaik Sistemler

- CPV yoğunlaştırıcıdaki ışığın odaklandığı hedef alana bir PV yarıiletken malzeme yerleştirilir, diğer düzlemsel güneş hücrelerine göre daha küçük alana merceklerle sağlanan daha yüksek yoğunluktaki ışık ışınlarının düşürülmesi ile daha yüksek verimde enerji üretimi sağlanmaktadır.
- Burada kullanılan PV malzeme Si dan 10 kat daha pahalı olmasına rağmen yüksek verim ve az malzeme kullanımından dolayı toplam maliyet daha düşük olmaktadır.

Yoğunlaştırıcılı Fotovoltaik Sistemler

- CPV sisteminde kullanılan çok eklemlili güneş hücreleri, dönüşüm veriminin artmasına yardımcı olmaktadır.
- Son yıllarda yapılan çalışmalara göre; çok eklemlili güneş hücrelerinin kullanılmasıyla verimi % 40 'a ulaşmıştır.
- Bu çok eklemlili PV sistemler, güneş spektrumunun önemli bir kısmını kullanarak, gelen güneş enerjisini daha verimli bir şekilde elektrik enerjisine dönüştürmektedirler.



Concentrix



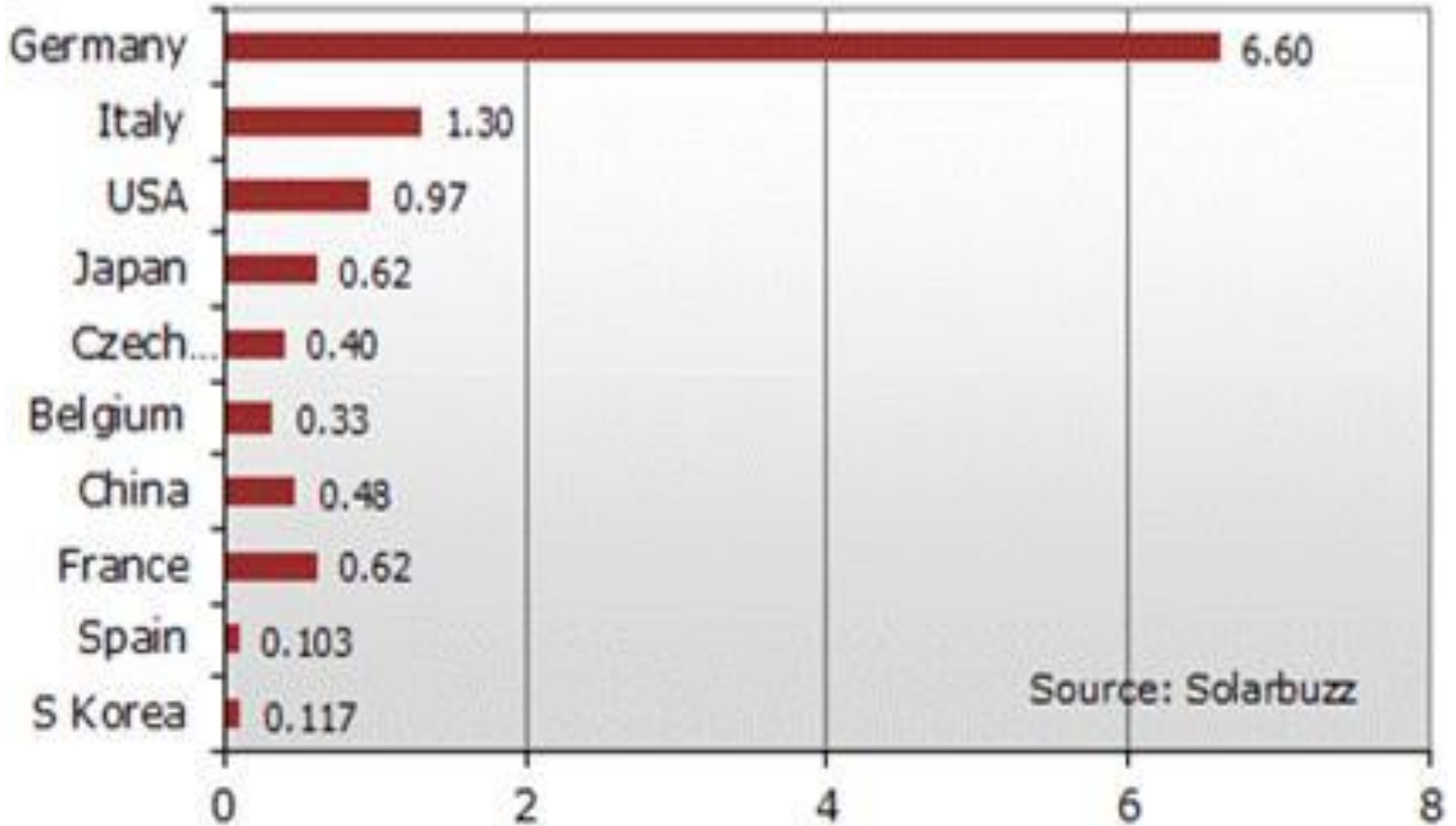
PV modülden daha küçük, ince, düzlemsel, yüksek performanslı ve düşük fiyatlı bir CPV modül örneği görülmektedir.

Yoğunlaştırıcı Fotovoltaik Sistemler

Bu CPV modüllerin düzlemsel PV ler ile karşılaştırıldığında avantajları:

- Verilen bir alana düşen güneş enerjisinden üretilen aynı miktardaki enerji için, diğer PV sistemlere göre aktif yarıiletken malzemenin maliyeti 1/1000 i kadardır.
- Güneşten üretilen elektriğin fiyatı günümüzde kullanılanın yarısından azdır.
- Düzlemsel PV nin veriminin iki katı verime sahiptir.

Dünyada Önemli PV Pazarına Sahip Ülkeler



Dünyadaki Durum

- 2011 yılı sonu itibarıyla kurulan en büyük PV santrali Hindistan 'da GUJARAT SOLAR PARK'ta 239 MW, GOLMUD SOLAR PARK 'ta 200 MW, ayrıca 2019' da bitirilmesi planlanan; Çin 'de 2000 MW 'lık bir PV santral projesi bulunmaktadır.





Kristal PV teknolojisine dayalı bir MW 'lık santral için, 15- 20 dönüm, ince film PV santral için ise, 25- 30 dönüm alana ihtiyaç vardır.

Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri

- Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi fotovoltaik hücreler de, yarı-iletken maddelerden yapılırlar.
- Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında fotovoltaik hücre yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir.



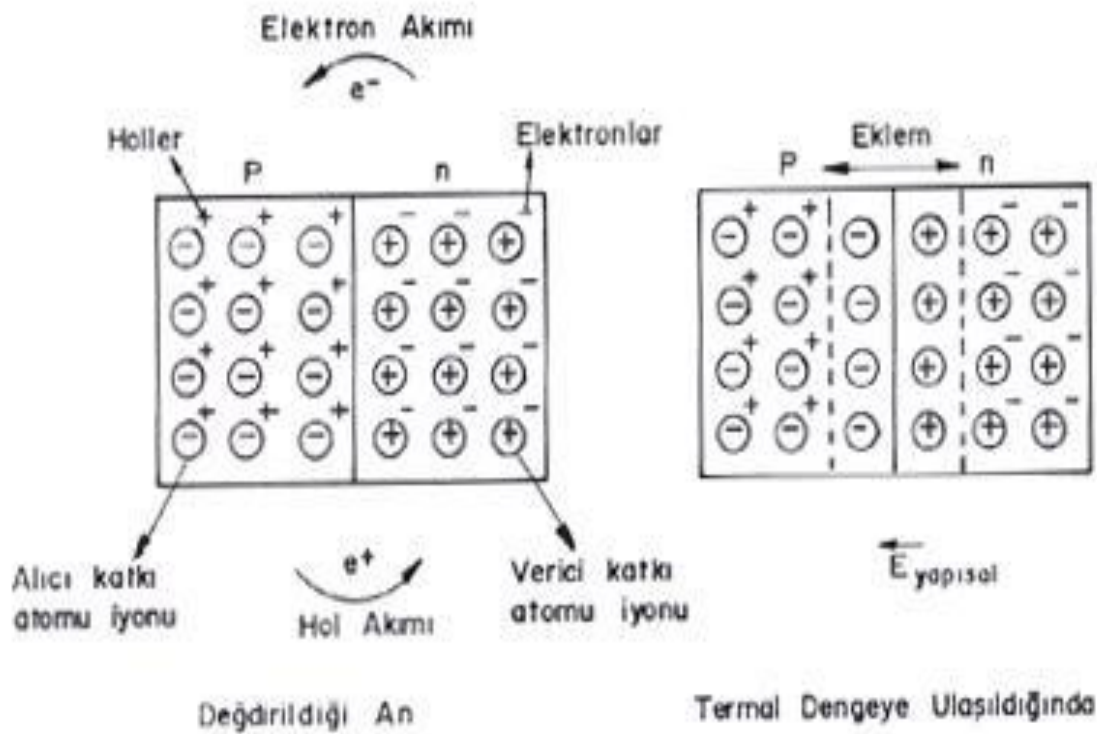
Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri

- Yarı-iletken maddelerin fotovoltaik hücre olarak kullanılabilirmeleri için n ya da p tipi katkılanmaları gereklidir. Katkılama, saf yarıiletken eriyik içerisinde istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır.
- Elde edilen yarı-iletkenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır.
- En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir.
- Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle V. grup elementlerine 'verici' ya da 'n tipi' katkı maddesi denir.

Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri

- P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir.
- Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır.
- Bu tür maddelere de 'p tipi' ya da 'alıcı' katkı maddeleri denir.

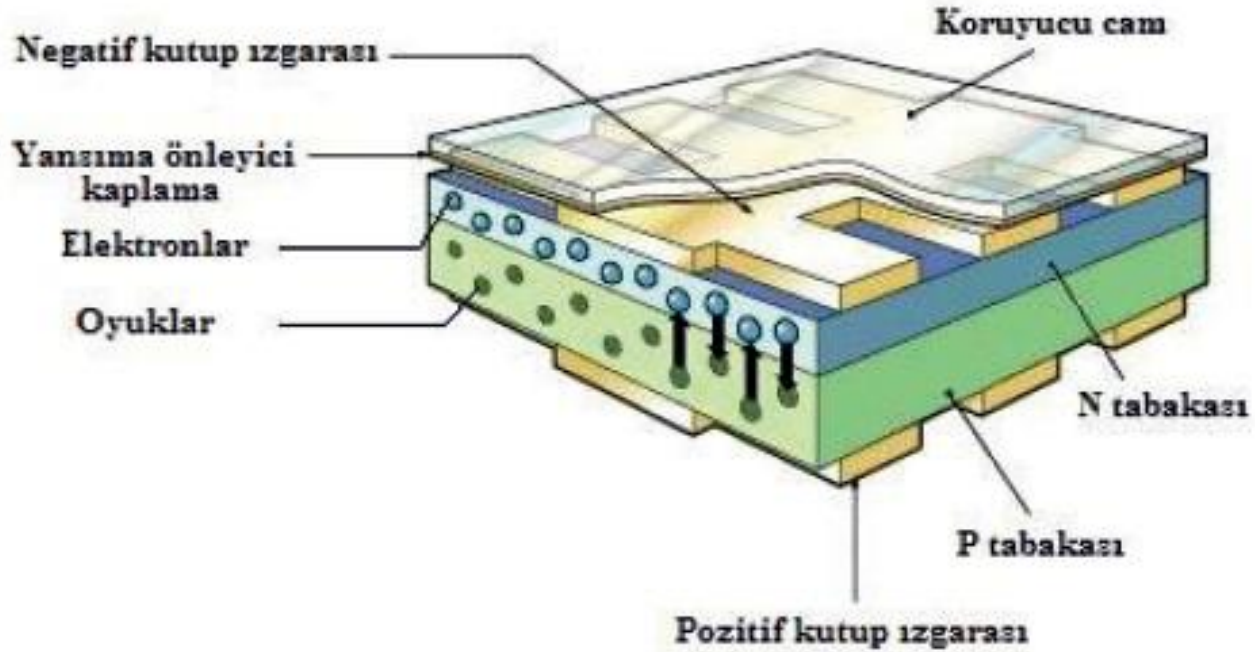
Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri



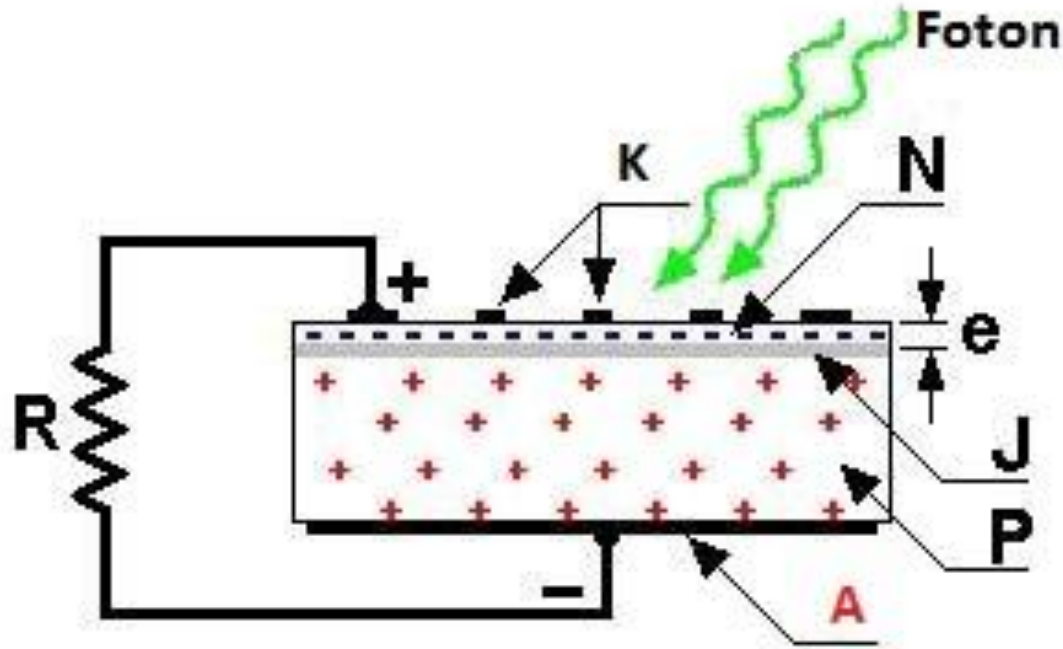
Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri

- P ve N tipi katkılandırılmış malzemeler bir araya getirildiğinde yarıiletken eklemeler oluşturulur.
- N tipi yarıiletkende elektronlar, p tipi yarıiletkende holler çoğunluk taşıyıcısıdır.
- P ve N tipi yarıiletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani P tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir.
- PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine 'geçiş bölgesi' ya da 'yükten arındırılmış bölge' denir.
- Bu bölgede oluşan elektrik alan 'yapısal elektrik alan (E_y)' olarak adlandırılır.

Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri



Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri



Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri (detay)

- Yarıiletken eklemnin fotovoltaik hücre olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.

Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu bandlar Valans bandı ve İletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini Valans bandındaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-hol çifti oluşur. Bu olay, pn eklem fotovoltaik hücrenin ara yüzeyinde meydana gelmiş ise elektron-hol çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde fotovoltaik hücre, elektronları n bölgesine, holleri de p bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-hol çiftleri, fotovoltaik hücrenin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun hücre yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron-hol çiftleri oluşturulmaktadır. Fakat gerekli elektrik alan olmadığı için tekrar birleşerek kaybolmaktadırlar.

- **ISIL GÜNEŞ TEKNOLOJİLERİ**

Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Düzlemsel Güneş Kolektörleri:

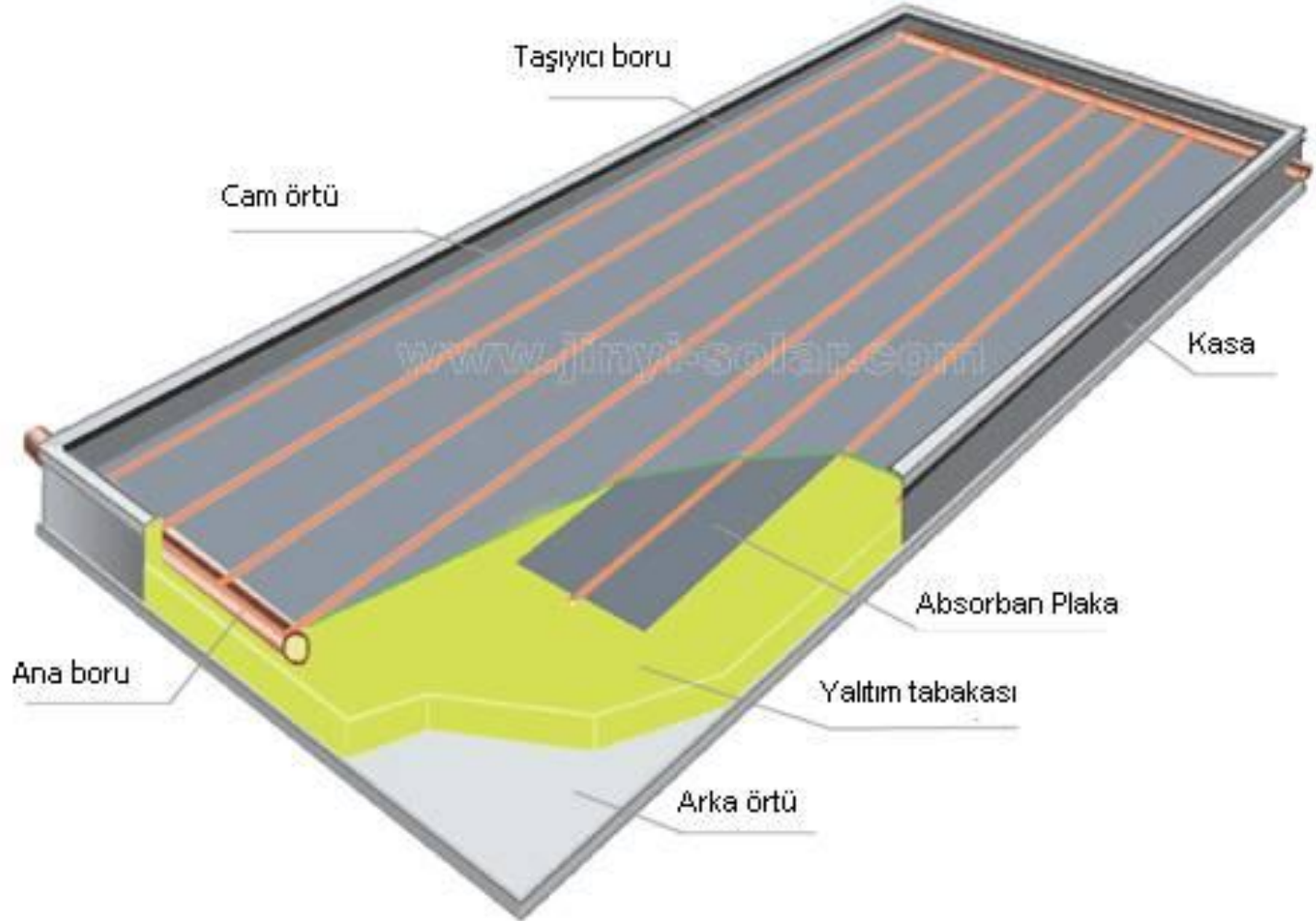


Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Düzlemsel Güneş Kolektörleri:

- Güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdeki aygıtlardır.
- En çok evlerde sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır.
- Ulaştıkları sıcaklık 70°C civarındadır.
- Düzlemsel güneş kolektörleri, üstten alta doğru,
 - camdan yapılan üst örtü,
 - cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk,
 - metal veya plastik absorban plaka,
 - arka ve yan yalıtım ve bu bölümleri içine alan bir kasadan oluşmuştur.

Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri) Düzlemsel Güneş Kolektörleri:

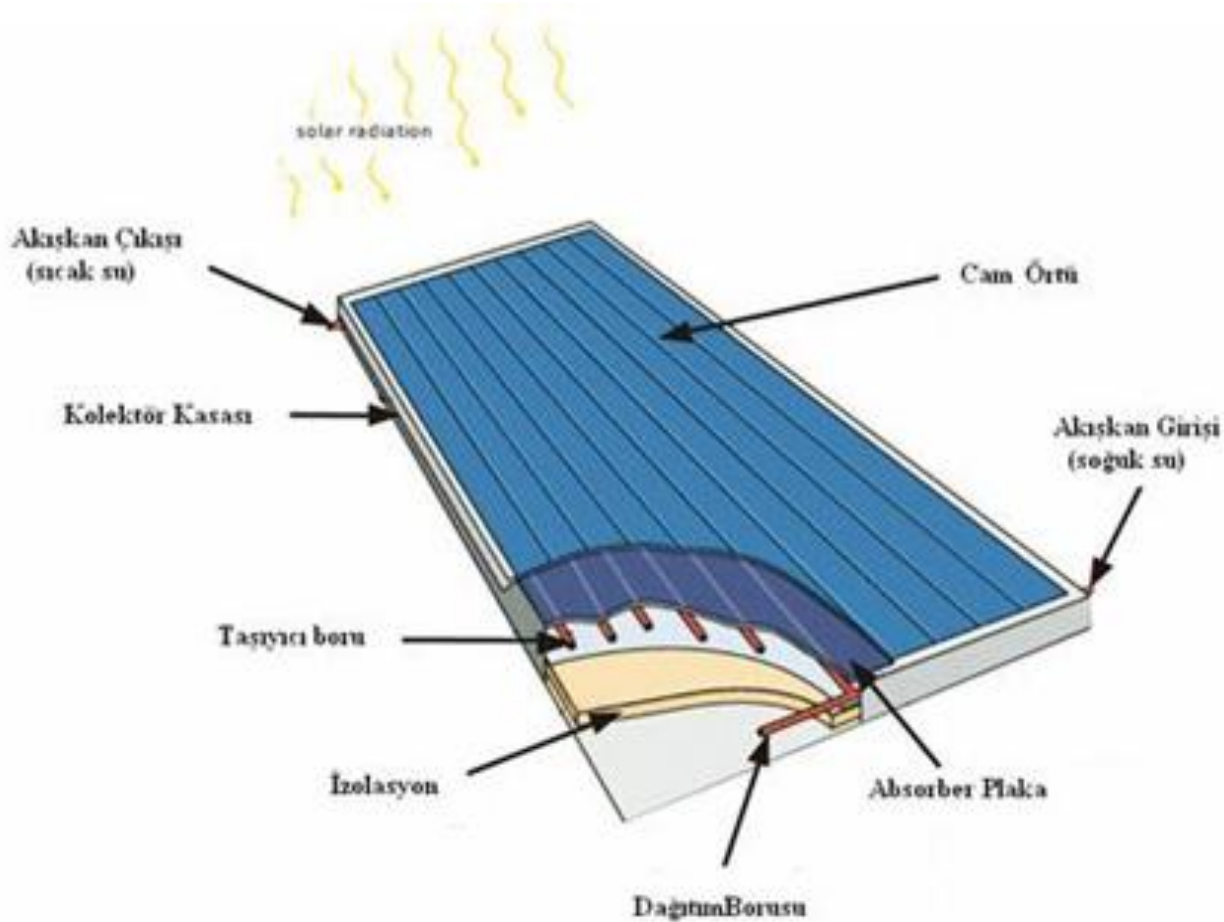


Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Düzlemsel Güneş Kolektörleri:

- Absorban plakanın yüzeyi genellikle koyu renkte olup bazen seçiciliği artıran bir madde ile kaplanır.
- Kolektörler, yörenin enlemine bağlı olarak güneşi maksimum alacak şekilde, sabit bir açıyla yerleştirilirler.
- Güneş kolektörlü sistemler tabii dolaşımli ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılır.
- Bu sistemler evlerin yanında, yüzme havuzları ve sanayi tesisleri için de sıcak su sağlanmasında kullanılır. Bu konudaki Ar-Ge çalışmaları sürmekle birlikte, bu sistemler tamamen ticari ortama girmiş durumdadırlar.
- En fazla güneş kolektörü bulunan ülkeler arasında Çin, ABD, Japonya, Avustralya İsrail ve Yunanistan yer almaktadır.
- Türkiye 18 milyon m² kurulu kolektör alanı ile dünyanın önde gelen ülkelerinden biri konumundadır.

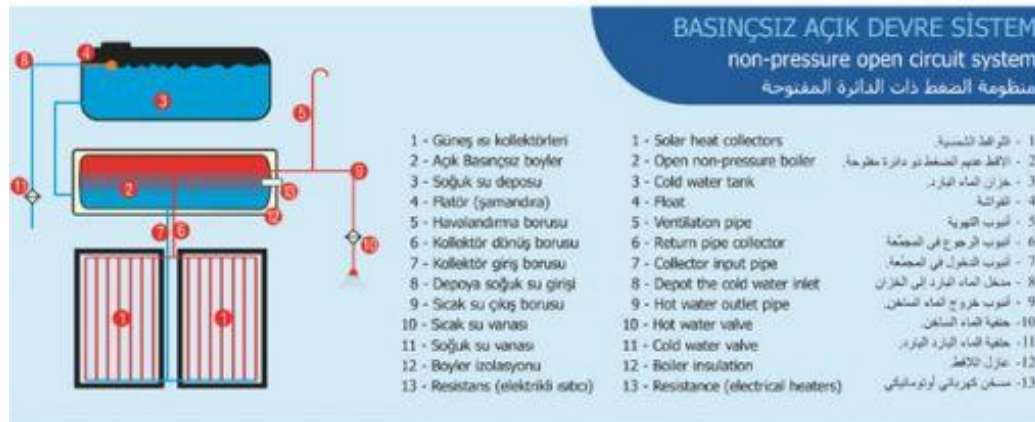
Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri) Düzlemsel Güneş Kolektörleri:



Klasik Sistem Montaj Şemaları

Classic System Installation Schemes

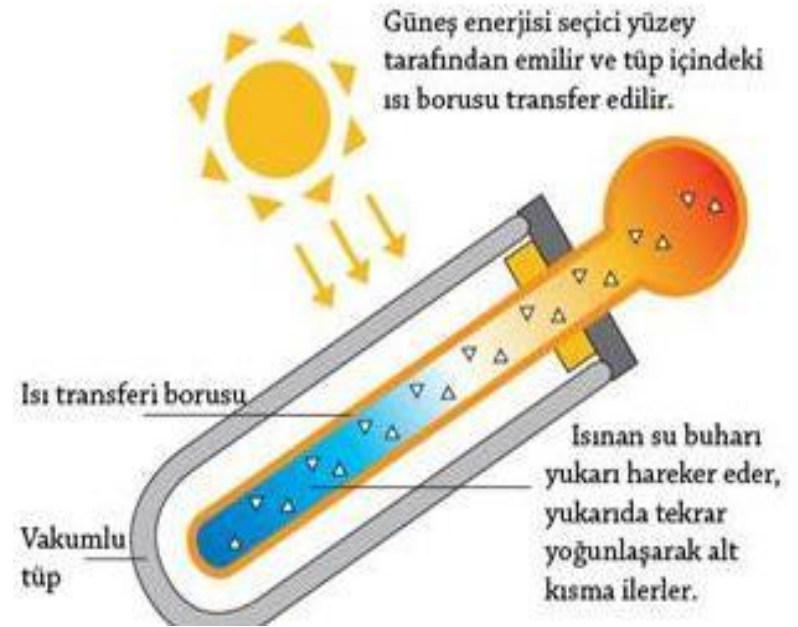
مخططات التركيب



Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Vakumlu Güneş Kolektörleri (tamamen yalıtılmış)

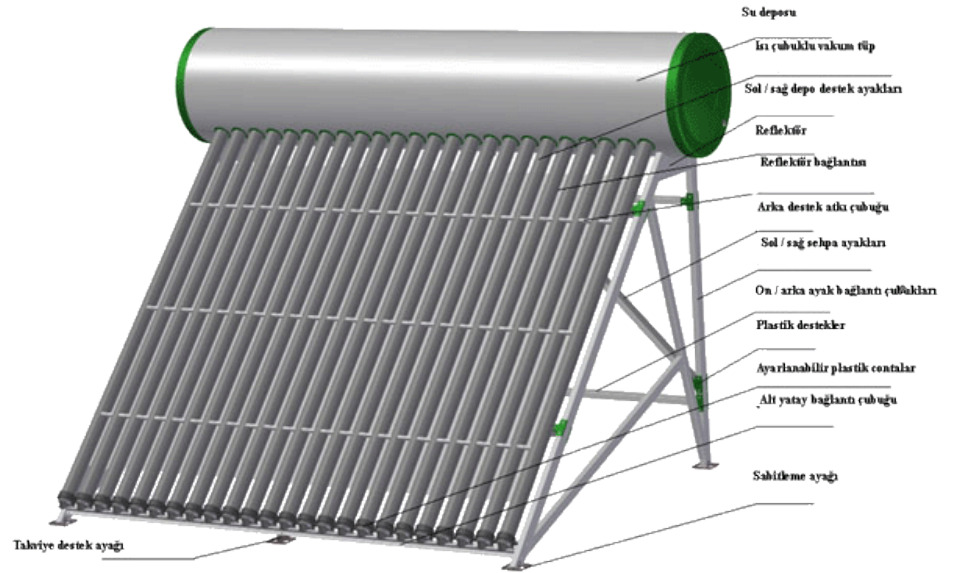
- Bu sistemlerde, vakumlu cam borular ve gerekirse absorban yüzeyine gelen enerjiyi artırmak için metal ya da cam yansıtıcılar kullanılır.
- Bunların çıkışları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için (100-120°C), düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı yerlerde ve ayrıca yiyecek dondurma, bina soğutma gibi daha geniş bir yelpazede kullanılabilirler.



Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Vakumlu Güneş Kolektörleri (tamamen yalıtılmış)

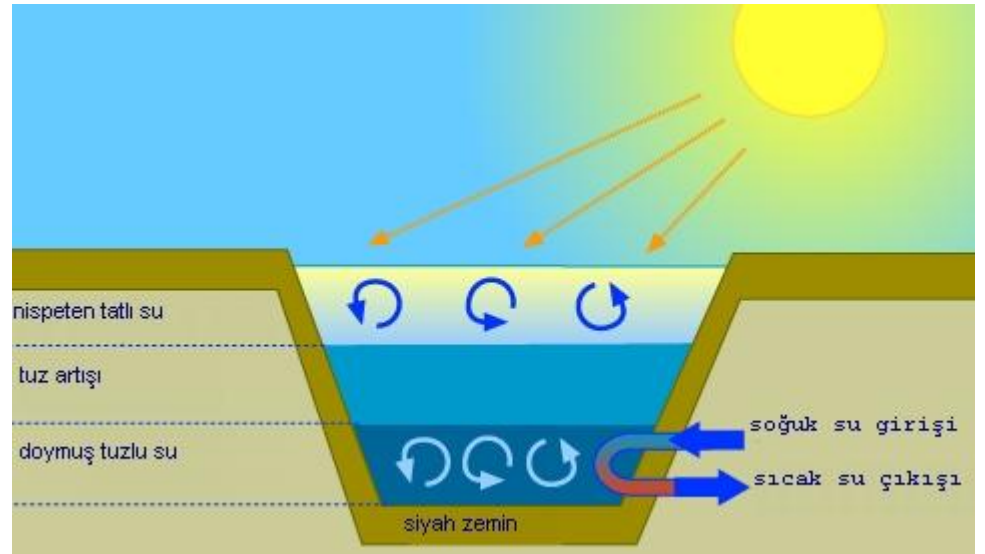
- İç dış paslanmaz çelikten oluşan depo ise hijyenik ve uzun ömürlüdür.
- Üstün izolasyon teknolojisi sayesinde depoda bulunan su uzun süre sıcaklığını muhafaza edebilmektedir.
- Bu sistemlerde kullanılan kollektörlerdeki tüpler 2 adet iç içe geçmiş cam silindir tabakadan oluşur.
- Bu iki cam tabaka arası havadan tamamen arındırılmış vaziyettedir. böylece ısı kaybı en aza indirilmiştir.



Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Güneş Havuzları

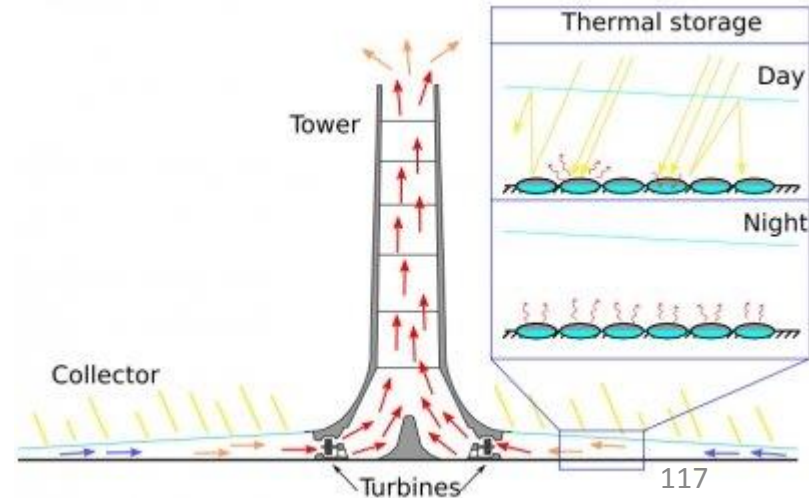
- Yaklaşık 5- 6 metre derinlikteki suyla kaplı havuzun siyah renkli zemini, güneş ışınımını yakalayıp 90°C sıcaklıkta sıcak su elde edilmesini sağlar.
- Havuzdaki ısının dağılımını suya eklenen tuz konsantrasyonu ile düzenlenir, tuz konsantrasyonu en üstten alta doğru artar.
- Böylece en üstte soğuk su yüzeyi bulursa bile havuzun alt kısmında doymuş tuz konsantrasyonu bulunan bölgede sıcaklık yüksek olur.
- Bu sıcak su bir eşanjöre pompalanarak ısı olarak yararlanılır.
- Bu ülkede 150 kW gücünde 5 MW gücünde iki sistemin yanında Avustralya'da 15 kW ve ABD'de 400 kW gücünde güneş havuzları bulunmaktadır.



Isıl Güneş Teknolojileri (Düşük Sıcaklık Sistemleri)

Güneş Bacaları

- Bu yöntemde güneşin ısı etkisinden dolayı oluşan hava hareketinden yararlanılarak elektrik üretilir.
- Güneşe maruz bırakılan şeffaf malzemeyle kaplı bir yapının içindeki toprak ve hava, çevre sıcaklığından daha çok ısınacaktır.
- Isınan hava yükseleceği için, çatı eğimli yapıp, hava akışı çok yüksek bir bacaya yönlendirilirse baca içinde 15 m/sn hızda hava akışı-rüzgar oluşacaktır.
- Baca girişine yerleştirilecek yatay rüzgar türbini bu rüzgarı elektriğe çevirecektir.
- Bir tesisin gücü 30-100 MW arasında olabilir. Deneysel bir kaç sistem dışında uygulaması yoktur.



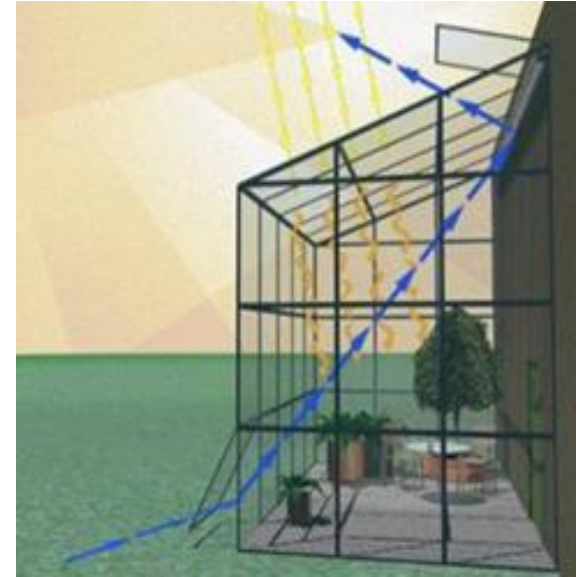
Su Arıtma Sistemleri:

- Bu sistemler esas olarak sığ bir havuzdan ibarettir. Havuzun üzerine eğimli şeffaf-cam yüzeyler kapatılır.
- Havuzda buharlaşan su bu kapaklar üzerinde yoğunlaşarak toplanır.
- Bu tür sistemler, temiz su kaynağının bulunmadığı bazı yerleşim yerlerinde yıllardır kullanılmaktadır.
- Su arıtma havuzları üzerinde yapılan Ar-Ge çalışmaları ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılmasına ve verimin artırılmasına yöneliktir.



Güneş Mimarisi

- Bina yapı ve tasarımında yapılan değişikliklerle ısıtma, aydınlatma ve soğutma gerçekleştirilir.
- Pasif olarak doğal ısı transfer mekanizmasıyla güneş enerjisi toplanır, depolanır ve dağıtılır.
- Ayrıca güneş kolektörleri, fotovoltaik modüller vb. aktif ekipmanlar da yararlanılabilir.



Ürün Kurutma ve Seralar:

- Güneş enerjisinin tarım alanındaki uygulamalarıdır.
- Bu tür sistemler ilkel pasif yapıda olabileceği gibi, hava hareketini sağlayan aktif bileşenler de içerebilir.
- Bu sistemler dünyada kırsal yörelerde sınırlı bir biçimde kullanılmaktadırlar.



Güneş Ocakları:

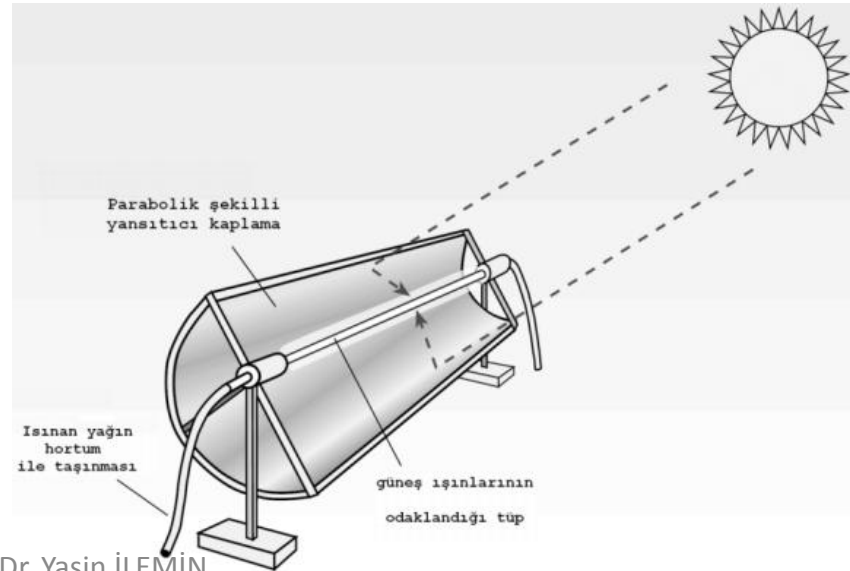
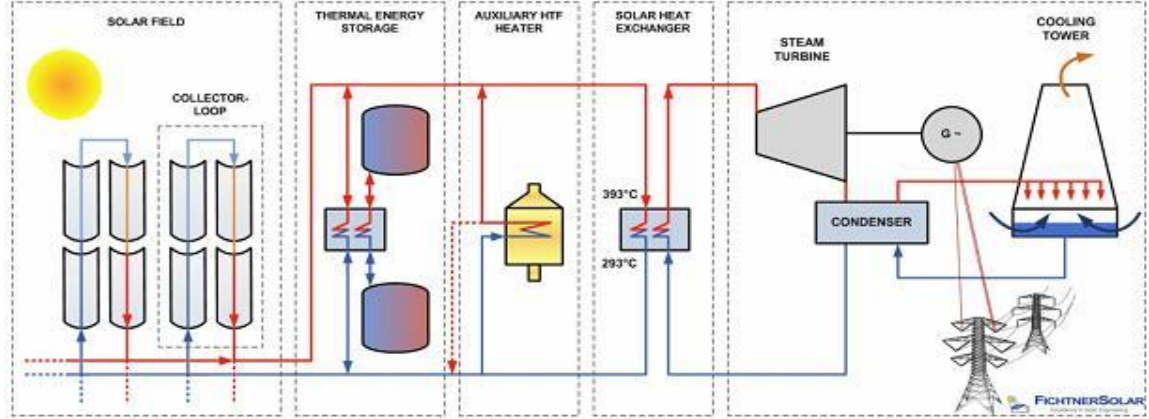
- Çanak şeklinde ya da kutu şeklinde, içi yansıtıcı maddelerle kaplanmış güneş ocaklarında odakta ısı toplanarak yemek pişirmede kullanılır.
- Bu yöntem, Hindistan, Çin gibi bir kaç ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır.



Yoğunlaştırıcı Sistemler

Parabolik Oluk Kolektörler:

- Parabolik güneş kolektörleri diğer termoelektrik teknolojilerine göre en yaygın kullanılan teknolojidir.
- Kolektörler, kesiti parabolik olan yoğunlaştırıcı dizilerden oluşur. Kolektörün iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini, kolektörün odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya odaklarlar.
- Kolektörler genellikle, güneşin doğudan batıya hareketini izleyen tek eksenli bir izleme sistemi üzerine yerleştirilirler.
- Enerjiyi toplamak için absorban boruda ısı transfer akışkanı olarak ısı transfer yağı kullanılmakla birlikte, çevreye zarar vermeyen ve daha ucuz olan suyun kullanılmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir.



Parabolik Oluk Kolektörler:

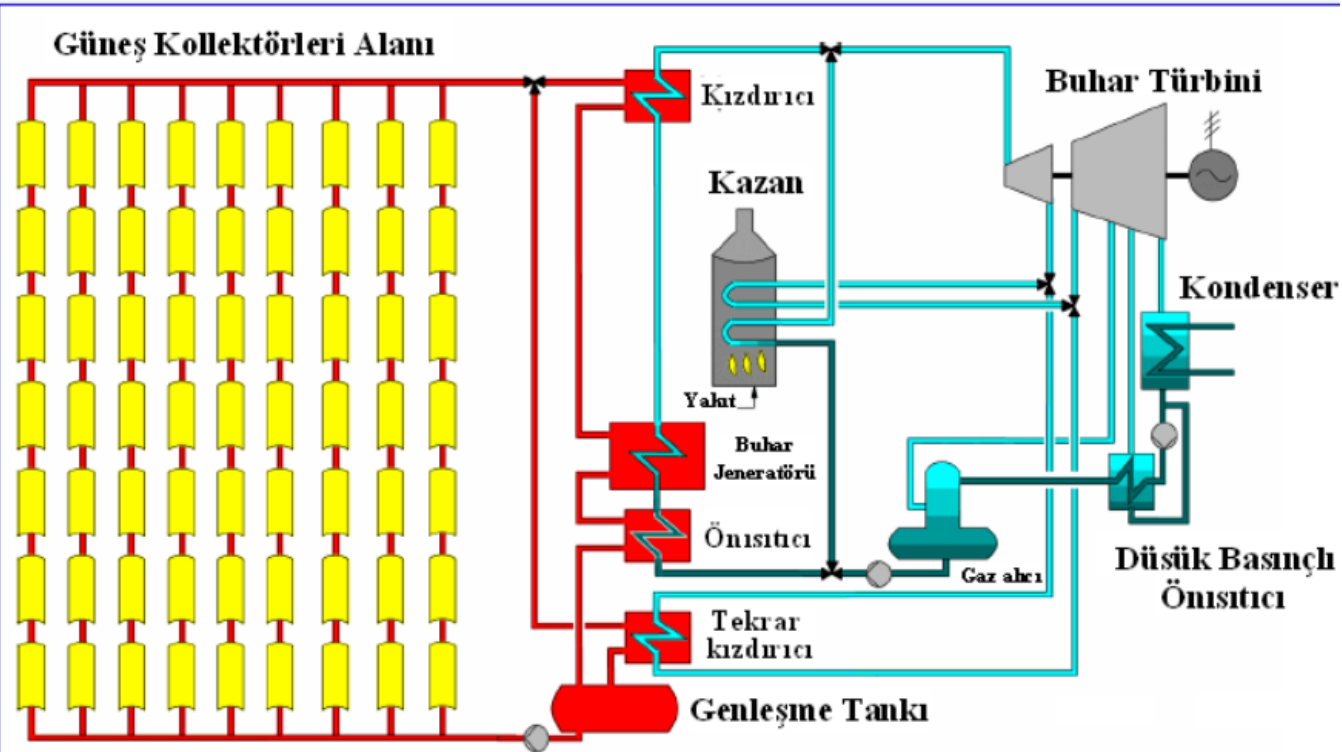
- Toplanan ısı, elektrik üretimi için enerji santraline gönderilir.
- Bu sistemlerde yüksek yoğunlaştırma kapasitesi sayesinde yüksek sıcaklıklara (350- 400°C) ulaşılmaktadır.
- MW başına maliyet yaklaşık olarak 5 Milyon € olup 35000 m²/MW alan gerekmektedir.
- Doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemler ticari ortama girmiş olup, bu sistemlerin en büyük ve en tanınmış olanı 354 MW gücündeki Kramer&Junction eski Luz International santralidir.



Parabolik Oluk Kolektörler (Elektrik Üretimi)

Parabolik oluk kolektörler

• Sistem Çevrimi



➤ Güneş Kolektörleri

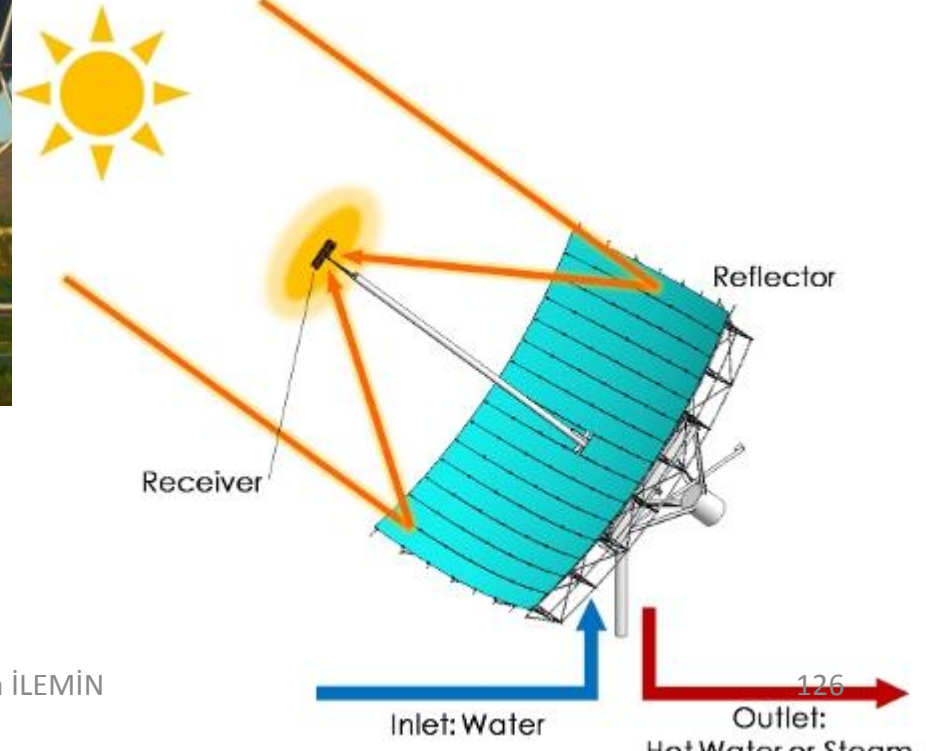
➤ Buhar Üretimi

➤ Elektrik Üretimi

Parabolik Çanak Sistemler

- ✓ İki eksenle güneşi takip ederek, sürekli olarak güneş ışınlarını odak noktasına yoğunlaştırırlar.
- ✓ Termal enerji, odaklama bölgesinden uygun bir çalışma sıvısı ile alınarak, termodinamik bir dolaşıma gönderilebilir ya da odak bölgesine monte edilen bir Stirling makine yardımı ile elektrik enerjisine çevrilir.
- ✓ Çanak-Stirling bileşimiyle güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülmesinde % 30 civarında verime ulaşılmaktadır.
- ✓ Diğer teknolojilere göre avantaj ve dezavantajları;
 - Noktasal odaklama yapan bu teknolojiye termik kayıp yoktur.
 - Güneş yoğunlaştırma oranları yaklaşık olarak parabolik olukta 80 ve kule teknolojisinde 1000 iken, bu teknolojiye 15000'dir.
 - Özel bir Stirling motor kullanılmaktadır. Az üretilen bu motor, içinde receiver ve içi helyum ve hidrojen dolu tüpleri bulundurmaktadır.
 - 10 kW için 1 milyon €'luk yatırım maliyeti ile oldukça pahalı bir teknolojidir.

Parabolik Çanak Sistemler



Merkezi Alıcı Sistemler

- Tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen ve 100 m² den daha büyük yüzeye sahip aynalar, güneş enerjisini, bir kule üzerine monte edilmiş Alıcı deneni (Receiver) yüksek ısı absorbe katsayısına sahip ısı eşanjörüne yansıtır ve yoğunlaştırır.
- Alıcıda bulunan ve içinden ısı transfer akışkanı geçen boru yumağı, güneş enerjisini üç boyutta hacimsel olarak absorbe eder.

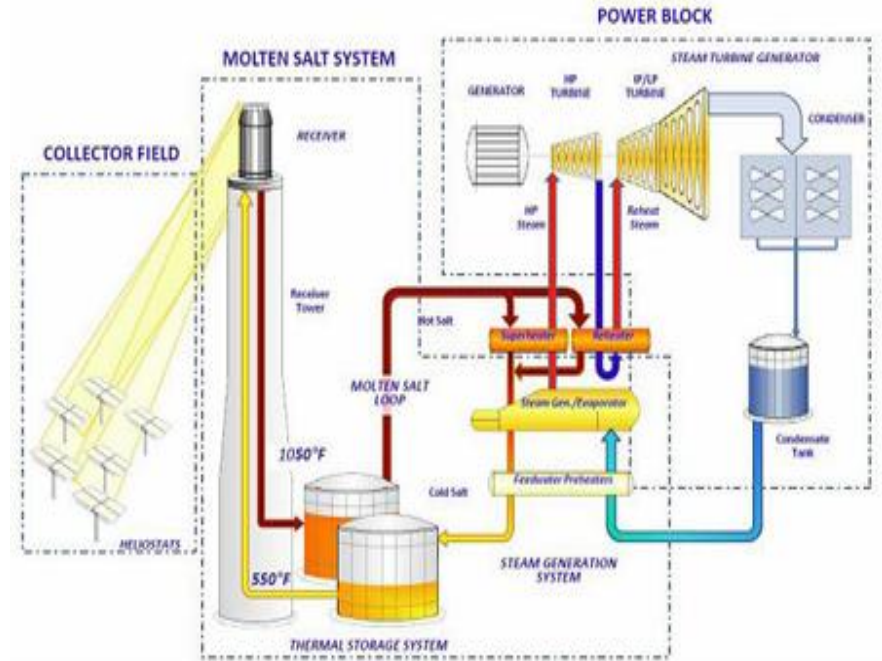


Merkezi Alıcı Sistemler

- Bu sıvı, Rankine makineye pompalanarak elektrik üretilir.
- Bu sistemlerde ısı transfer akışkanı olarak sıvı tuz veya hava kullanılmakta ve 800°C sıcaklığa ulaşılmaktadır.
- Heliostatlar bilgisayar tarafından sürekli kontrol edilerek, alıcının sürekli güneş alması sağlanır.
- Bu sistemlerin kapasite ve sıcaklıkları, sanayi ile kıyaslanabilir düzeyde olup Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir.
- MW başına maliyet yaklaşık olarak 3,5-4,5 Milyon € olup 35000 m²/MW alan gerekmektedir.
- Bu sistemlerin faaliyette olanlarından en büyüğü 20 MW gücündeki İspanya'nın Sevilla şehrinde bulunan PS20 santralidir.



Merkezi Alıcı Sistemler

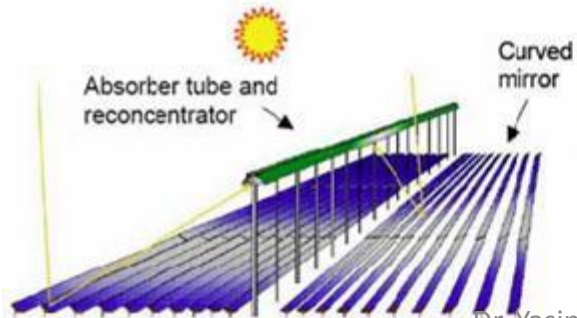


Fresnel Oluk Teknolojisi

- Doğrusal Fresnel Oluk Teknolojisinde de parabolik oluk teknolojisi gibi doğrusal yoğunlaştırma yapılıır.
- Parabolik oluktan farkı ise alıcı sabit bir yükseklikte olup yansıtma işlemi güneşi takip edebilen sıra sıra dizilmiş düz aynalarla gerçekleştirilir.
- Sistemde bulunan alıcı (receiver) yansıtıcı aynalardan yaklaşık 10 m yüksekte bulunur. Bu yükseklik, optik verimin parabolik oluk kolektörlere göre düşük olmasına neden olmaktadır.
- Çünkü yansıma kayıpları, ışınımın dağılması nedeniyle oldukça fazladır. Buna bağlı olarak termik verim de düşük olmaktadır.

Fresnel Oluk Teknolojisi

- Parabolik oluk teknolojisine göre daha düşük maliyetli olan bu sistemde, receiver yüksekliğini düşürmek suretiyle verim artırılabilir, ancak bu durumda da, güneş enerjisi toplama alanı küçüleceğinden daha çok panel kullanmak gerekecektir.
- Bu da, maliyeti yükseltecek bir unsurdur. Yansıtıcı aynaların bir hizada olmaları yerine, yandan boyuna bakıldığında parçalı parabolik oluklu sisteme benzer bir kesit şeklinde dizilmesiyle de verim artırılabilir.
- Dünyada fresnel teknolojisi ile kurulan en büyük tesis İspanya'nın Murcia bölgesinde bulunan 31,4 MW gücündeki Puerto Errad 1+2 santralidir.



Yoğunlaştırıcı Sistemler İle Elektrik Üretimi***

- Bugüne kadar güneş enerjisi ile elektrik üretiminde başlıca iki sistem kullanılmıştır.
- **Birincisi**, güneş enerjisini direkt olarak elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik sistemlerdir. Fakat son 20 yıl içerisinde fotovoltaik sistem uygulamalarının artışına rağmen, teknolojisinin karmaşıklığı ve maliyetinin yüksek oluşu, geniş çapta elektrik üretimi için yetersiz olduğunu ortaya çıkarmıştır.
- **İkinci seçenek ise**, güneş enerjisinin yoğunlaştırıcı sistemler kullanılarak odaklanması sonucunda elde edilen kızgın buhardan, konvansiyonel yöntemlerle elektrik üretimidir.

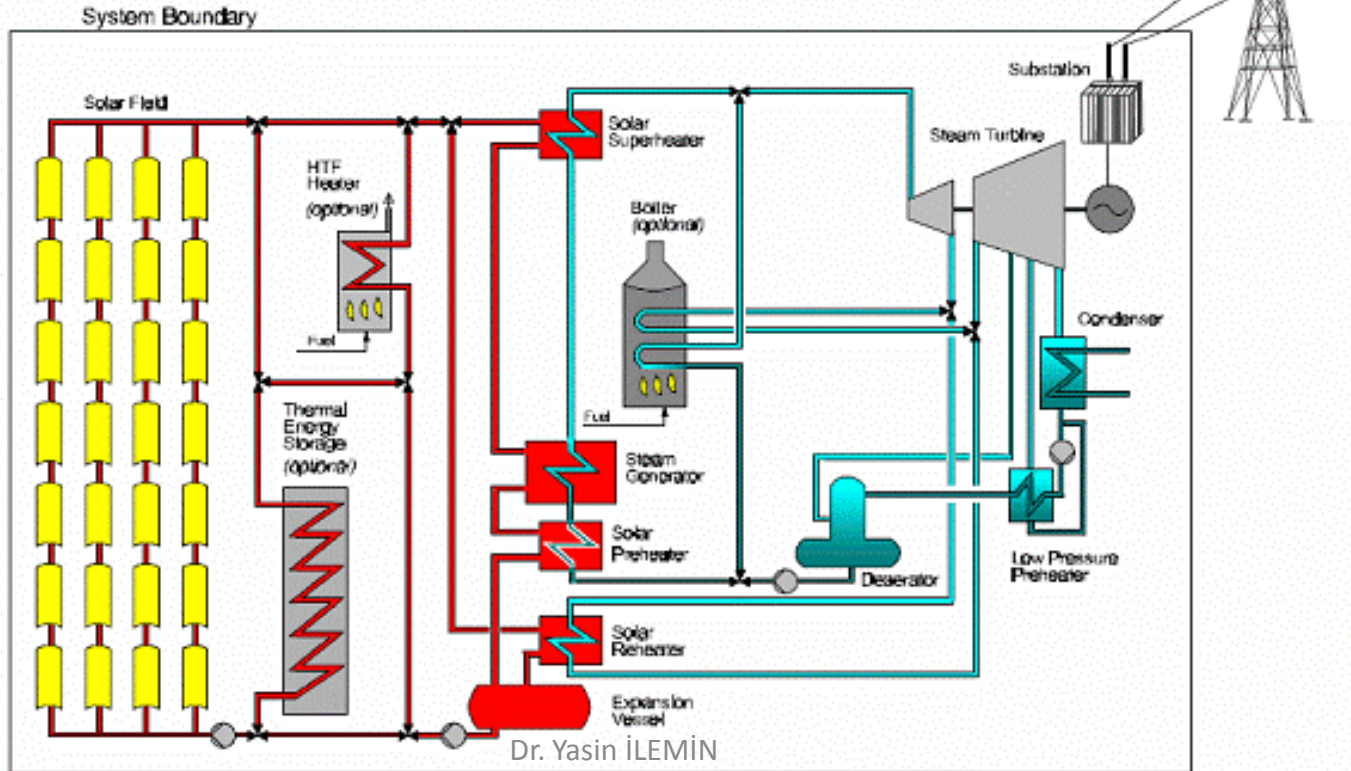
Yoğunlaştırıcı Sistemler İle Elektrik Üretimi***

- Güneş termal güç santralleri, birincil enerji kaynağı olarak güneş enerjisini kullanan elektrik üretim sistemleridir.
- Bu sistemler temelde aynı yöntemle çalışmakla birlikte, güneş enerjisini toplama yöntemleri, yani kullanılan kolektörler bakımından farklılık gösterirler.
- Toplama elemanı olarak parabolik oluk kolektörlerin kullanıldığı güç santrallerinde, çalışma sıvısı kolektörlerin odaklarına yerleştirilmiş olan absorban boru içerisinde dolaştırılır.
- Daha sonra, ısınan bu sıvıdan eşanjörler yardımı ile kızgın buhar elde edilir.
- Parabolik çanak kolektörler kullanılan sistemlerde de ya aynı yöntem kullanılır ya da merkeze yerleştirilen bir motor (Stirling) yardımı ile direkt olarak elektrik üretilir.
- Merkezi alıcılı sistemlerde ise, güneş ışınları düzlemsel aynalar (heliostat) yardımı ile alıcı denilen ısı eşanjörüne yansıtılır. Alıcıda ısıtılan çalışma sıvısından konvansiyonel yollarla elektrik elde edilir.

Yoğunlaştırıcı Sistemler İle Elektrik Üretimi***



Sunlight:
2,7 MWh/m²/yr



Güneş Termal Güç Santrallerinin Tasarım İlkeleri***

Güneş termal güç santrallerinin tasarımında dikkate alınması gereken en önemli parametreler şunlardır;

- Bölge seçimi,
- Güneş enerjisi ve iklim değerlendirmesi,
- Parametrelerin optimizasyonu,

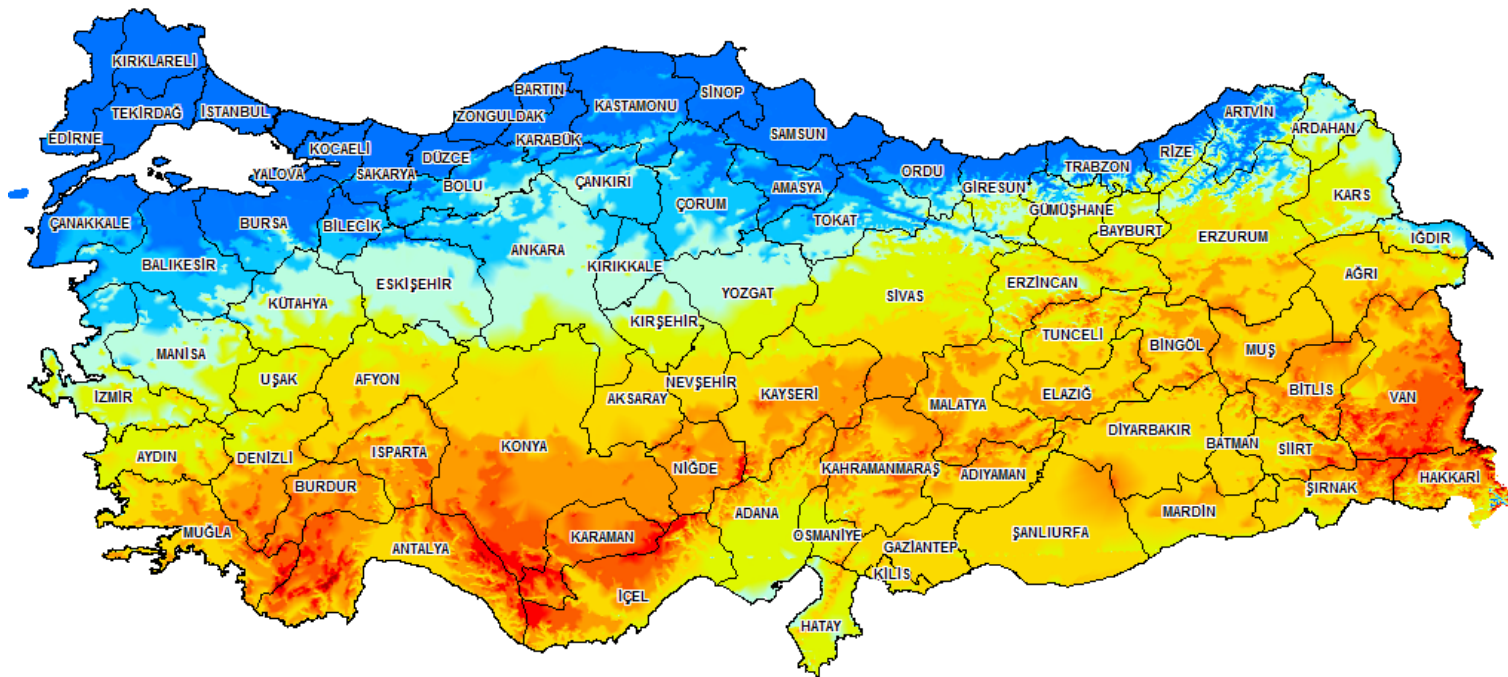
Santralin tesis edileceği ideal bölge seçilirken aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır.

- Yıllık yağış miktarının düşük olması,
- Bulutsuz ve sissiz bir atmosfere sahip olması,
- Hava kirliliğinin olmaması,
- Ormanlık ve ağaçlık bölgelerden uzak olması,
- Rüzgar hızının düşük olması.

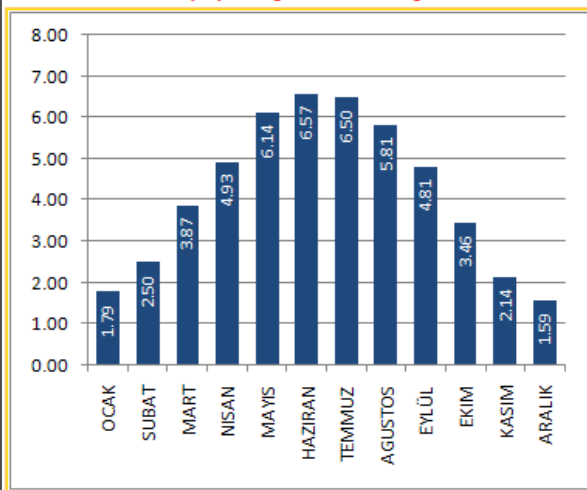
Güneş Enerjisi ve İklim

Değerlendirmesi***(radyasyon sınav)

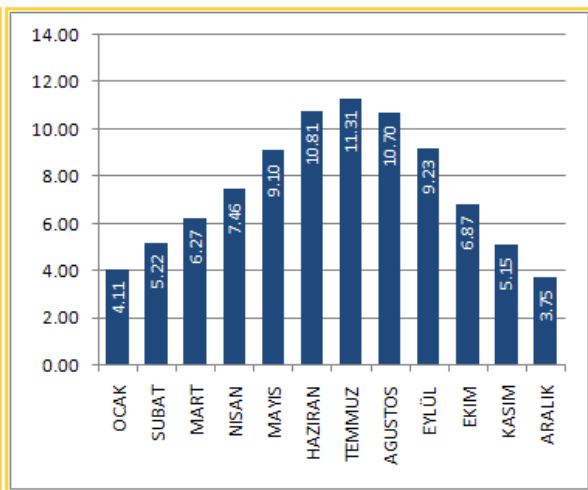
- Santralin tesis edileceği bölgenin, yılda en az 2000 saat güneşlenme süresine ve metrekare başına yıllık 1500 kWh'lık bir güneş enerjisi değerine sahip olması gereklidir.
- Ayrıca, 4 saatlik güneşlenme süresine sahip gün sayısının 150 den az olmaması gereklidir.
- Yukarıdaki şartları sağlayan bir bölgede santral tasarımı için şu çalışmaların yapılması gerekir.



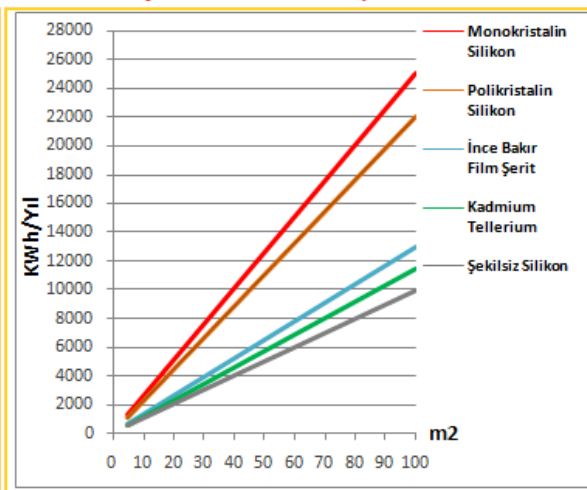
TÜRKİYE Global Radyasyon Değerleri (KWh/m²-gün)

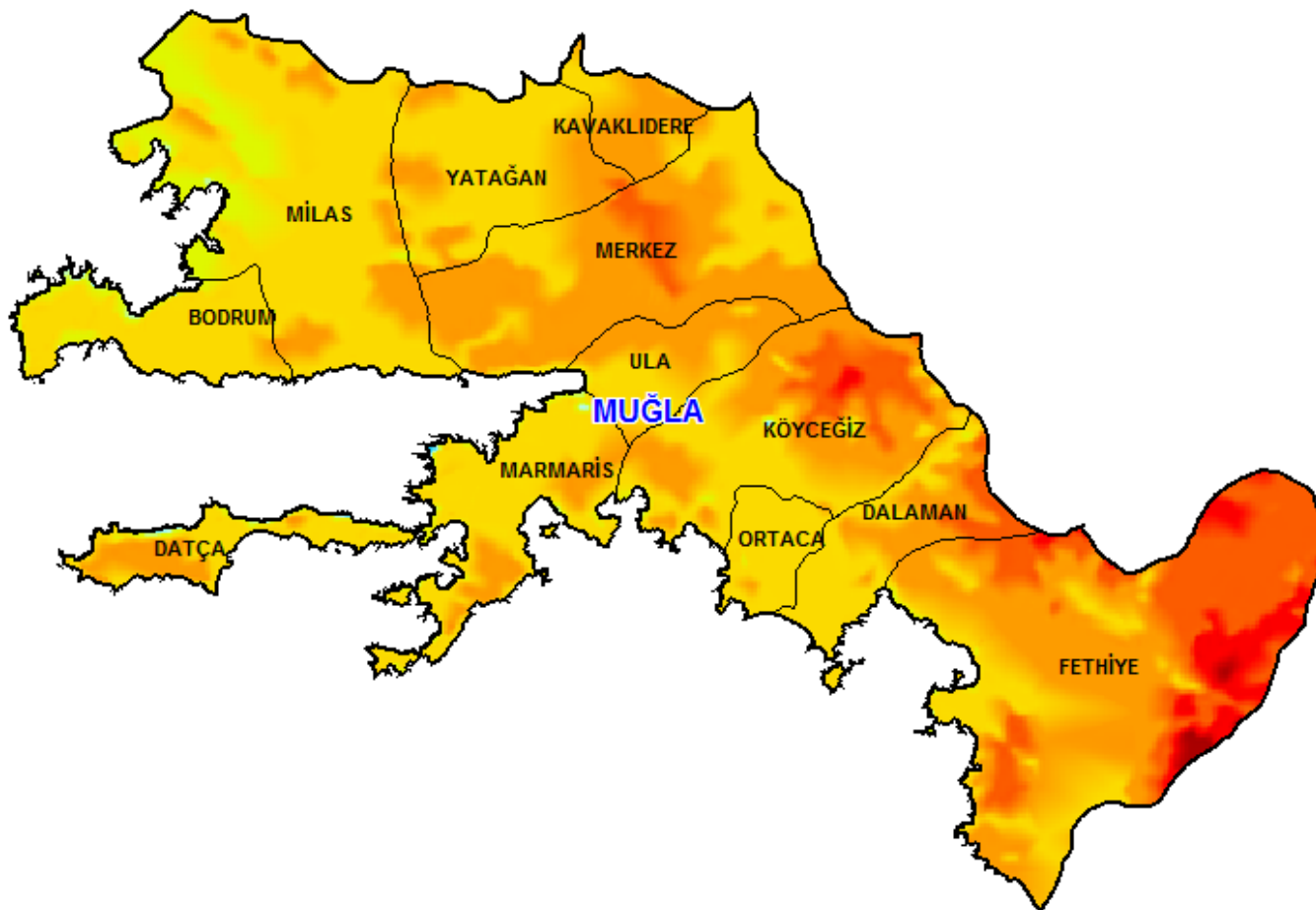


TÜRKİYE Güneşlenme Süreleri (Saat)

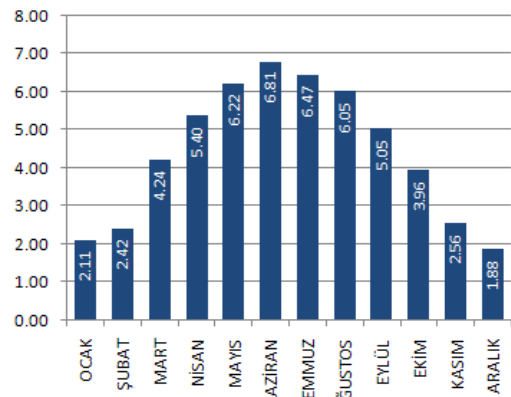


TÜRKİYE PV Tipi-Alan-Üretililecek Enerji (KWh-Yıl)

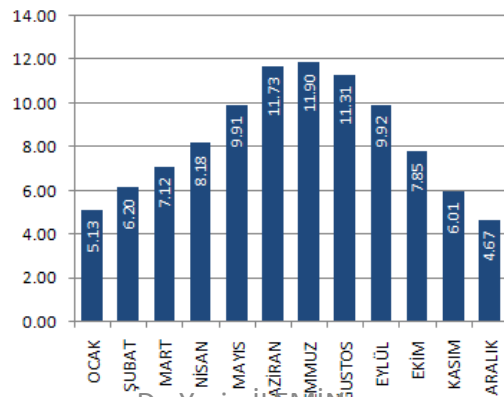




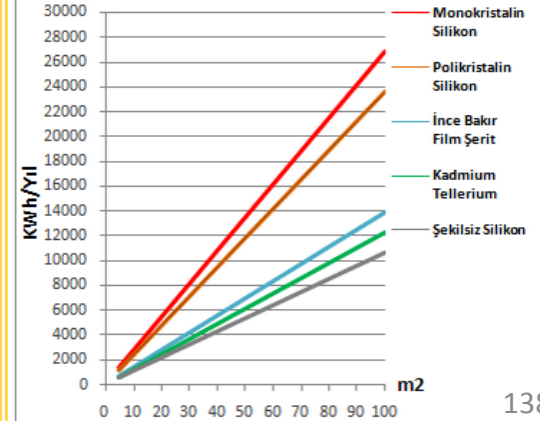
MUĞLA Global Radyasyon Değerleri (KWh/m²-gün)

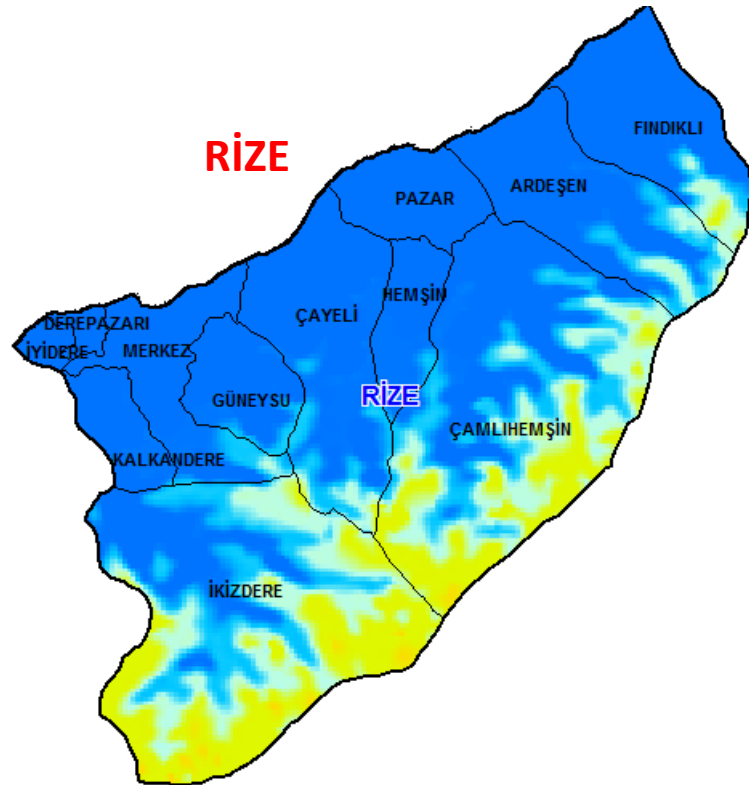


MUĞLA Güneşlenme Süreleri (Saat)



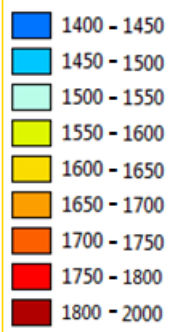
MUĞLA PV Tipi-Alan-Üretililecek Enerji (KWh-Yıl)



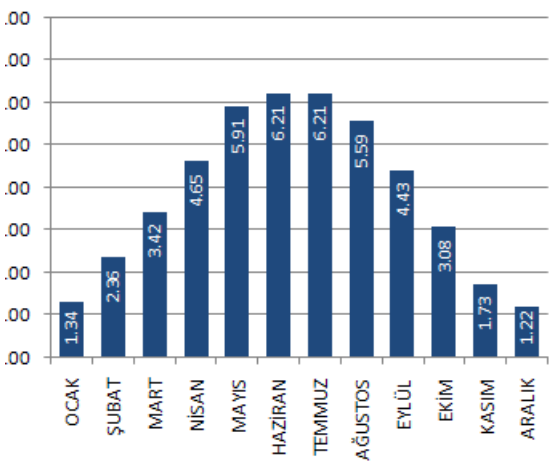


Toplam Güneş Radyasyonu

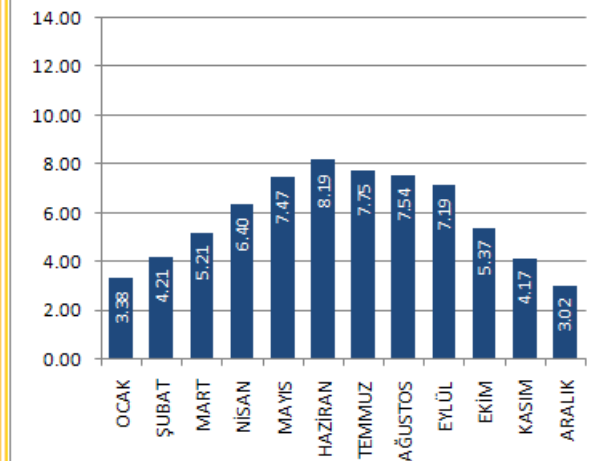
KWh/m²- yıl



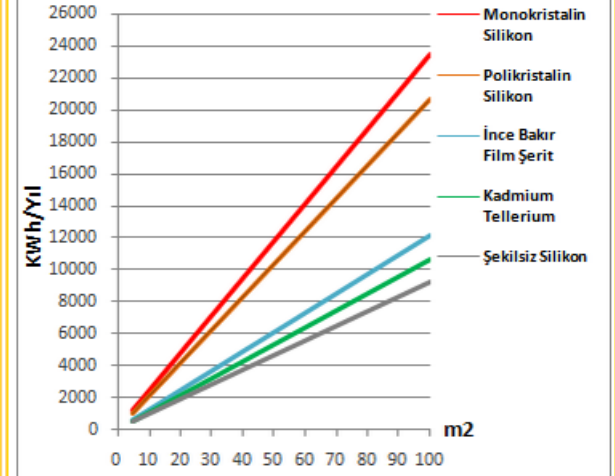
Global Radyasyon Değerleri (KWh/m²-gün)



RİZE Güneşlenme Süreleri (Saat)



RİZE PV Tipi-Alan-Üretililecek Enerji (KWh-Yıl)



Biyokütle Enerjisi (biyokütle enerjisi nedir fosil yakıtlara göre neden daha az?)

- Enerjinin çevresel kirliliğe yol açmadan sürdürülebilir olarak sağlanabilmesi için kullanılacak kaynakların başında ise biyokütle enerjisi gelmektedir.
- Biyokütle enerjisi tükenmez bir kaynak olması, her yerde elde edilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir.
- Biyokütle için mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizdeki algler, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan tüm organik çöpler (meyve ve sebze artıkları) kaynak oluşturmaktadır.
- Petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenmekte olan enerji kaynaklarının kısıtlı olması, ayrıca bunların çevre kirliliği oluşturması nedeni ile, biyokütle kullanımı enerji sorununu çözmek için giderek önem kazanmaktadır.

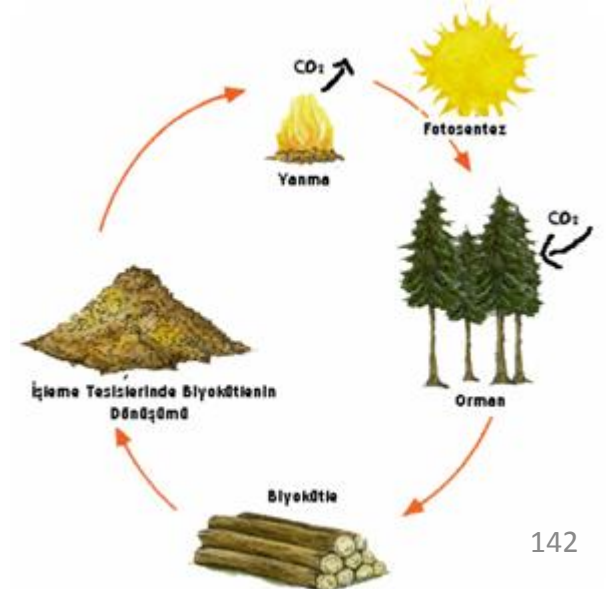
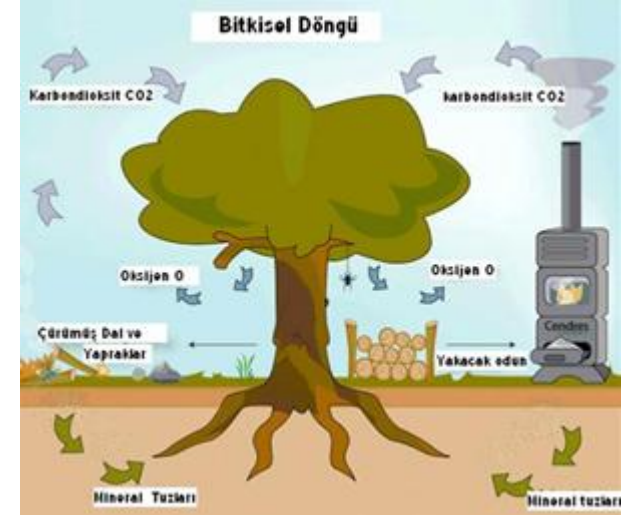


Biyokütle Enerjisi

- Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisinin fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır.
- Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak da tanımlanabilir.

Biyokütle Enerjisi

- Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler sentezleşirken tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijeni de atmosfere verir.
- Üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit ise, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biyokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, CO2 salımı açısından korunmuş olacaktır.
- Bitkiler yalnız besin kaynağı değil, aynı zamanda çevre dostu tükenmez enerji kaynaklarıdır.



Biyokütle Enerjisi

- Bitkilerin toprak altında milyonlarca yıl kalmasıyla oluşan fosil yakıtlar, aslında yukarıda tanımlanan biyokütle ile aynı özellikleri taşımalarına karşın yer altındaki sıcaklık ve basınçla değişime uğradıklarından, yakıldıklarında havaya bir çok zararlı madde atarlar.
- Ayrıca, milyonlarca yılda oluşan bu birikimin kısa süre içinde yakılması havadaki karbondioksit dengesinin bozulmasına yol açar ve bu da küresel ısınmaya neden olur.



Biyoyakıtların içerisindeki karbon, bitkilerin havadaki karbondioksiti parçalaması sonucu elde edildiği için, biyoyakıtların yakılması, dünya atmosferinde net karbondioksit artışına neden olmaz

Biyokütle Enerjisinin Avantajları

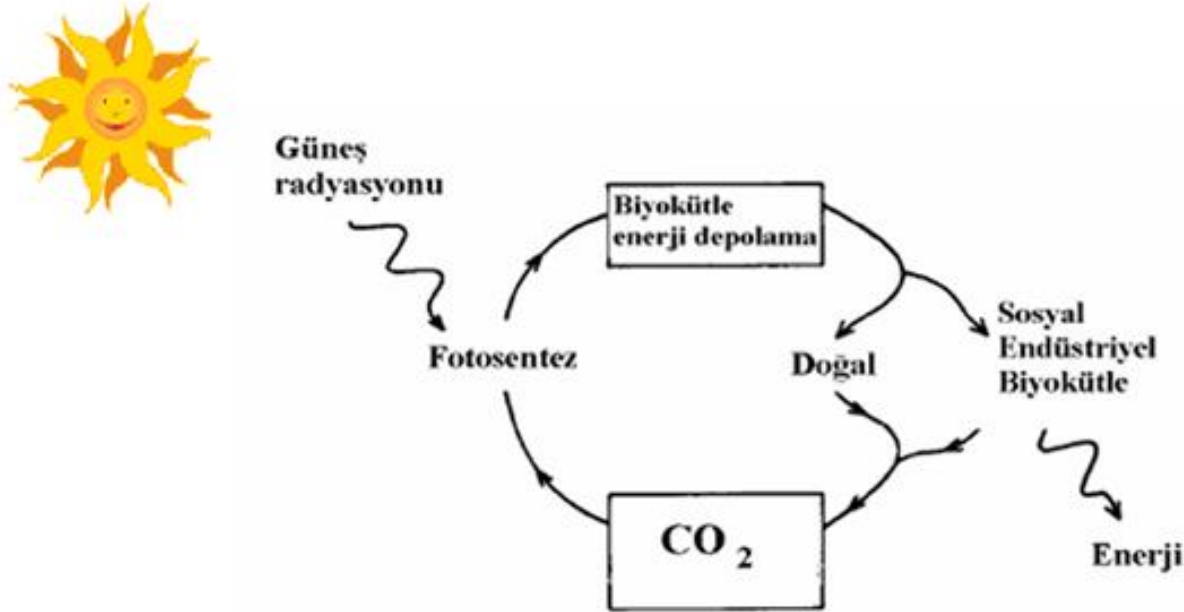
- ✓ Fosil yakıt kaynakları kullanılarak yapılan enerji üretiminin çevreye zarar verdiği bilinmektedir. Artık kullanılacak olan herhangi bir enerji kaynağı çevre etkisi ile birlikte değerlendirilmektedir.
- ✓ Küresel çevre sorunları doğrudan doğruya tüketilen enerjiye, daha doğrusu yüksek oranda kükürt ve diğer zararlı maddeleri içeren fosil yakıt kullanımına bağlıdır.
- ✓ Dünyada son yüzyılda enerji tüketimi 17 kat artarken fosil yakıtlardan kaynaklanan ve atmosfere atılan CO₂, SO₂ ve NO_x gibi zararlı gazlarda aynı oranda artmıştır.
- ✓ Biyokütlenin bölgesel ve modern işletilmesi ile özellikle enerji hatlarından uzak bölgelerde, gelişen ve kendi kendine yetecek enerjilerini de elde eden yerleşim alanları oluşturmak mümkündür.
- ✓ Biyokütleden enerji eldesi için, daha çok tarım işçiliğine gerek duyulduğundan, biyoenerji konusu, özellikle kırsal kesimde iş alanları yaratma açısından ideal bir seçenektir. Gelişmekte olan ülkelerin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri olan kırsal kesimden büyük şehirlere göç olayını da bu şekilde önlemek mümkün olabilir.
- ✓ Biyokütlenin oldukça çorak alanlarda yetişmesi ile daha önce yararlanılamayan toprakların kullanılması ve kırsal alanların yetiştiricilik açısından değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Biyokütlenin Enerji Kaynağı Olarak Avantajları

- Hemen her yerde yetiştirilebilmesi
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi
- Her ölçekte enerji verimi için uygun olması
- Düşük ışık şiddetlerinin yeterli olması
- Depolanabilir olması
- 5-35 arasında sıcaklık gerektirmesi
- Sosyo ekonomik gelişmelerde önemli olması
- Çevre kirliliği oluşturmaması
- Sera etkisi oluşturmaması
- Asit yağmurlarına yol açmaması

Biyokütle Yetiştiriciliği

- Biyokütle yetiştiriciliğinin amacı enerji ormanları ve enerji tarımı ile modern biyokütle yakıt hammaddesini elde etmektir.
- Ormancılık ve tarıma dayalı bu yetiştiriciliğin temelinde bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla bünyelerinde depolamaları esası yatmakta olup hızlı fotosentezle çabuk büyüyen bitkiler üzerinde durulmaktadır.



Biyokütle Yetiştiriciliği

- Enerji kaynakları arasında en çok bilinen ve ilk kullanılan odundur.
- Biyokütle enerjisi olarak odun, yetişmesi uzun yıllar alan ağaçların kesilmesi ile elde edildiğinde, ormanların yok olmasına ve büyük çevre felaketlerine yol açmaktadır.



Biyokütle Yetiştiriciliği

Günümüzde biyokütle enerjisini klasik ve modern olarak iki sınıfta ayırmak olanaklıdır:

- Ağaç kesiminde elde edilen odun ve hayvan atıklarından oluşan tezeğin basit şekilde yakılması klasik biyokütle enerjisi,
- Enerji bitkileri, enerji ormanları, ve ağaç endüstrisi atıklarından elde edilen biodizel, atanol gibi çeşitli yakıtlar, tarım kesimindeki bitkisel ve hayvansal atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları modern biyokütle enerjisinin kaynağı olarak tanımlanır.

Modern biyokütle eldesini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz:

- a) Enerji Ormanları
- b) Enerji Tarımı - Yüksek verimli enerji bitkileri

Biyokütle Yetiştiriciliği

a) Enerji Ormanları

Bugün dünyada kara kavak, balzam kavakları, titrek kavaklar, söğüt, okaliptus ve yarı kurak alan bitkisi olarak da cynara gibi hızlı büyüyen ağaçlar enerji amacıyla yetiştirilmektedir.



Biyokütle Yetiştiriciliği

- Bu ağaçlar oldukça değişik iklim ve toprak koşullarında yetişebildiği gibi büyüme hızları da diğer ağaçlara göre 10-20 kat arasında değişmektedir.
- Günümüzde biyoteknolojik yöntemlerle enerji ağaçlarının büyüme hızları daha da artırılabilir. Bu ağaçların genelde her 5 yılda bir budanarak yeniden büyümeleri sağlanır ve hasat edilen dallar biyokütle kaynağı olarak kullanılır.
- Enerji ormanlarından elde edilen ortalama yıllık verim, hektardan 22 ton dolayında biyokütle olmaktadır. Enerji ağaçları ile hem var olan ormanların korunması, hem de çevre kirliliğini azaltmak olanaklıdır.



Biyokütle Yetiştiriciliği

b) Enerji Tarımı - Yüksek verimli enerji bitkileri

- ✓ Son yıllarda, yüksek büyüme hızlarına sahip ve oldukça verimsiz topraklarda bile yetişebilen enerji bitkileri üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır.
- ✓ Bu bitkilerle, günümüzde enerji tarımı olarak da tanımlanabilen tek yıllık veya çok yıllık bitkilerle yapılabilen yeni bir tarım türü geliştirilmiştir.
- ✓ Enerji tarımında kullanılan bitkilerin bazılarının tohumları genetik mühendisliği yardımıyla geliştirilmektedir.

Biyokütle Yetiştiriciliği

- Enerji bitkileri C4 tipi bitki (Panicum-, Pennsimum-, şekerkamışı, mısır, şeker pancarı, tatlı darı (sweet sorghum), ülkemizde fazla tanınmayan Miscanthus gurubu olarak adlandırılmaktadır.



Biyokütle Yetiştiriciliği

C4 Bitkilerinin Genel Özellikleri

- Yüksek sıcaklığa gereksinim duyarlar,
- Suyu gereksinimleri daha azdır,
- Mevsimsel kuraklığa dayanıklıdırlar,
- Başlangıçta 4 karbon atomu içeren organik molekülleri bağlarlar,
- Işık şiddetini kullanma yetenekleri yüksektir.



Biyokütle Yetiştiriciliği

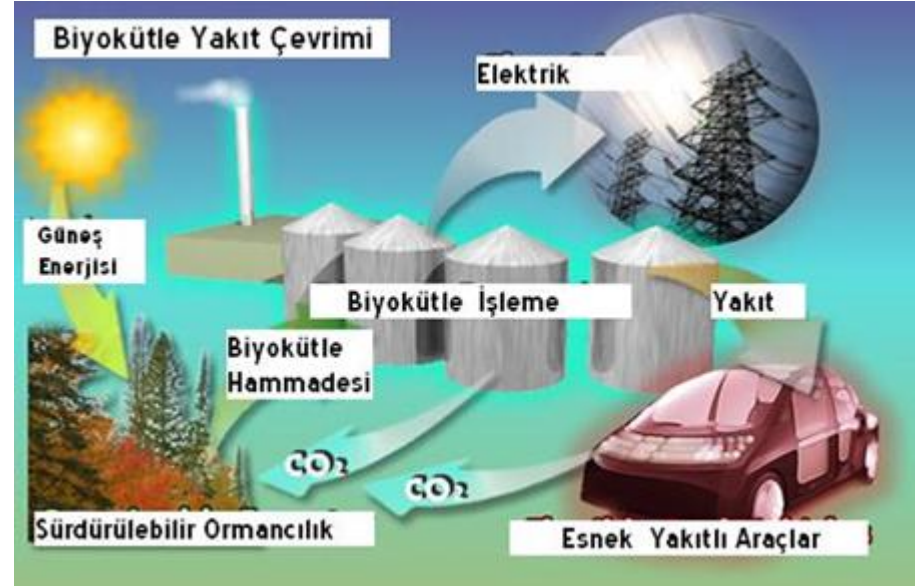
- Bazı bitkiler, havadaki karbondioksit derişimi belli bir oranın altına düştüğünde, solunum yapamazlar.
- Fakat, C4 bitkilerinin en önemli özelliklerinden biri atmosferdeki her karbondioksit molekülünü soğurabilmesidir.
- Diğerkültür bitkilerine göre ise fotosentezde karbondioksiti (CO₂) daha iyi değerlendirebilmektedir.



Dr. Yasin İLEMIN

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- Biyokütle materyalleri biyokütle çevrim teknikleri ile işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlara çevrilir.
- Çevrim sonunda biyodizel, biyogaz, biyoetanol, pirolitik gaz gibi ana ürün olan yakıtların yanı sıra, gübre, hidrojen gibi yan ürünler de elde edilmektedir.
- Biyokütleden enerjinin yanısıra, mobilya, kağıt, yalıtım malzemesi yapımı alanlarında da yararlanılmaktadır.



Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- **Biyokütle Kaynakları Kullanılan Çevrim Teknikleri, Bu Teknikler Kullanılarak Elde Edilen Yakıtlar Ve Uygulama Alanları**

<u>Biyokütle</u>	<u>Çevrim Yön.</u>	<u>Yakıtlar</u>	<u>Uygulama alanları</u>
• Orman artıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
• Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
• Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
• Hayvansal atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
• Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
• Alglar	Hidroliz		Sentetik yağ, Roketler
• Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
• Bitkisel ve Hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma,seracılık

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- **Doğrudan Yakma**

- ✓ Biyokütlenin doğrudan yakılarak enerji üretilmesi, bilinen en eski yöntem olmasına karşın, son yıllarda verimi yükseltmek için yeni yakma sistemleri geliştirilmektedir.
- ✓ Yanma, biyokütle içindeki yanabilir maddelerin oksijenle hızlı kimyasal tepkimesi olarak tanımlanır. Bu ısı veren bir tepkimedir ve kimyasal tepkime sonucu ortaya çıkan atık maddeler karbondioksit, su buharı ve bazı metal oksitlerdir.

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- **Havasız Çürütme**

- ✓ Havasız çürütme biyolojik bir işlem olup, oksijensiz ortamda yaşayabilen mikroorganizmalar tarafından yapılır ve

organik madde + bakteri + su = metan + karbondioksit + hidrojen, kükürt + kararlı, gübre + bakteri

- ✓ olarak ifade edilir. Bu işlem ancak tümüyle oksijensiz bir ortamda gerçekleşebilir.
- ✓ Bilindiği gibi biyokütle, mikroorganizmalar yardımıyla, oksijensiz ortamda fermantasyona uğrayarak, geride değerli bir gübre, metan gazı ve karbondioksit bırakmaktadır.

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

• Fermantasyon

- ✓ Biyokütlerde, bilindiği üzere değişik oranlarda, hemiselüloz ve lignin bulunmaktadır.
- ✓ Selüloz enzimatik hidrolizin arkasından uygulanan, kimyasal hidroliz, enzimler veya kimyasal işlemler ile glikozla parçalanabilir.
- ✓ Kimyasal hidroliz şartları bazen glikozu bozabildiği için, bu işlem son derece dikkatle yapılması gerekmektedir.
- ✓ Glikozun fermantasyonu ile etanol, aseton, bütanol ve ham petrol ürünlerinden elde edilen ürünlere eş değer bir çok kimyasal ürün elde edilebilir.

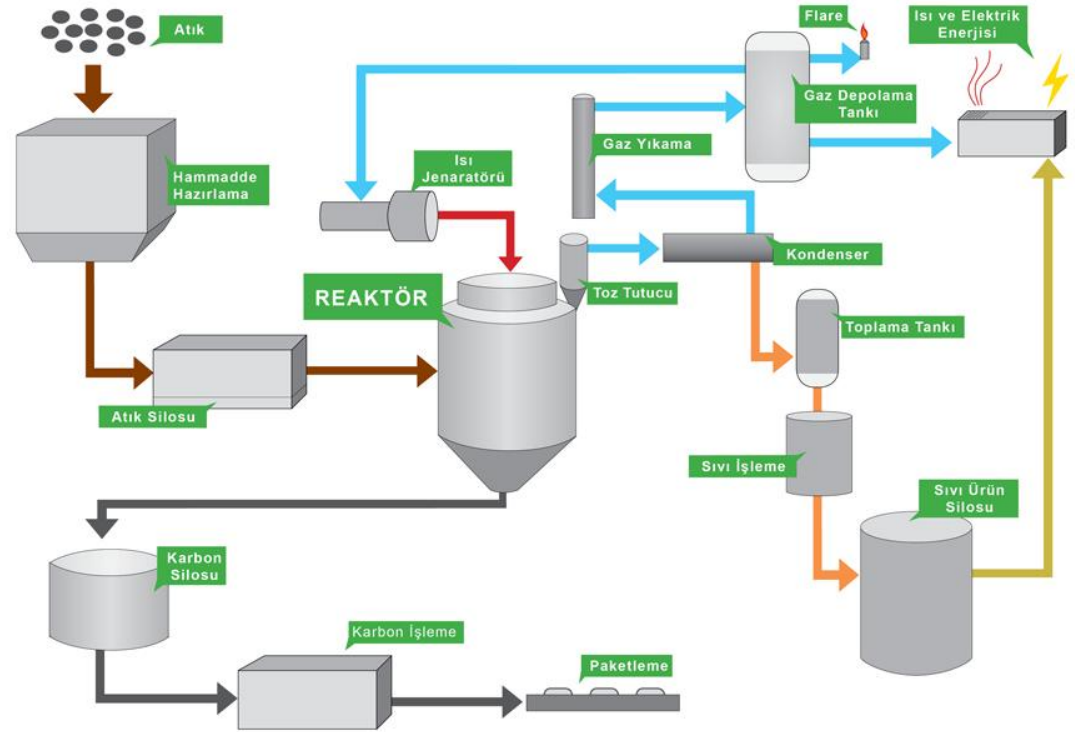


Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- **Piroliz**

- ✓ Piroliz, biyokütleden gaz elde etmek için kullanılan en eski ve basit bir yöntem olup, oksijensiz ortamda odunun 900oC'ye kadar ısıtılması ile oluşan kimyasal ve fiziksel olaylar dizisi olarak tanımlanır.

- ✓ Piroliz sonucu gazlar, katran, organik bileşikler, su ve odun kömürü gibi maddeler elde edilir.



Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- **Gazlaştırma**

- ✓ Gazlaştırma, karbon içeren biyokütle gibi katıların yüksek sıcaklıkta bozunması ile yanabilir gaz elde etme işlemidir.
- ✓ Bu işlem sırasında denetimli bir şekilde yakıt hücresine verilen hava ile biyokütle yakılır ve çıkan ürünler arasında hidrojen, metan gibi yanabilir gazların yanı sıra karbonmonoksit, karbondioksit ve azot bulunur.

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

- **Biyofotoliz**

- ✓ Biyofotoliz, bazı mikroskobik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde edilme işlemidir.
- ✓ Deniz suyu içindeki bu algler bir tür güneş pili gibi çalışarak deniz suyunu fotosentetik olarak ayrıştırmaktadır.

Biyodizel



Biyodizel

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

Biyodizel

- Biyodizel petrol içermez; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir.
- Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir.

Biyodizel



Biyodizel

Biyodizel, dizel ile karışım oranları bazında aşağıdaki gibi adlandırılmaktadır:

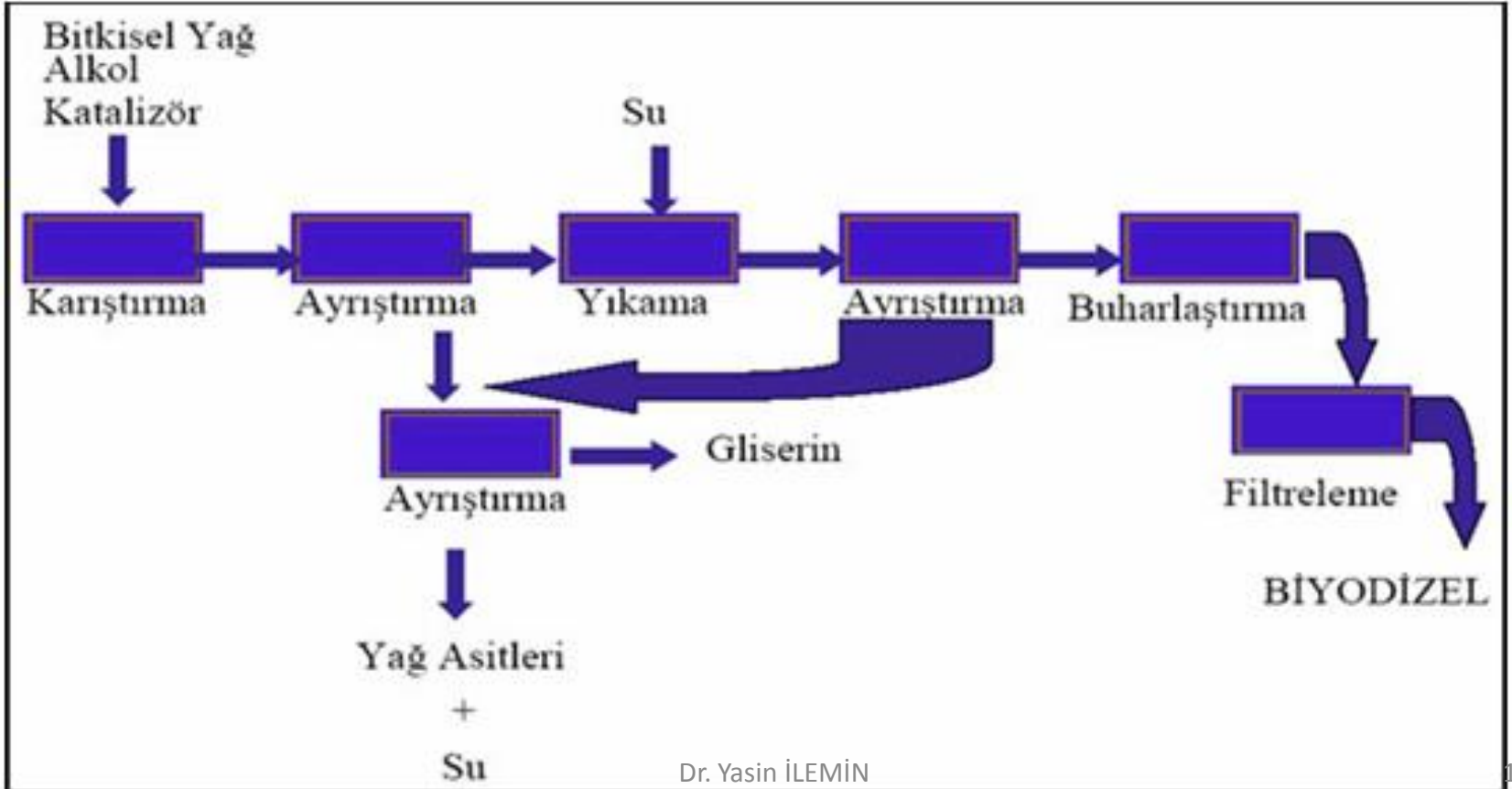
- B5 = %5 Biyodizel + %95 Dizel
- B20 = %20 Biyodizel + %80 Dizel
- B50 = %50 Biyodizel + %50 Dizel
- B100 = %100 Biyodizel

Biyodizel

- **Biyodizel Üretim Yöntemi**
 - ✓ Biyodizel üretiminin çeşitli metodları olmakla birlikte, günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem transesterifikasyon (alkoliz) yöntemidir.
 - ✓ Transesterifikasyon reaksiyonunda hammadde olarak kullanılacak yağ, monohidrik bir alkolle (etanol, metanol), katalizör (asidik, bazik katalizörler ile enzimler) varlığında ana ürün olarak yağ asidi esterleri ve gliserin vererek esterleşir.
 - ✓ Ayrıca esterleşme reaksiyonunda yan ürün olarak mono ve di-gliseridler, reaktan fazlası ve serbest yağ asitleri oluşur. Biyodizel üretiminde, kanola (kolza), ayçiçek, soya vb. yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlar, atık kızartmalık yağlar ve hayvansal yağlar ile alkol olarak metanol, katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum hidroksit, potasyum hidroksit ve sodyum metilat) tercih edilmektedir.

Biyodizel

- **Biyodizel Üretim Aşamaları**



Biyodizel

• Biyodizel Yakıt Özellikleri

- ✓ Biyodizelin alevlenme noktası, dizelden daha yüksektir (>110 °C). Bu özellik biyodizelin kullanım, taşınım ve depolanmasında daha güvenli bir yakıt olmasını sağlar.
- ✓ Biyodizel petrol kaynaklı dizel ile her oranda tam olarak karıştırılabilmektedir. Bu özellik petrol kaynaklı dizelin kalitesini yükseltir. Örneğin yanma sonucu oluşan çevreye zararlı gazların emisyon değerlerini düşürür, motordaki yağlanma derecesini artırır ve motor gücünü azaltan birikintileri çözer.
- ✓ Biyodizelin setan sayısı, dizelin setan sayısından daha yüksek olduğu için motor daha az vurunutulu çalışmaktadır. (setan = dizel yakıtın tutuşma kalitesinin göstergesidir)
- ✓ Biyodizel, dizel yakıt kullanan motorlarda herhangi bir teknik değişiklik yapılmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. 1996 yılı öncesinde üretilen bazı araçlarda kullanılan doğal kauçuk malzemesi biyodizel ile uyumlu kullanılamamıştır. Çünkü biyodizel, doğal kauçuktan yapılan hortum ve contaları tahrip etmiştir. Ancak, bu problemler B20 (%20 biyodizel - %80 dizel) ve daha düşük oranlı biyodizel/dizel karışımlarında görülmez.
- ✓ Biyodizel çözücü özelliği nedeniyle dizel yakıtın depolanmasından kaynaklanan yakıt deposu duvarlarındaki ve borulardaki kalıntıları-tortuları çözdüğü için filtrelerin tıkanmamasına yönelik önlemler alınmalıdır. Ayrıca yakıt istasyonları ve araç tamirhanelerinde herhangi bir değişikliğe gerek yoktur.

Biyodizel

Yakıt Özellikleri	Birim	Sınır Değeri (min - max)	Biyodizel	Dizel
Kapalı Formül			$C_{19}H_{35,2}O_2$	$C_{12,226}H_{23,29}S_{0,0575}$
Molekül Ağırlığı	g/mol		296	120 - 320
Alt Isıl Değeri				
Kütlesel	Mj/kg		37,1	42,7
Hacimsel	Mj/L		32,6	35,5
Özgül Ağırlığı (15 °C)	kg/L	0,875 - 0,90	0,87 - 0,88	0,82 - 0,86
Kinematik Viskozite (40 °C)	mm ² /s	2 - 4,5	4,3	2,5 - 3,5
Tutuşma Noktası	°C	55 - ...	>100	>55
Kükürt İçeriği	% Kütlesel	... - 0,05	<0,01	<0,05
Tutuşma Katsayısı	Setan Sayısı	49 - ...	>55	49 - 55
Kül	% Kütlesel	... - 0,01	<0,01	<0,01
Su Miktarı	mg/kg	... - 200	<300	<200

Biyodizel

- **Biyodizel Çevresel Özellikler**

- ✓ Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, fotosentez yolu ile CO₂ 'i (karbon dioksit) dönüştürüp karbon döngüsünü hızlandırdığı için, sera etkisini arttırıcı yönde etki göstermez.
- ✓ Tükettiğimiz biyodizelden atmosfere verilen CO₂ , biyodizel üretiminde kullanılacak olan yağ bitkisi tarafından en fazla bir yıl içinde geri alınacaktır.
- ✓ Bu açıdan bakıldığında: biyodizel üretimi, CO₂ emisyonları için doğal bir yutak olarak nitelendirilebilir ve Dünya'nın en önemli çevresel sorunlarından olan ve fosil yakıtların geri alınamayan CO₂ emisyonlarının yol açtığı sera etkisi sonucunda ortaya çıkan küresel ısınmadan kaynaklanan olumsuzlukların indirgenmesi bağlamında önemli katkılar sağlar.



Biyodizel

- Suya bırakıldığında 28 günlük bir sürecin sonunda biyodizelin yüzde 95'i çözülürken, dizelde bu oran yüzde 40 mertebelerine kadar düşmektedir.
- Bu nedenle, özellikle ABD'nde birçok eyalette, göller ve nehirler gibi sucul alanlarda kullanılan ulaşım araçlarında ve teknelerde saf biyodizel kullanımı zorunlu kılınmıştır.



Biyodizel

- ✓ Bakteriler tarafından kolayca ayrıştırılabildiği için çevre dostu olarak kabul edilen biyodizelin içerdiği kükürt miktarı, dizele oranla çok daha düşüktür.
- ✓ Bu da dizel yerine biyodizelin kullanılması durumunda, asit yağmuru gibi olumsuz çevresel etkilerin oluşmasını önler.
- ✓ Ayrıca CO emisyonlarının düştüğü, partikül madde ve yanmamış hidrokarbonların (HC) da daha az salındığı kanıtlanmıştır.
- ✓ Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımı kullanımı ile CO, PM, HF, SO_x ve CH₄ emisyonlarında azalma, NO_x ve HCl emisyonlarında ise artma görülmektedir.
- ✓ Biyodizel biyolojik karbon döngüsü içinde fotosentez ile karbondioksiti dönüştürür, karbon döngüsünü hızlandırır, ayrıca sera gazı emisyonunu arttırıcı yönde etkisi yoktur.
- ✓ Biyodizel, dizel yakıttan daha düşük egzoz gazı emisyonu vermektedir. Egzoz gazı emisyonu yönünden incelendiğinde CO, HC, SO_x, PM emisyonlarının dizel yakıttan daha az, NO_x emisyonlarının ise fazla olduğu görülmektedir.

Biyodizel

- ✓ Sülfür emisyonu saf biyodizel kullanımında tamamen bertaraf edilebilmektedir. Dizel yakıtla kıyaslandığında biyodizel kullanımıyla birlikte sülfür oksit ve sülfat emisyonuyla oluşan kirlilik temizlenmekte ve yok olmaktadır.
- ✓ Dizel yakıtlara göre biyodizel kullanımlarındaki karbon monoksit salınımı % 48 daha azdır.
- ✓ Partiküllü ortamda gerçekleşen solunum insan sağlığını tehlikeye atmaktan öte değildir. Dizel yakıtlara göre biyodizel kullanımlarında açığa çıkan partikül miktarı % 47 daha azdır.
- ✓ Biyodizel kullanımında dizel yakıtı göre yanmamış hidrokarbon oranı, % 67, CO 2 emisyonu %80, kanserojen etkisi olan aromatik hidrokarbonlar ise %75 - %90 oranında daha azdır.
- ✓ Biyodizel kükürt içermez. Bu yüzden egzoz emisyonu azaltma ve NOx kontrol teknolojileri biyodizel yakıtı kullanan sistemlerde rahatlıkla uygulanabilir. Konvansiyonel dizel yakıtı kükürt içerdiği için NOx kontrol teknolojilerine uygun değildir.
- ✓ Biyodizel kükürt içermediğinden kükürt dioksit emisyonu oluşturmaz. Bu çok önemli bir avantajdır. Bu emisyon özellikleri ile kanser yapıcı etkenler azalmakta ve kanser riski % 90'a varan oranlarda düşmektedir.

Biyodizel

B100 ve B20 oranında Biyodizel kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek emisyon değerlerinin dizel yakıtlarla karşılaştırılması (EPA)

Emisyonlar	B20 (%)	B100 (%)
Yanmamış Toplam Hidrokarbonlar	-20	-67
Karbonmonoksit (CO)	-12	-48
Partikül Madde (PM)	-12	-47
Sülfatlar	-20	-100
PAH (Polisilik Aromatik Hidrokarbon)	-13	-80
nPAH (Nitratlı PAH'lar)	-50	-90
Hidrokarbonların Ozon Tabakasına Etkisi	-10	-50
Hidroflorik Asit (HF)	-2.10	-15.51
Kükürt Oksitler (SO _x)	-1.61	-8.03
Metan (CH ₄)	-0.51	-2.57
Azot Oksitler (NO _x)	+/- 2	+10
Hidroklorik Asit (HCl)	2.71	13.54

Biyodizel

Biyodizelin Depolama Koşulları

- Dizel yakıt için gerekli dağıtım ve depolama yöntem ve kuralları biyodizel için de geçerlidir.
- Biyodizel temiz, kuru, karanlık bir ortamda depolanmalı, aşırı sıcaktan kaçınılmalıdır.
- Depo tankı malzemesi olarak yumuşak çelik, paslanmaz çelik, florlanmış polietilen ve florlanmış polipropilen seçilebilir.
- Depolama, taşıma ve motor malzemelerinde bakır, kurşun, çinko kullanılmaması önerilmektedir.
- Bazı elastomerlerin, doğal ve butil kauçukların kullanımı da sakıncalıdır; çünkü biyodizel bu malzemeleri parçalamaktadır.
- Bu gibi durumlarda biyodizelle uyumlu Viton B tipi elastomerik malzemelerin kullanımı önerilmektedir.



Biyodizel

- Depolama tanklarının bileşiminde alüminyum, çelik, florlanmış polietilen, florlanmış polipropilen ve teflon bulunabilir ancak; bakır, pirinç, kurşun, kalay ve çinko bulunmamasına dikkat edilmelidir.

Biyodizel

Biyodizelin Dizel Motorlarda Kullanımı

- Biyodizelin alevlenme sıcaklığı dizel yakıta nazaran daha yüksektir.
- Bu nedenle taşınması ve depolanması daha güvenli bir yakıttır.
- Biyodizel ısı değeri motorinin ısı değerine oldukça yakın değerde olup, biyodizelin setan sayısı motorinin setan sayısından daha yüksektir.
- Biyodizel kullanımı ile motorine yakın özgül yakıt tüketimi, güç ve moment değerleri elde edilirken, motor daha az vuruntulu çalışmaktadır.
- Biyodizel motoru güç azaltıcı birikintilerden temizleme ve motorinden çok daha iyi yağlayıcılık özelliklerine sahiptir.
- Dizel motorlar biyodizel kullanarak da çalışabilirler. Dizel motorlar, havanın önce sıkıştırıldığı, sonra da yakıtın ultra-sıcak, ultra-basınçlı yanma bölümüne püskürtüldüğü sıkıştırma ile başlatma ilkelerine göre çalışırlar.
- Yakıt/hava karışımını ateşlemek için bir kıvılcım kullanan benzinli motorların tersine dizel motorlarda sıcak havayı ateşlemek için yakıt kullanılır.
- Bu basit işlem sayesinde de dizel motorlar kalın yakıtlarda da çalışabilir.

Biyodizel

- Biyodizel kimyasal olarak dizel yakıtlara benzediği için herhangi bir dizel aracın yakıt deposuna doğrudan biyodizel katılabilir.
- Biyodizel, dizel yakıt kullanan motorlarda herhangi bir teknik değişiklik yapılmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir.
- Ancak biyodizel, 1996 yılı öncesinde üretilen bazı araçlarda kullanılan doğal kauçuk ile uyumlu değildir.
- Çünkü biyodizel, doğal kauçuktan yapılan hortum ve contaları tahrip eder. Ancak bu problemler B20 (% 20 biyodizel / % 80 dizel) ve daha düşük oranlı biyodizel/dizel karışımlarında görülmez.
- Bununla birlikte, biyodizelin çözücü özelliği nedeniyle dizel yakıtının depolanmasından kaynaklanan yakıt deposu duvarlarındaki ve borulardaki kalıntıları ve tortuları çözdüğü için filtrelerin tıkanmamasına yönelik önlemler alınmalıdır.
- Ayrıca yakıt istasyonları ve araç tamirhanelerinde herhangi bir değişikliğe gerek yoktur.
- Almanya'da 1996 yılından itibaren piyasaya sürülen VW ve AUDI motorlu araçların hepsinde ve Mercedes kamyonlarında biyodizel kullanımı tamamiyle serbest bırakılmıştır.
- Taksi amaçlı kullanılan Mercedes otomobiller de kullanımda serbesttir. Diğer Mercedes ve BMW 5 serisi için ek 300 DM'lik bir dönüşüme ihtiyaç vardır.
- Fransa'da Sofiproteol, Rouen, Novaol gibi biyodizel üreticileri, Peugeot, Citroen, Renault gibi otomotiv üreticileri ve Elf, Total gibi petrol firmaları genelinde Avrupa Birliği politik desteği ile gerçekleşen biyodizel üretimi kanola yağından sağlanmaktadır.

Biyodizel

Biyodizel Yakıtın Toplumsal Faydaları

- Biyodizel, dizel yakıtta eşdeğer olarak kullanılabilen temiz, yerli ve yenilenebilir alternatif bir yakıt.



Biyodizel

Biyodizel Yakıtın Toplumsal Faydaları

- Kırsal kesimin sosyo-ekonomik yapısında iyileşme ve yerel iş imkanı
- Göçün önlenmesine katkı
- Yeni iş imkanları yaratması

Biyodizel (Biyodizel Yakıtın Toplumsal Faydaları)

- Yabancı kaynaklı petrole bağımlılığı azaltmasıyla ülkeye ekonomik ve stratejik katkı
- Daha temiz yanma ürünleri nedeniyle sürdürülebilir gelecek ve toplum sağlığına katkı
- Ekonomiye katma değer sağlaması, yan sanayinin gelişmesine katkı
- Dışalımla harcanan dövizlerin ülke ekonomisine dönmesi
- İmalat sanayinin gelişmesine katkı
- Doğal enerji kaynaklarının ve çevrenin korunması
- Sürdürülebilir enerjiye destek
- Enerji tarımının (yağlı tohum tarımının) geliştirilmesi
- Sınırlı ve tükenebilir enerji kaynaklarına alternatif
- Zararlı sera gazları emisyonunda azalma
- Hava kirliliği ve toplum sağlığı risklerinde azalma

Biyodizel

(Biyodizelin Tüketim Alanları)

- Biyodizelin sahip olduğu özellikler, alternatif yakıtın dizel motorları dışında da yakıt olarak kullanımına olanak vermektedir.
- Biyodizel, 'Acil Durum Yakıtı' ve 'Askeri Stratejik Yakıt' şeklinde adlandırılabilir.
- Biyodizelin jeneratör yakıtı ve kalorifer yakıtı olarak da değerlendirilmesi mümkündür.
- Kükürt içermeyen biyodizel, seralar için mükemmel bir yakıt olabilir.
- Ayrıca yeraltı madenciliğinde, sanayide (gıda işleme sanayii de dahil) kullanımı önerilmektedir.
- Ülkemizde biyodizel çok soğuk bölgelerimizin dışında dizelin kullanıldığı her alanda kullanılacak bir yakıttır.
- Biyodizel motorin yakıtı yerine motorlu kara taşıtları ve deniz taşıtları gibi ulaştırma sektörünün yanı sıra, konut ve sanayi sektörlerinde de belirli karışım oranlarında yakıt olarak kullanılabilir.

DÜNYA BİYODİZEL ÜRETİMİ (Milyon Ton)

	ÜLKE	Miktar	Yüzde Pay (%)
1	A.B.	9,18	54
2	A.B.D.	1,65	9,7
3	Arjantin	1,57	9,3
4	Brezilya	1,55	9,1
5	Malezya	0,76	4,5
6	Avustralya	0,62	3,7
7	Diğer	1,64	9,7
Toplam		17,01	100,0

AB BİYODİZEL ÜRETİMİ

	ÜLKE	Üretim ('000 ton)
1	Almanya	2861
2	Fransa	1910
3	İspanya	925
4	İtalya	706
5	Belçika	435
6	Polonya	370
7	Hollanda	368
8	Avusturya	289
9	Portekiz	289
10	Danimarka/İsveç	246
11	Çek Cumhuriyeti	181
12	Finlandiya	288

13	İngiltere	145
14	Macaristan	149
15	Slovakya	88
16	<u>Lityanya</u>	85
17	Yunanistan	33
18	Letonya	43
19	Romanya	70
20	Bulgaristan	30
21	<u>Estonya</u>	3
22	İrlanda	28
23	Kuzey Kıbrıs	6
24	Slovenya	22
25	Malta	0
26	Lüksemburg	0
	TOPLAM	9570

Türkiye Biyodizel Üretimi

- Resmi gazetede yayımlanan 25 Şubat 2011 tarih ve 27857 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile Oto Biyodizel ve Yakıt Biyodizeline 0,9100 TL/Lt ÖTV uygulaması getirilmiştir.
- Biyodizel üretiminde maliyetin büyük bölümünü hammadde oluşturmaktadır. Üreticiler tarafından ÖTV uygulamasının getirilmesi ile biyodizel üretiminin maliyeti kurtarmadığı belirtilmiştir.
- Halihazırda da ülkemizde bu sektör duraklamış vaziyettedir. Çoğu üretici lisanslarını iptal ettirmiş, lisansı olanlarda üretim yapamaz duruma gelmiştir.
- Ülkemizde sadece bir firma tarafından 20 bin tonluk bir üretim yapıldığı bilinmektedir.
- Ülkemizde 2012 yılı itibari ile 34 adet biyodizel üretimi için İşleme Lisansı almış tesis bulunmaktadır.
- Bu tesislerin toplam biyodizel üretim kapasitelerinin 561.217 ton olduğu EPDK tarafından bildirilmiştir.

BİYOETANOL

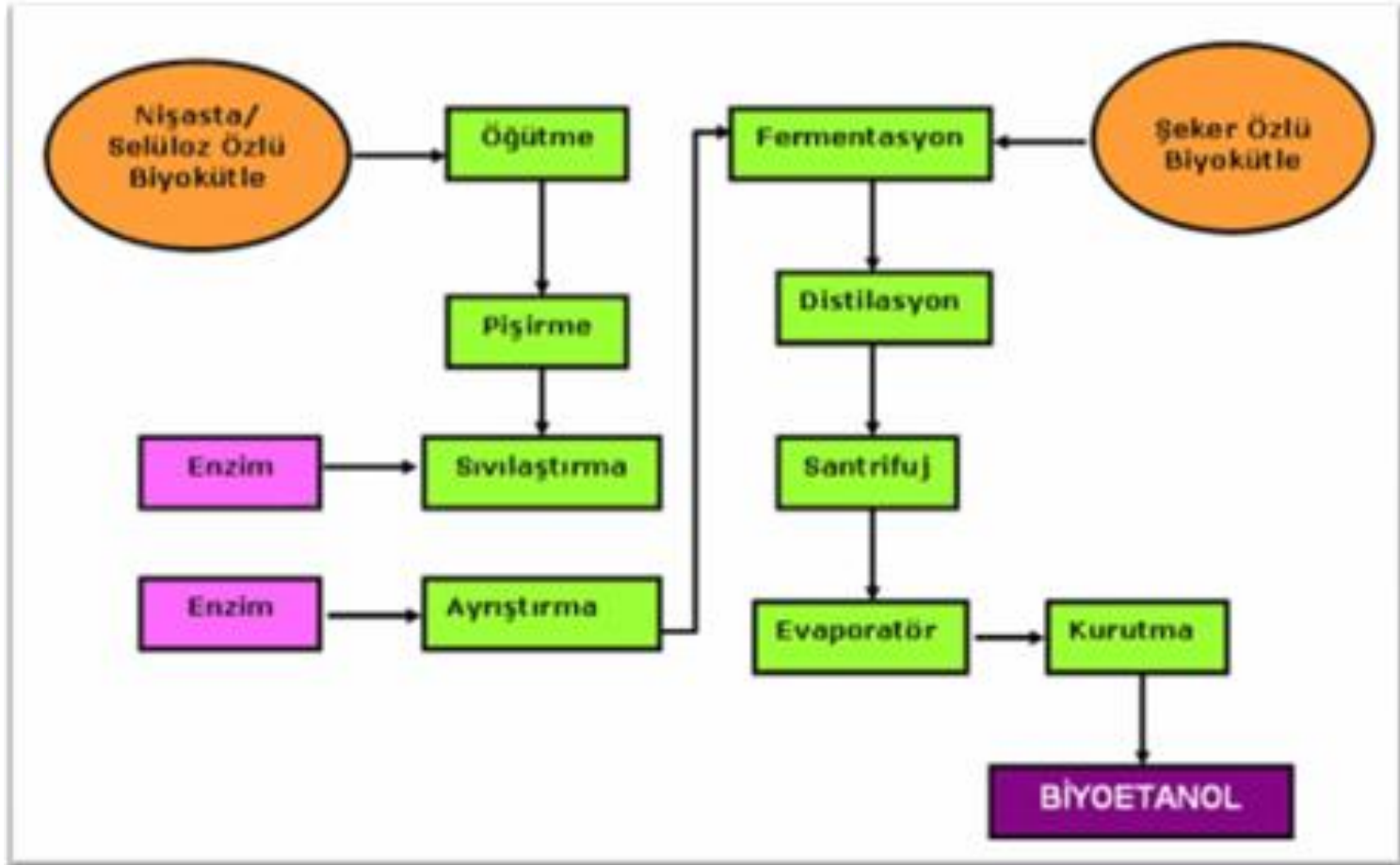
- Hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır.

Etanol, etil alkol veya **bitkisel alkol**; renksiz ve yanıcı bir kimyasal bileşik. Alkollü içeceklerde kullanılan tek alkol türüdür. Ayrıca bir kısım vitamin şuruplarında çözücü olarak kullanılmaktadır. Kimyasal formülü C_2H_6O olup EtOH ya da C_2H_5OH olarak da ifade edilmektedir.

BİYOETANOL

- Biyoetanol berrak, renksiz ve karakteristik bir kokuya sahip bir sıvıdır.
- Yüksek oktanlı bir yakıttır (113) olup kaynama noktası 78,5°C, donma noktası -114,1°C dir. Biyoetanol 20 °C de 0,789 gr/ml yoğunluğa sahiptir.
- İçten yanmalı motorlara herhangi bir modifikasyona ihtiyaç duyulmadan %10 miktarında harmanlanarak kullanılabilir.
- Biyoetanolün en yaygın iki kullanım şekli, E-10(%10 Biyoetanol+ %90 Benzin) ve E-85(%85 Biyoetanol+ %15 Benzin)'dir.

Biyometanol Eldesi



BİYOETANOL

- Biyoetanol yakıt içindeki oksijen seviyesini arttırmanın en kolay şeklidir. Yakıtın oksijen seviyesini arttırmak, yakıtın daha verimli yanmasını sağlayarak, egzoz çıkışındaki zararlı gazları azaltır,
- Biyoetanol yakıtlarda oktan arttırmak amacı ile kullanılan benzen, metil tersiyer bütül eter (MTBE) gibi kanserojen maddelerin çevreci alternatifidir,
- Biyoetanol egzoz emisyonlarını azaltır,
- Biyoetanol karışımları, ozon tabakasının azalmasına yol açan, hidrokarbon emisyonlarında büyük ölçüde düşüş sağlar,
- Yüksek seviyeli biyoetanol karışımları azot oksit emisyonlarında %20'ye kadar düşüş sağlar,
- Yüksek seviyeli biyoetanol karışımlarının kullanılması ile Uçucu Organik Madde (VOCs)'lerde %30 ve üstü azalma sağlanmaktadır (VOC's yer seviyesi ozon tabakasının oluşmasının en önemli sebeplerindendir),
- Biyoetanol kanserojen etkisi bulunan benzen ve butadin emisyonlarını %50 oranında azaltır,
- Biyoetanol, sülfür dioksit ve partikül emisyonlarında belirgin bir düşüş sağlar.

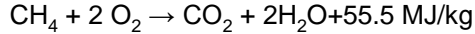
BAZI ÜLKELERİN BİYOETANOL ÜRETİMİ (Milyar Lt)		
1	A.B.D.	41
2	Brezilya	26
3	Fransa	0,9
4	Almanya	0,8
5	Çin	2,1
6	Arjantin	~ 0
7	Kanada	1,1
8	İspanya	0,4
9	Tayland	0,4
10	İngiltere	0,2
11	Kolombiya	0,3
12	İtalya	0,1
13	Belçika	0,2
14	Hindistan	0,2
15	Avusturya	0,1
TOPLAM		73,6

DÜNYA VE AB BİYOETANOL ÜRETİMİ (Milyar Lt)	
AB BİYOETANOL ÜRETİMİ	3.6
DÜNYA TOPLAM BİYOETANOL ÜRETİMİ	76

Biyogaz

- Organik bazlı atık/artıkların oksijensiz ortamda (anaeorobik) fermantasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz - kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan ve bileşiminde organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunan bir gaz karışımdır.

Metan, kimyasal formülü CH₄ olan bileşiktir. Normal sıcaklık ve basınçlarda gaz halinde bulunan metan, kokusuzdur. Doğal gazın bir bileşenidir ve önemli bir yakıttır. Oksijenin varlığında bir mol metanın yanmasıyla bir mol karbondioksit ve iki mol su ve 55.5 MJ/kg ısı açığa çıkar:



Metan, Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarından biridir. Ayrıca çöplerdeki metandan yakıt elde edilebilir.



Biyogaz

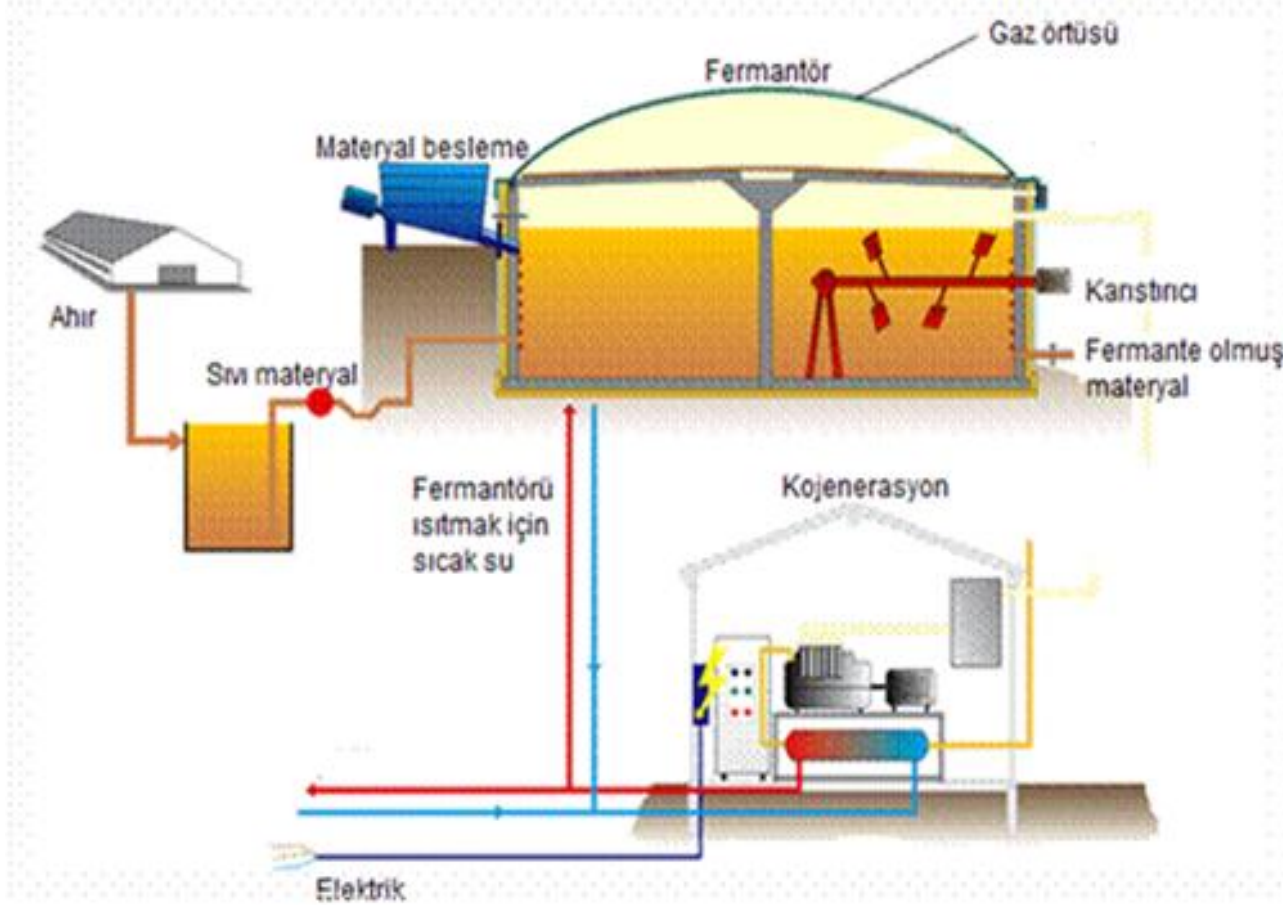
- **Biyogazın Isıl Değeri**

1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı 4700-5700 kcal/m³'dir.

- 1 m³ biyogaz;
- 0,62 litre gazyağı,
- 1,46 kg odun kömürü,
- 3,47 kg odun,
- 0,43 kg bütan gazı,
- 12,3 kg tezek ve 4,70 kWh elektrik enerjisi eşdeğerindedir.

1 m³ biyogaza 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin ve 0,25 m³ propan eşdeğer yakıt miktarlarıdır.

Biyogaz üretimi



Biyogaz Üretiminde Kullanılan Organik Atık/Artık Hammaddeler

- **Hayvansal Atıklar**

Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar özellikle kırsal kesimler için önerilen biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır.



Biyogaz Üretiminde Kullanılan Organik Atık/Artık Hammaddeler

- **Bitkisel Artıklar:**

İnce kıyılmış sap, saman, anız ve mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları ve çimen artıkları gibi bitkilerin işlenmeyen kısımları ile bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan artıklardır.

Bitkisel artıkların kullanıldığı biyogaz tesislerinin işletilmesi sırasında proses kontrolü büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kırsal kesimlerde bitkisel artıklardan biyogaz eldesi önerilmemektedir.



Biyogaz Üretiminde Kullanılan Organik Atık/Artık Hammaddeler

Organik İçerikli Şehir ve Endüstriyel Atıklar

- Kanalizasyon ve dip çamurları, kağıt, sanayi ve gıda sanayi atıkları, çözünmüş organik madde derişimi yüksek endüstriyel ve evsel atık sular biyogaz üretiminde kullanılmaktadır.
- Bu atıklar Özellikle belediyeler ve büyük sanayi tesisleri tarafından yüksek teknoloji kullanılarak tesis edilen biyogaz üretim merkezlerinde kullanılan atıklardır.

Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimleri ve Biyogazdaki Metan Miktarları

KAYNAK	BİYOĞAZ VERİMİ (litre/kg)	METAN ORANI (Hacim %'si)
Sığır Gübresi	90-310	65
Kanath Gübresi	310-620	60
Domuz Gübresi	340-550	65-70
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar Samanı	200-300	59
Arpa Samanı	290-310	59
Mısır sapları ve artıkları	380-460	59
Keten & Kenevir	360	59
Çimen	280-550	70
Sebze artıkları	330-360	Değişken
Ziraat atıkları	310-430	60-70
Yerfıstığı kabuğu	365	---
Dökülmüş ağaç yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atık su çamuru	310-800	65-80

Biyogaz Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Fermantörde (üretim tankı-sindireç) kesinlikle oksijen bulunmamalı,
- Antibiyotik almış hayvansal atıklar üretim tankına alınmamalı,
- Deterjanlı organik atıklar üretim tankına alınmamalıdır,
- Ortamda yeni bakteri oluşturulması ve büyümesi için yeterli miktarda azot bulunmalı,
- Üretim tankında asitlik 7,0 - 7,6 arasında olmalı,
- Metan bakterileri için substratta (S) sirke asidi cinsinden organik asit konsantrasyonu 500 - 1500 mg/litre civarında olmalı,
- Fermantör sıcaklığı 35 °C veya 56 °C de sabit tutulmalı,
- Üretim tankına ışık girmemeli ve ortam karanlık olmalı,
- Üretim tankında minimum %50, optimum %90 oranında su olmalı,
- Ortamda metan bakterilerinin beslenmesine yetecek kadar organik madde parçalanmış-öğütülmüş olarak bulunmalıdır.



Biyogaz Tesislerinin Tasarımı Ve Tasarımda Dikkat Edilmesi Gereken Parametreler

- Biyogaz tesisleri planlanan amaca göre farklı teknolojiler kullanılarak inşa edilmektedirler. Biyogaz tesislerinin kapasite olarak sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:
 - Aile tipi : 6 -12 m³ kapasiteli
 - Çiftlik tipi : 50 -100 -150- m³ kapasiteli
 - Köy tipi : 100- 200 m³ kapasiteli
 - Sanayi ölçekli tesisler : 1000 - 10.000 m³ kapasiteli

Aile tipi biyogaz tesisleri özellikle Çin'de çok yaygın bir şekilde kullanım yerlerine yakın yerlerde kullanılmaktadır. Aile tipi biyogaz tesisleri dışındaki diğer tesislerin çoğunda biyogazın oluştuğu ortamın (fermantör) ısıtılması optimum biyogaz üretimi için gerekli olmaktadır. Biyogaz üretiminde ortam sıcaklığının 35 °C civarında olması istenir. Biyogaz tesislerinde ısı kontrolünün sağlanması amacıyla güneş enerjisinden yararlanılabileceği gibi en pratik ve yaygın kullanılan sistem, tesisin içine yerleştirilen sıcak sulu serpantinlerden yararlanmaktadır.

Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler (detay)

a) Kesikli (Batch) Fermantasyon

Tesisin fermantörü (üretim tankı) hayvansal ve/veya bitkisel atıklar ile doldurulmakta ve alıkoyma - bekletme süresi kadar bekletilerek biyogazın oluşumu tamamlanmaktadır. Kullanılan organik maddeye ve sistem sıcaklığına bağlı olarak bekleme süresi değişmektedir. Bu süre sonunda tesisin fermantörü (reaktörü) tamamen boşaltılmakta ve yeniden doldurulmaktadır.

b) Beslemeli - Kesikli Fermantasyon

Burada fermantör başlangıçta belirli oranda organik madde ile doldurulmakta ve geri kalan hacim fermantasyon süresine bölünerek günlük miktarlarla tamamlanmaktadır. Belirli fermantasyon süresi sonunda fermantör tamamen boşaltılarak yeniden doldurulmaktadır.

c) Sürekli Fermantasyon

Bu fermantasyon biçiminde fermantörden gaz çıkışı başladığında günlük olarak besleme yapılır. Sisteme aktarılan karışım kadar gazı alınmış çökelti sistemden dışarıya alınır. Organik madde fermantöre her gün belirli miktarlarda verilmekte, alıkoyma süresi kadar bekletilmekte ve aynı oranlarda fermente olmuş materyal günlük olarak fermantörden alınmaktadır. Böylece günlük beslemelerle sürekli biyogaz üretimi sağlanmaktadır.

Tesis Tasarımında Dikkate Alınacak Hususlar



Tesis Tasarımında Dikkate Alınacak Hususlar

- Uygun hammadde miktarı, hammaddenin cinsi ve özellikleri, ısıtma ihtiyaçları, karıştırma ihtiyaçları, kullanılacak malzeme ve ekipmanların cinsi, tesisin kurulacağı yerin seçimi, tesis inşaatı ve tesisin yalıtımı, tesisin ısıtılması ve işletme koşulları, biyogazın depolanması ve dağıtımı, biyogazın taşınması, tesisten çıkan biyogübrenin depolanması, tarlaya taşınması ve dağıtımı ve biyogaz kullanım araçlarının belirlenmesi hususlarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

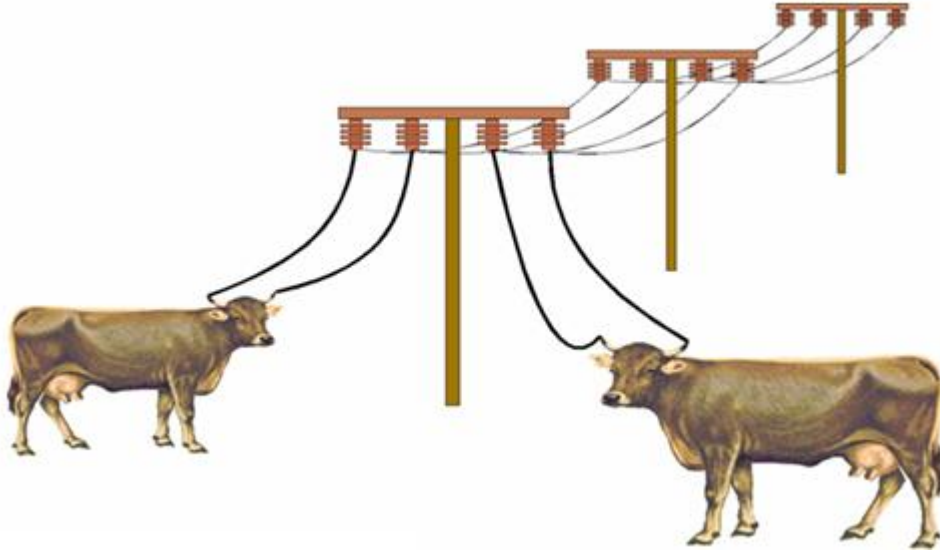


Biyogaz Üretiminin Yararları

- Hayvansal ve bitkisel organik atık/artık maddeler, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir.
- Bu tür atıkların özellikle yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görülmektedir. Bu şekilde istenilen özellikte ısı üretilmediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olmamaktadır.
- Biyogaz teknolojisi organik kökenli atık/artık maddelerden hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.
- Ucuz - çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır.
- Atık geri kazanımı sağlar.
- Biyogaz üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybeder.
- Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olmaktadır.
- Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır.
- Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir.

Biyogaz Ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları

- Biyogazın Isıtmada Kullanımı
- Biyogazın Enerji Amaçlı Kullanılması
- Biyogazın Motorlarda Kullanımı



Dr. Yasin İLEMİN



Dünya Biyogaz Üretimi

- Dünyadaki tesisler oranının % 80'i Çin'de %10'u Hindistan, Nepal ve Tayland'da bulunmaktadır.
- Avrupa'nın hayvan gübresi ile elde ettiği biyogaza ve tesis sayısına bakılacak olursa bu noktada Almanya 2,200 tesis ile en fazla üretim yapan ülke konumundadır.
- Bu ülkeyi 70 tesis ile İtalya takip etmektedir. Almanya'da biyogaz tesislerinin yapımı 1993 yılından itibaren artmış ve yine aynı yıldan günümüze kadar 139 tesisten 2,200 tesise kadar artmıştır.



	ÜLKE	Çöp gazı (ktbe)	Arıtma Çamuru gazı (ktbe)	Diğer Biyogaz (ktbe)	TOPLAM (ktbe)
1	Almanya	265,5	386,7	3561,2	4213,4
2	İngiltere	1474,4	249,5	0,0	1723,9
3	Fransa	440,3	45,2	38,7	526,5
4	İtalya	361,8	5,0	77,5	444,3
5	Hollanda	39,2	48,9	179,8	267,9
6	İspanya	140,9	10	32,9	183,7
7	Avusturya	4,9	18,9	141,2	165,1
8	Çek Cumhuriyeti	29,2	33,7	67	129,9
9	Belçika	44,3	2,1	78,2	124,7
10	İsveç	34,5	60	14,7	109,2
11	Danimarka	6,2	20	73,4	99,6
12	Polonya	35,5	58	4,5	98
13	Yunanistan	46,3	12,2	0,2	58,7
14	Finlandiya	30,6	10,7	0,0	41,4
15	İrlanda	23,6	8,1	4,1	35,8
16	Macaristan	2,8	10,3	17,5	30,7
17	Portekiz	0	0	23,8	23,8
18	Slovenya	8,3	3	11	22,4
19	Slovakya	0,8	14,8	0,7	16,3
20	Lüksenburg	0	0	12,3	12,3
21	Letonya	7	2,7	0	9,7
22	Litvanya	1,30	2,10	1,20	4,70
23	Estonya	2	0,9	90	0,99
24	Romanya	0,10	0,70	0,50	1,30
TOPLAM					8344,29

Dünya Biyogaz Kaynakları	Üretilen Biyogaz (TEP / Yıl)	Kullanılabilir Biyogaz (TEP / Yıl)
Kentsel ve endüstriyel katı atık	750	60 ila 100
Kentsel ve endüstriyel atık su	50	40 ila 50
Tarımsal artıklar	1000	40 ila 50
TOPLAM	1800	140 ila 300
Biyogaz / dünya çapında doğal gaz tüketimi	100%	8% ila 17%

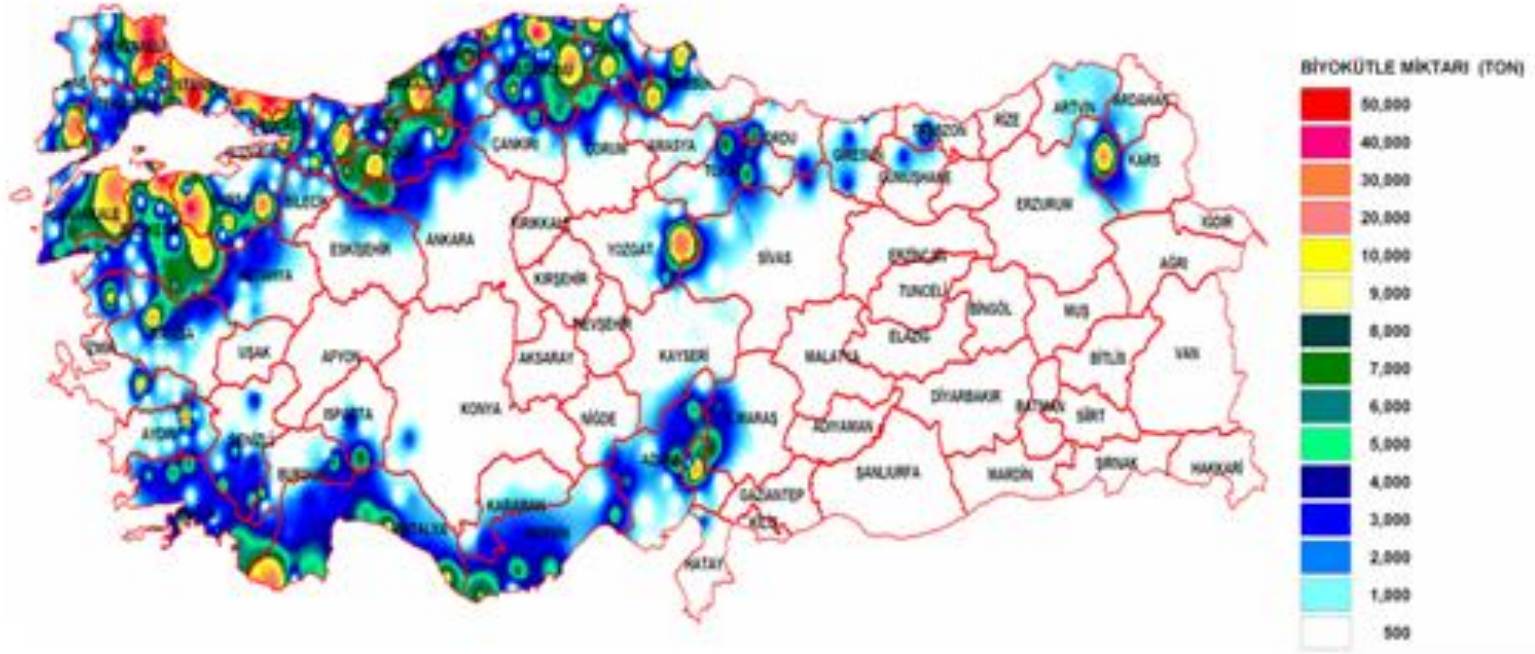
Türkiyede Biyokütle Lisansı Alan Şirketler

	Şirket Adı	Lisans Türü	Lisans Tarihi / Lisans Süresi	Tesis Yeri	Tesis Türü	Kurulu Güç(MWe)
1	Istanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değil. San. ve Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	28.08.2003/10	Istanbul	Biyokütle LFG	4,02
2	Çağrı Tarım ve Gıda San. Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	20.09.2007/30	Bursa	Biyokütle BG	0,12
3	Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	25.05.2007/49	Adana	Biyokütle BG	0,8
4	Yeni Adana İmar İnşaat Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	30.03.2004/15	Adana	Biyokütle BG	0,8
5	Bel-Ka Ankara Katı Atıkların Ayıkl. Değil. Bilg. İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Otoprodüktör Lisansı	01.05.2003/15	Ankara - Sincan	Biyokütle LFG	3,2
6	Ortadoğu Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	26.10.2007/24 yıl 2 ay	Istanbul - Eyrüp	Biyokütle LFG	28,3
7	Ortadoğu Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	25.10.2007/23 yıl 2 ay	Istanbul - Şile	Biyokütle LFG	7,56
8	ITC-KA Enerji Uretim San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	08.04.2006 / 49	Ankara-Mamak Biyogaz Santrali	Biyokütle LFG	36
9	Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	05.10.2004/49	Kemerburgaz- İstanbul	Biyokütle LFG	5,826
10	GASKI Enerji Yatırım Hizmetleri İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	22.03.2007/49	Gaziantep	Biyokütle BG	1,66
11	Ekolojik Enerji Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	24.09.2008/49	Tekirdağ - Çorlu	Biyokütle LFG	0,8
12	ITC-KA Enerji Uretim San. ve Tic. A.Ş.	Uretim Lisansı	20.11.2008/17/09 /2051'e kadar	Ankara -Sincan	Biyokütle LFG	5,66
13	Çev. Enerji Uretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	Uretim Lisansı	27.08.2009/28.10 2037'ye kadar	Gaziantep - Şahinbey	Biyokütle LFG	5,655
14	ITC Adana Enerji Uretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	04.02.2010/30	Adana Yüreğir Katı Atık Alanı / Enerji Uretim Tesisi	Biyokütle LFG	11,32
15	CEV Marmara Enerji Uretim Sanayi Ve Ticaret Ltd. Şti.	Uretim Lisansı	17.06.2010/09.02 .2038'e kadar	Bolu - Merkez	Biyokütle LFG	1,131
16	ESES Eskişehir Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Otoprodüktör Lisansı	17.06.2010/49	Eskişehir - Orduşan	Biyokütle BG	2,042
17	Konbeltaş Konya İnşaat Taahhütçülük Hizmet Danışmanlık Ve Park İşletmeciliği Ticaret Anonim Şirketi	Uretim Lisansı	13.04.2010/04.06 .2085'e kadar	Konya - Karatay Atıksu Arıtma Tesisi Elektrik Santrali	Biyokütle BG	2,436
18	Bereket Enerji Uretim A.Ş.	Uretim Lisansı	27.10.2010/29.10 2020'ye kadar	Denizli - Merkez LFG Santral	Biyokütle LF	0,635
19	Mersin Büyükşehir İmar İnşaat Ve Ticaret A.Ş.	Uretim Lisansı	05.04.2011/20.05 .2040'a kadar	Mersin	Biyokütle BG	1,9
20	Samsun Avdan Enerji Uretim ve Ticaret A.Ş.	Uretim Lisansı	18.05.2011/15.07 .2039'a kadar	Samsun Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	2,472

Türkiyede Biyokütle Lisansı Alan Şirketler

21	ITC-KA Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	24.03.2011/10	Konya - Karatay Katı Atık Alanı Enerji Üretim Tesisi	Biyokütle LFG	5,66
22	Pamukova Yenilenebilir Enerji ve Elektrik Üretim A.Ş.	Üretim Lisansı	12.05.2011/26.02.2039'a kadar	Sakarya-Pamukova Biyogaz Santrali	Biyokütle BG	1,4
23	Körfez Enerji Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	10.06.2011/20.10.2039'a kadar	Kocaeli Çöp Biyogaz Tesisi Projesi	Biyokütle LFG	2,4
24	İzzydas İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	26.10.2011/03.12.2039'a kadar	Amasya - Suluova Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	2
25	Sigma Elektrik Üretim Mühendislik Ve Pazarlama Limited Şirketi	Üretim Lisansı	26.10.2011/03.12.2039'a kadar	Amasya - Suluova Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	2
26	Derin Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	Üretim Lisansı	11.11.2011/20	Ankara - Beypazarı Biyogaz Tesisi	Biyokütle BG	0,576
27	Her Enerji Ve Çevre Teknolojileri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	11.08.2011/10.09.2020	Kayseri - Koca Sinan Katı Atık Depo Sahası Biyogaz Santrali	Biyokütle BG	1,56
28	ITC Bursa Enerji Üretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	Üretim Lisansı	12.01.2011/14.01.2040'a kadar	Bursa - Osmangazi Katı Atık Alanı	Biyokütle LFG	9,8
TOPLAM KURULU GÜÇ (MWe)						147,73

Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiveli



Orman Kaynaklı Toplam Atık Miktarı 4.800.000 TON (1,5 MTEP)

Kurulabilecek Gazlaştırma Tesisi Kapasitesi: 600 MW

Jeotermal



Jeotermal***

- Jeotermal enerji yerkürenin iç ısısıdır. Bu ısı merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılır.

Jeotermal kaynakların üç önemli bileşeni vardır:

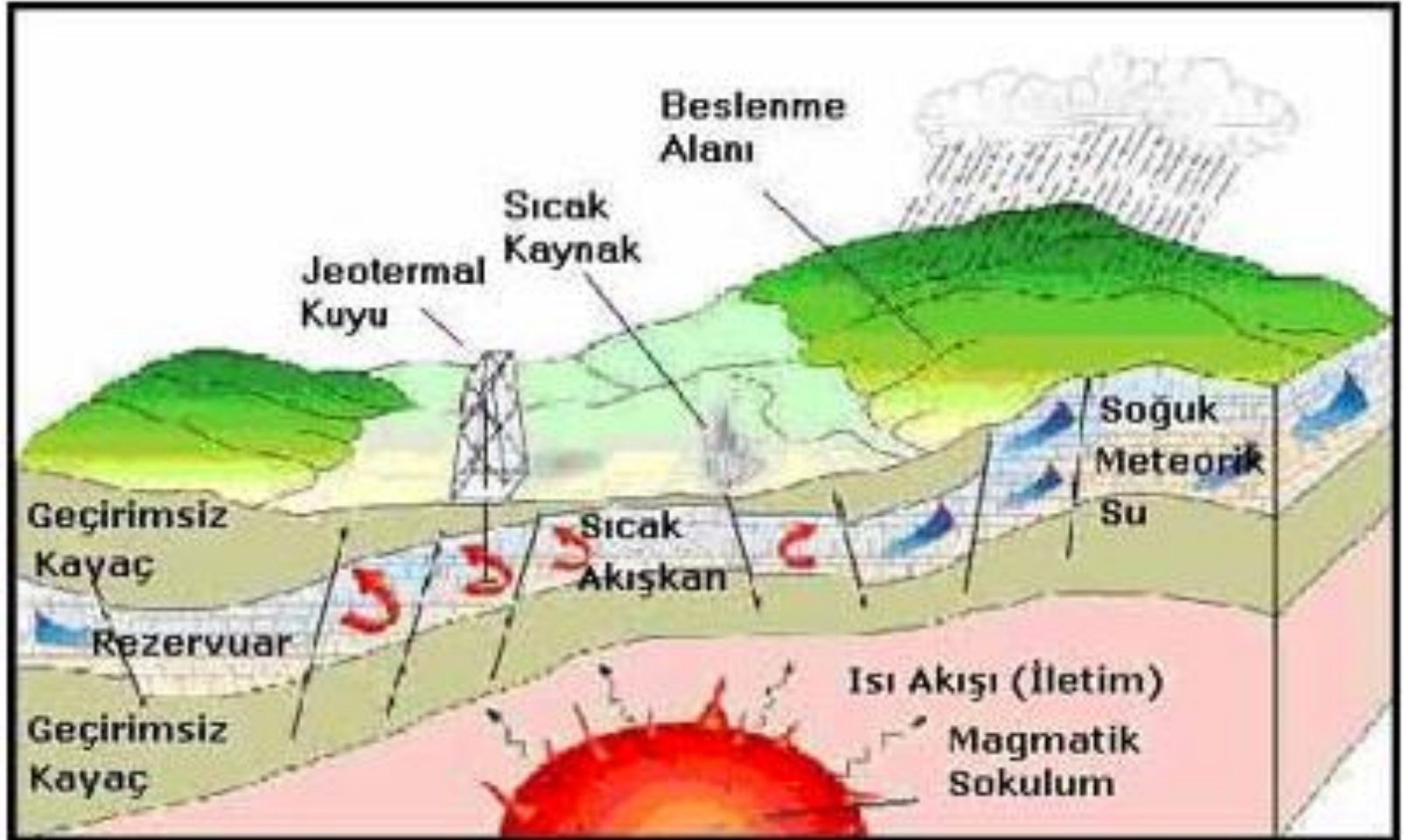
1. Isı kaynağı,
2. Isıyı yeraltından yüzeye taşıyan akışkan,
3. Suyun dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliği.

Jeotermal

Jeotermal alanlarda sıcak kayaç ve yüksek yeraltı suyu sıcaklığı normal alanlara göre daha sığ yerlerde bulunur. Bunun başlıca nedenleri arasında:

- Magmanın kabuğa doğru yükselmesi ve dolayısıyla ısıyı taşıması,
- Kabuğun incelendiği yerlerde yüksek sıcaklık farkı sonucunda oluşan ısı akışı,
- Yeraltı suyunun birkaç kilometre derine inip ısındıktan sonra yüzeye doğru yükselmesi.

Jeotermal



Jeotermal

- Jeotermal saha, sistem ve rezervuarı birbirlerinden ayırmak üzere aşağıdaki tanımlar yapılabilir.

Jeotermal Saha:

Yeryüzünde bir jeotermal etkinliği gösteren coğrafik bir tanımdır. Eğer yeryüzünde herhangi bir doğal jeotermal çıkış yoksa, yeraltındaki jeotermal rezervuarın üstündeki alanı tanımlamakta kullanılır.

Jeotermal Sistem:

Yeraltındaki hidrolik sistemi bütün parçaları ile birlikte (beslenme alanı, yeryüzüne çıkış noktaları ve yeraltındaki kısımları gibi) tanımlamakta kullanılır.

Jeotermal Rezervuar:

İşletilmekte olan jeotermal sistemin sıcak ve geçirgen kısmını tanımlar.



Jeotermal

- Jeotermal sistemler ve rezervuarlar; rezervuar sıcaklığı, akışkan entalpisi, fiziksel durumu, doğası ve jeolojik yerleşimi gibi özelliklerine göre sınıflandırılırlar.
- Örneğin jeotermal rezervuarda 1 km derinlikteki sıcaklığa bağlı olarak sistemleri iki gruba ayırmak olasıdır.
 - a.)** Rezervuar sıcaklığının 150°C ' dan düşük olduğu, düşük sıcaklıklı sistemler: Bu tür sistemler genelde yeryüzüne ulaşmış doğal sıcak su veya kaynar çıkışlar gösterirler.
 - b.)** Rezervuar sıcaklığının 200°C ' dan yüksek olduğu yüksek sıcaklıklı sistemler: Bu tür sistemler ise doğal buhar çıkışları (fumeroller), kaynayan çamur göletleri ile kendini gösterir.

Jeotermal

- Jeotermal sistemlerin fiziksel durumlarına bağlı olarak sınıflandırılmaları durumunda, üç farklı rezervuar durumu tanımlanabilir.

Sıvının etken olduğu jeotermal rezervuarlar:

Rezervuardaki basınç koşullarında su sıcaklığının buharlaşma sıcaklığından daha düşük olduğu rezervuarları tanımlamakta kullanılır. Rezervuar basıncını sıvı su fazı kontrol etmektedir.

İki fazlı jeotermal rezervuarlar:

Rezervuarda sıvı su ve su buharı birlikte bulunmaktadır ve rezervuar basıncı ve sıcaklığı suyun buhar basıncı eğrisini izler.

Buharın etken olduğu jeotermal rezervuarlar:

Rezervuar basıncındaki akışkan sıcaklığının suyun buhar basıncı eğrisi sıcaklığından daha yüksek olması durumunda bu tür rezervuarlar oluşurlar. Rezervuardaki basıncı su buharı fazı kontrol etmektedir.

Jeotermal

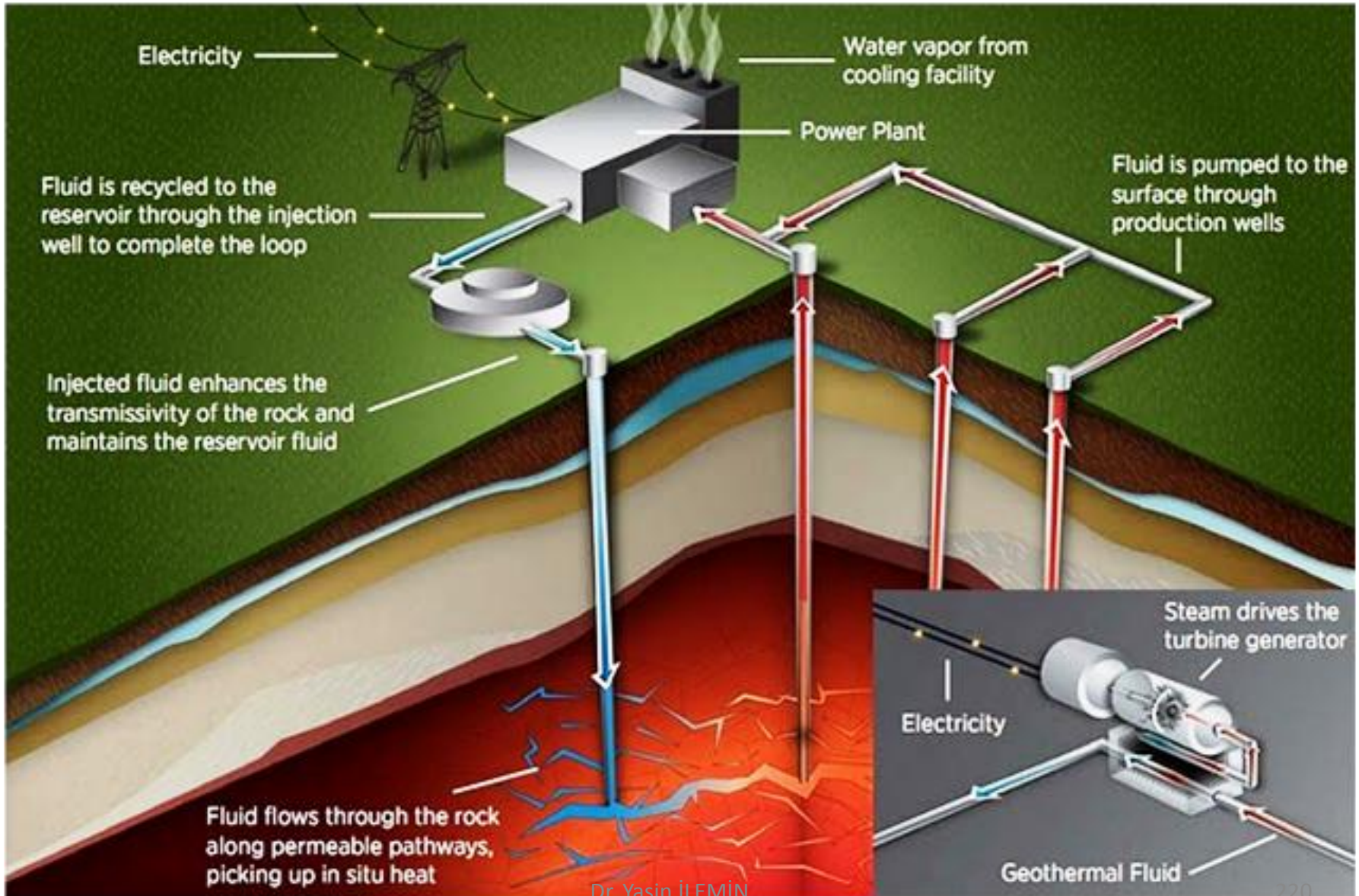
Jeotermal enerjinin doğası ve dağılımı ile ilgili üç temel terim vardır; jeotermal gradyan, ısı akışı ve jeotermal anomali.

Jeotermal gradyan dünya yüzeyinden derinlere doğru inildikçe sıcaklığın artmasından kaynaklanır. Normal olarak yerin altına doğru inildiğinde her 33 metre'de sıcaklık 1oC yükselir. Fakat jeotermal sahalarda, jeolojik yapının ve kayaç tiplerinin farklı olmalarından dolayı sıcaklık artışı çok daha fazla, örneğin 33 metre'de 5oC olabilir.

Isı enerjisi dünya yüzeyine, kayalardan iletim yoluyla geçerek, mağmanın hareketi ile veya jeotermal suyun hareketi ile ulaşır. Isı enerjisinin iletim yoluyla düşey olarak hareket etmesine ısı akışı denir.

Bazı jeotermal alanlarda, bazı derinliklerde sıcaklıklar, komşu alandaki sıcaklıklardan farklılıklar gösterirler. Bu düzensizliğe **jeotermal anomali** denir. Farklı jeolojik yapılarda, jeotermal anomalilere sebep olan beş ana faktör vardır. Bu faktörlerin anlaşılması, jeotermal alanların aranmasında yardımcı olur.

Jeotermal



Jeotermal

Farklı jeolojik yapılar, jeotermal anomalilere sebep olan beş ana faktör vardır. Bu faktörlerin anlaşılması, jeotermal alanların aranmasında yardımcı olur.

Isının farklı bölgelerde yayılması:

Isı akısındaki temel farkların sebebinin yerin yaklaşık 30 km altındaki oluşumlarda bulunduğuna inanılmaktadır. Bazı bölgelerde ısı akısı ortalamaya göre düşük, bazı bölgelerde yüksektir.

Isı akış miktarının aralığı:

Sedimentar bölümdeki her derinlikte, kayaç tipinden bağımsız olarak ısı iletiminin hızı aynıdır. Radyoaktif kaynaklar ısı iletim hızını değiştirir. Normal olarak ısı yeryüzüne sabit hızda iletilir. Fakat, eğer ortamın ısıl iletkenliği anormal olarak çok düşük ise, mevcut alandaki sıcaklık komşu alanlardan fazladır. Genel olarak dünyanın her yerinde rastlanan değişik kayaç tiplerinin ısı iletkenliği birbirlerinden farklılık gösterir.

Radyoaktif elementlerin konsantrasyon farkları:

Diğer faktörler jeotermal gradyanın büyüklüğünü etkiler. Radyoaktif elementler yoğunlukla üst kabukta bulunurlar fakat en fazla granitik kayalarda bulunurlar. Radyoaktif elementler sığ kabuksal alanlardaki ısı akışını hızlandırırlar. Bazı granitik kayalardaki ısı akışının üçte ikilere varan kısmı radyoaktif elementler olan uranyum, toryum ve potasyumun radyoaktif bozunumundan dolayı oluşur.

Tabakalar arasına giren genç mağmatik kayaçlar(Geçmiş mağmatik sokulumlar):

Levha tektoniği teorisi (yer kabuğunun, geniş düz parçalarının hareketi) genç magma aktivitelerinin oluşumunu açıklamaktadır. Magma, levhaların ayrılma zonları boyunca ve levhalar arasına girerek, sırtlar oluşturur. Kabuğa doğru sokulan magma yer kabuğuna ısı transfer eder ve bu da yüksek jeotermal gradyanlar yaratabilir. Sonuç olarak ortaya çıkan jeotermal anomaliler değerli jeotermal kaynaklar yaratabilirler.

Hidrotermal sirkülasyon:

Geçirgen kayaçlardan, kırık veya çatlak sistemlerinden geçen sular, ısıyı kayaçlardan daha hızlı taşırlar. Genç mağmatik sokulum tarafından ısıtılan sular konveksiyon akımları sonucu jeotermal sistemde dolaşır veya dolaşımdaki soğuk su mağmatik bir sokulama yaklaşarak ısınır ve hareketine devam eder.

Jeotermal

- **Jeotermal Enerji Üretimi**

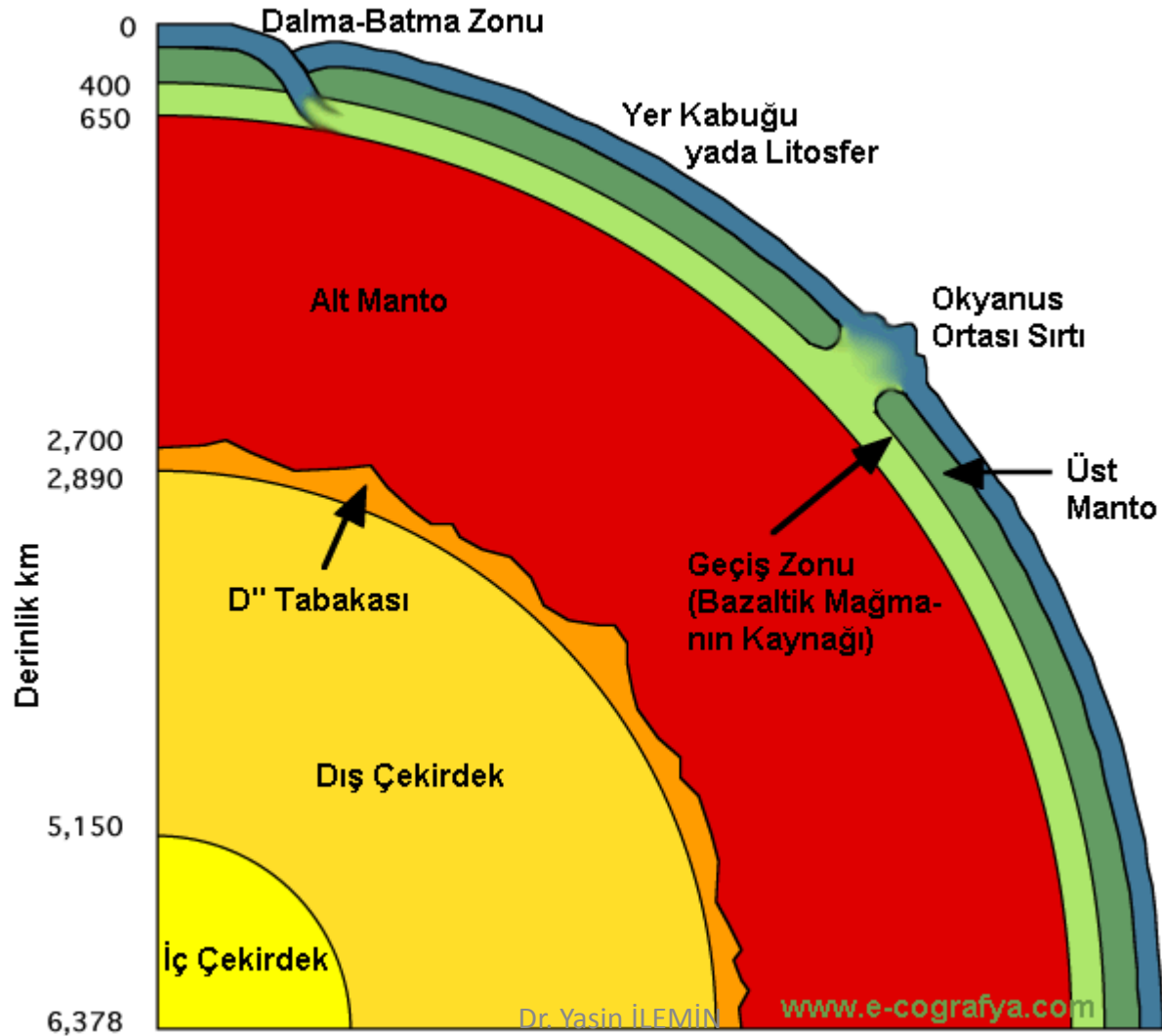
Jeotermal enerji çoğunlukla yerkabuğundaki kayaçlarda, ikincil olarak da kayaçlardaki çatlakları, gözenekleri dolduran su, su buharı veya diğer akışkanlarda bulunur.

Jeotermal suyu ve sahip olduğu ısı enerjisi ekonomik olarak elde edebilmek için suyun içinden geçtiği kayaçların çok miktarda su içermeleri ve geçirgenliklerinin fazla olması gerekir.

- Yüksek hidrolik iletkenliğe sahip ve kalınlığı fazla olan kayaçlara, geçirgenliği yüksek kayaçlar denir. Geçirgenliği yüksek kayaçlar ana akiferleri (geçirgen kayalar veya gözenekli ortamlar) ve en üretken jeotermal rezervuarları oluştururlar. Uzun süreli enerji üretimi için bu akiferler geniş alanlara yayılmalı ve su beslenme sahasına hidrolik olarak bağlanmalıdır.

Soğuk su bir kuyudan aşağıya doğru pompalanır, pompalanan su kayaçlardaki çatlaklardan geçerek iletim yoluyla ısınır ve ikinci kuyudan yukarı doğru pompalanır. Kayaçlardaki çatlakların geçirgenliği az olan kayaçlar tarafından çevrelenmesi, çevrimdeki su kaybının az miktarda kalması için önemlidir. Bu teknolojiye sıcak kuru kayaç 'HDR' teknolojisi denmektedir ve hala deneysel aşamada bulunmaktadır.

Jeotermal



Jeotermal

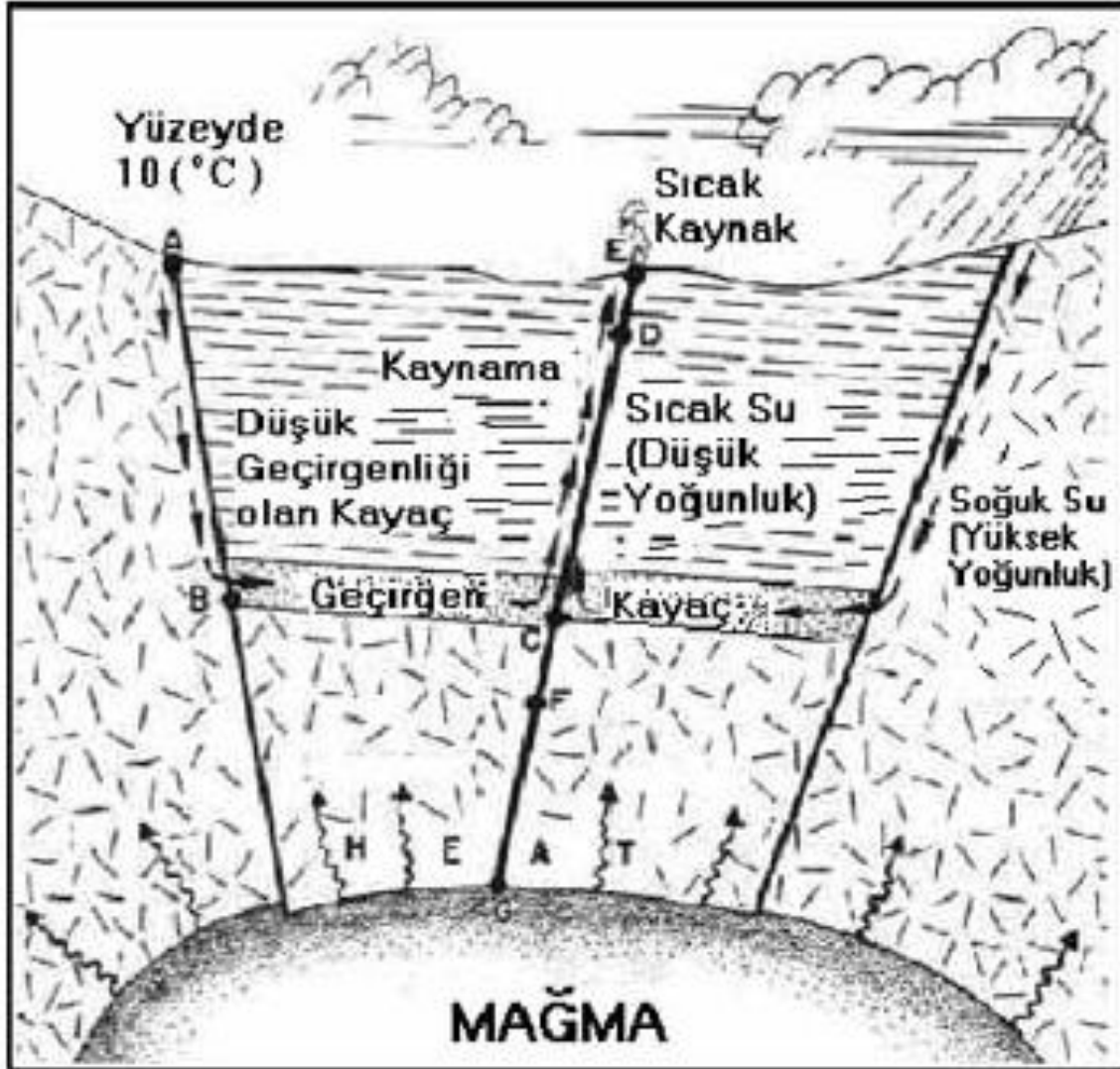
Jeotermal Sistemlerin Çesitleri

Genç Volkanik Sokulumlarla Bağlantılı Hidrotermal Konveksiyon Sistemleri:

- Dünyanın ısısının varolduğuna dair en belirgin kanıtlar volkanik patlamalardır.
- Bu patlamalardan etrafa yayılan lavlar dünya yüzeyinde hemen soğur fakat yer kabuğu altındaki iç küre(lavin kaynağı) binlerce yıl boyunca ergimiş olarak kalır.
- Günümüzde bu mağma hücrelerine doğrudan sondaj yapılması pratik değildir.
- Bununla birlikte mağma sızıntısının etrafındaki kırıklar ve çatlaklar hidrotermal sirkülasyon sistemlerinin oluşumuna elverişli olabilir: yeraltı suyu, soğumakta olan mağma sızıntısının aşığılarında veya çevresinde çevrime girebilir.
- Bu çevrimde bir miktar ısı alan su tekrar yeryüzüne yakın alanlara döner. Sıcak ve soğuk suyun yoğunlukları arasındaki fark ısınan suyun üste çıkmasını sağlar.

Jeotermal Sistemlerin Çesitleri

Genç Volkanik Sokulumlarla Bağlantılı Hidrotermal Konveksiyon Sistemleri:

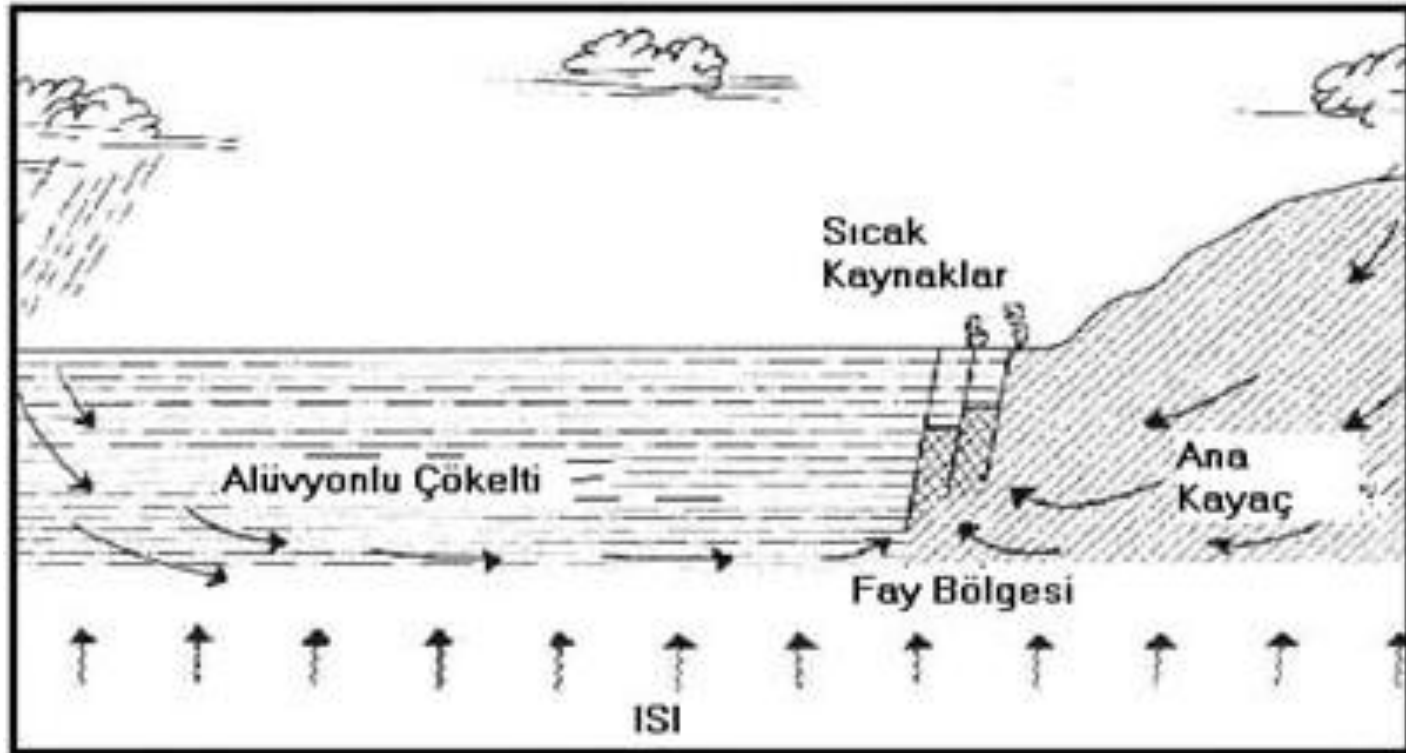


Jeotermal

Çatlak(Fay) Kontrollü Sistemler:

- Hidrotermal taşınım(konveksiyon) sistemlerinin çoğu genç volkanik sızıntıların olduğu yerlerde bulunmaz.
- Bunun yerine bu jeotermal sistemler ısılarını, geçirgen alanlar boyunca suyun derinlere doğru sirkülasyonuna izin veren geniş hacimli kayaçlardan alırlar.
- Bu alanlar, stratigrafik yataklar veya çatlaklar ve birbirine bağlantılı kırık sistemleri olabilir. Su sıcaklığı birinci olarak bölgesel ısı akımının büyüklüğüne ve su çevriminin derinliğine bağlıdır.
- Hidrotermal taşınım sistemlerinin kollarına beslenme (reşarj) dağlık alanlarda ve bitişik vadilerde meydana gelir.
- Kırık ve çatlaklar aşağıdaki şekilde gösterilenden farklı olabilirler, önemli olan kırıkların yükselen sıcak su için yeterli derecede geçirgen olmalarıdır.

Çatlak(Fay) Kontrollü Sistemler:



Jeotermal

İletkenliği Düşük Katmanların Altında Gizlenen Radyojenik Isı Kaynakları:

- Granitik plutonik kayalar göreceli olarak yüksek miktarlarda uranyum ve toryum içerirler.
- Bu elementlerin radyoaktif parçalanması ısı enerjisi açığa çıkarır. Radyojenik pluton içindeki ısı akımı, komşu kayadaki (içine sokulunan) kayanın ısı akımından fazladır. Eğer granitik kayalar düşük ısı iletkenliği olan katmanlar tarafından çevrelenmişse bu katmanların tabanında yüksek sıcaklıklar oluşabilir. Jeotermal anomalinin şekli radyojenik kayanın şekline, kalınlığına ve üstteki tabakaların termal iletkenliğine bağlıdır.

Jeotermal

Yer Basıncılı(Geopressured)- Jeotermal Rezervuarlar:

- Yer Basıncılı - jeotermal rezervuarlar, üzerlerindeki kayaçlar tarafından su sütununun basıncını aşan basınç altında bırakılan akiferlerdir.
- Yer basıncılı jeotermal alanda bulunan ve daha az gözenekli olan katmanlar suyun yukarıya doğru sızmasını ve ısı transferini önler.
- Yer basıncılı katmanlardaki su çok yüksek miktarda ısı içerir, ayrıca bu su çözülmüş metan (Doğal gazın ana bileşeni) açısından da zengindir.
- Yer basıncılı jeotermal rezervuarlardan jeotermal enerji ve çözülmüş metan üretimi halen gelişmekte olan bir teknolojidir.
- Temel olarak derin petrol kuyusu sondajında kullanılan yöntemlerin benzerleri kullanılır.
- Sondaj masrafları ancak çok güçlü finansal yapıları olan kurumlar tarafından karşılanabilir. Günümüzde sadece sıcak su kullanımı için böyle kuyuların açılması ekonomik değildir. Eğer metan üretimi ile birleştirilirse yer basıncılı jeotermal rezervuarlar ekonomik olabilirler.

Jeotermal

Derin Bölgesel Akiferler:

- Kabuktaki aşağı doğru eğimli oluklar, yeraltı sularını dağlık alanlardaki beslenme alanlarından toplar.
- Bu su daha sonra tortul kayalardan geçerek aşağı doğru iner ve jeogradyandan dolayı buralarda ısınır.
- Bu tür havzalarda eğer hidrolik iletkenlik yüksekse veya çatlaklar suyun artezyenik basınç sayesinde yukarı doğru yükselmesine izin veriyorsa, jeotermal su deliklerden yeryüzüne ulaşabilir.
- Artezyenik basınç termal suyun yüzeye ulaşması için yeterli olabilir. Düşük termal iletkenliğe sahip tortullarda eş sıcaklık eğrileri (izoterm) yüzeye doğru eğilebilirler ve jeotermal suyu yüzeyin çok yakınına getirebilirler.

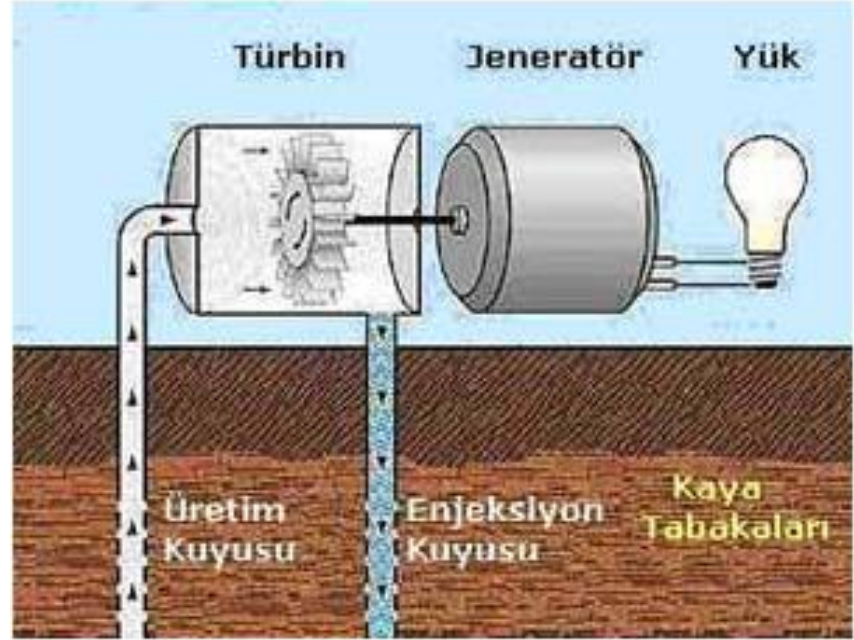
JEOTERMAL ENERJİ KULLANIM ALANLARI (1-JEOTERMAL ENERJİ İLE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ)

- Hazne sıcaklığı 200 °C ve daha fazla olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleşmektedir.
- Ancak günden güne gelişmekte olan yeni teknolojilere göre 150 °C'ye kadar düşük hazne çıkışlı akışkandan da elektrik üretilebilmektedir.
- Dünyada halen kurulu gücü 8912 MW (2005 yılı verileri ile) olan jeotermal enerjiden elektrik üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Buhar ve sıvı baskın sistemlerin elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi için çeşitli sistemler mevcuttur.



JEOTERMAL ENERJİ KULLANIM ALANLARI (1-JEOTERMAL ENERJİ İLE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ)

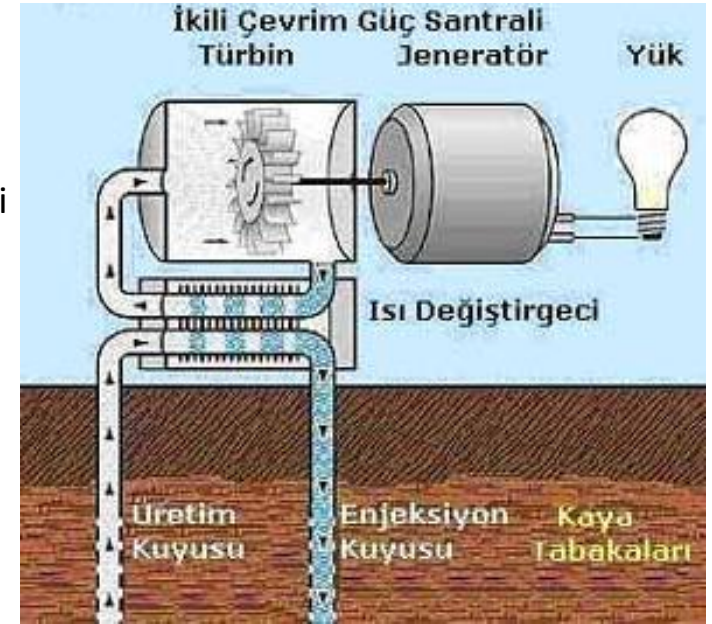
1.1 Buhar Baskın Sahalar
Kullanımı en kolay olan sahalarda kuru buhar sahalardır. Kuyudan alınan buhar filtreden geçirilerek bir yoğuşmalı türbine gönderilir. Kondensere ilave olarak doğal ya da mekanik soğutma kulesi kullanılır. Sistem şematik olarak aşağıda gösterilmiştir.



JEOTERMAL ENERJİ KULLANIM ALANLARI (1-JEOTERMAL ENERJİ İLE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ)

İkili çevrim santralleri

- Jeotermal sahalarda en önemli atık ısı kaynağı seperatörde ayrılmış sıvıdır.
- Konvansiyonel buhar türbinleri sadece buhar kullandıkları için kalan büyük miktarlardaki sıvı genelde yerüstü sularına atılmakta yada yeraltına enjekte edilmektedir.
- Binary teknolojisi, orta-düşük sıcaklıklı kaynaklardan elektrik üretmek, termal kaynakların kullanımını arttırarak atık ısıyı geri kazanmak amacıyla geliştirilmiştir.
- Binary sistemlere ait basitleştirilmiş şematik gösterim aşağıda verilmiştir.
- Binary sistemler, düşük kaynama sıcaklıklı ve düşük sıcaklıklarda yüksek buhar basıncına sahip ikincil bir çalışma akışkanı kullanırlar.
- Bu ikincil akışkan, konvansiyonel bir Rankine çevrimine uygun olarak çalışır.
- Uygun bir çalışma akışkanı ile binary sistemler, 80-170°C aralığındaki giriş sıcaklıklarında çalışabilirler.



JEOTERMAL AKIŞKANIN SICAKLIĞINA GÖRE KULLANMA

YERLERİ

180 - Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma

170 - Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, diyatomitlerin kurutulması

160 - Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması

150 - Bayer's yolu ile alüminyum eldesi

140 - Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservecilikte)

130 - Şeker endüstrisi, tuz eldesi

120 - Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması

110 - Çimento kurutulması

100 - Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama

90 - Balık kurutma

80 - Ev ve sera ısıtma

70 - Soğutma

60 - Kümes ve ahır ısıtma

50 - Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi)

40 - Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri

30 - Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri

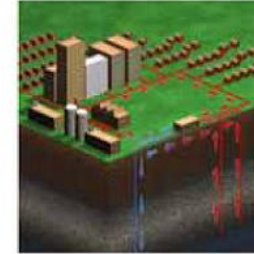
20 - Balık çiftlikleri



a) Seralarda kullanım



b) Cadde ısıtması



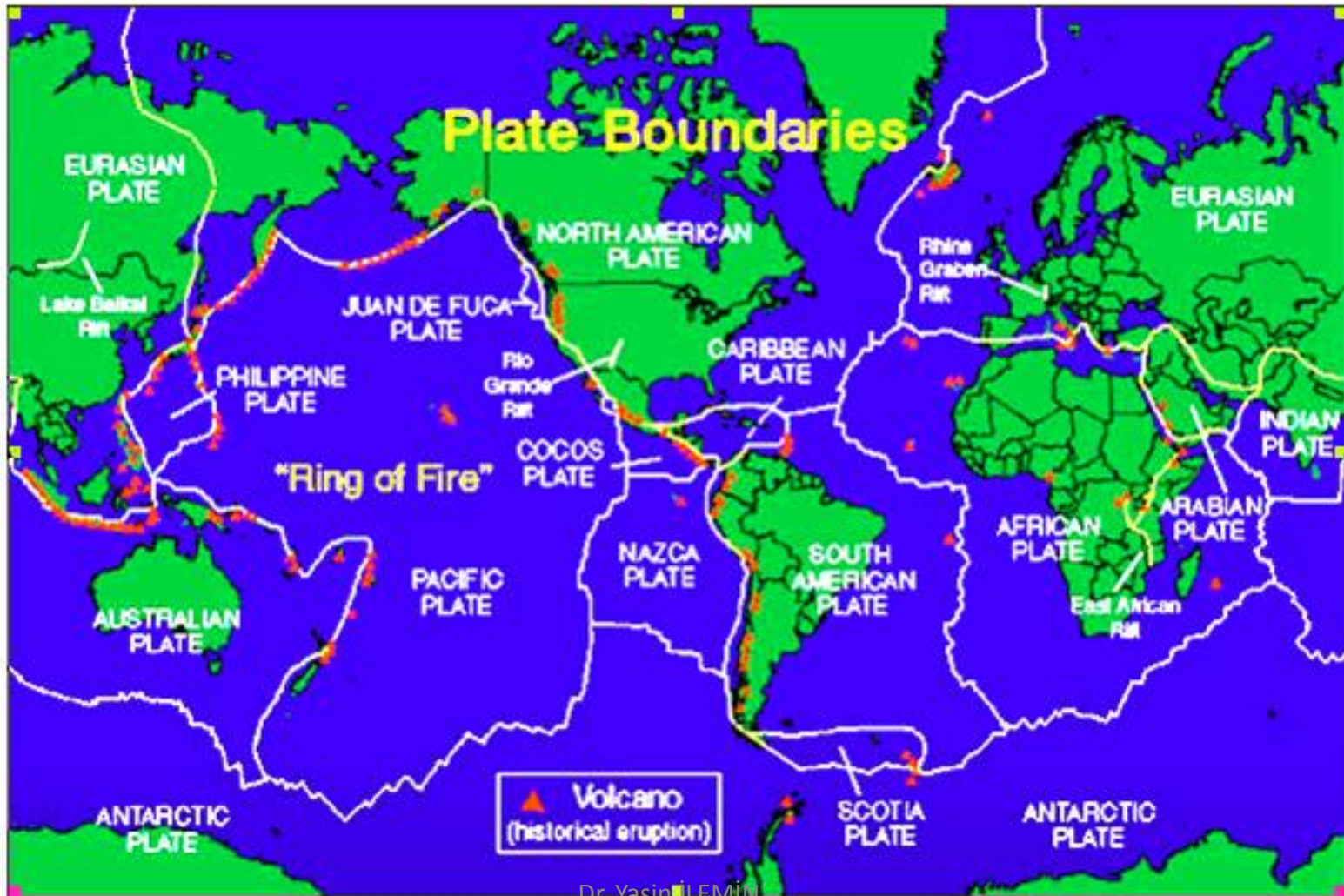
c) Konut ısıtması



d) Balık-timsah üretimi



Dünyadaki önemli jeotermal kuşaklar ve levha (plaka) sınırları



Türkiye'de Jeotermal Enerji

- Türkiyede nanotektoniği-volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar



Detaylı Kaynaklar İçin

yasinilemin@mu.edu.tr