



Yenilenebilir Enerji Sistemleri

Doç. Dr. Mehmet Oğuz Güler

Sakarya Üniversitesi

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

Gündem

Elektrik Enerjisinin Kısa Tarihçesi

Yenilenebilir Enerji Nedir?

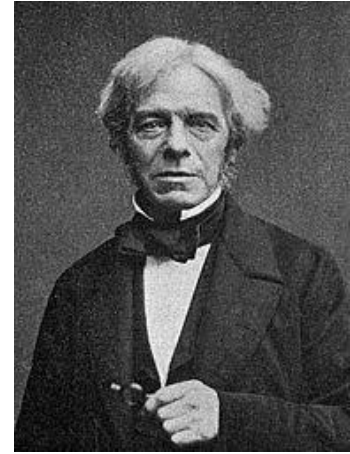
Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

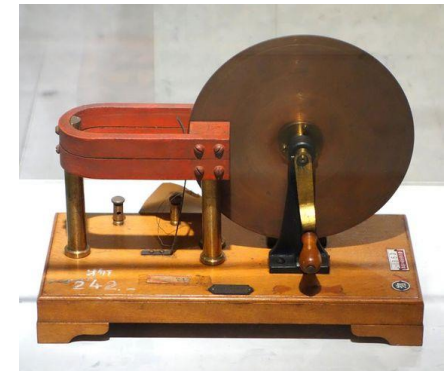
Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Elektrik Enerjisinin Kısa Tarihçesi

- **Elektromanyetik indüksiyon 1831 yılında Michael Faraday tarafından keşfedilmiştir.**
- Aynı yıl ilk Faraday diski olarak da bilinen elektrik jeneratörü de **Michael Faraday tarafından üretilmiştir.**
- Günümüze kadar geçen sürede toplumların sosyal ve ekonomik hayatlarının her alanında elektrik enerjisi büyük bir öneme sahiptir.
- Günümüzde enerjinin temini çevresel kirliliğin başlıca nedenlerinden biri olmakla beraber ekonomik gelişimin ve hayat kalitesinde düşüşlerin temelinde de önemli etkilere sahiptir.



Michael Faraday
1791-1867



Yenilebilir Enerji Nedir?

Yenilebilir



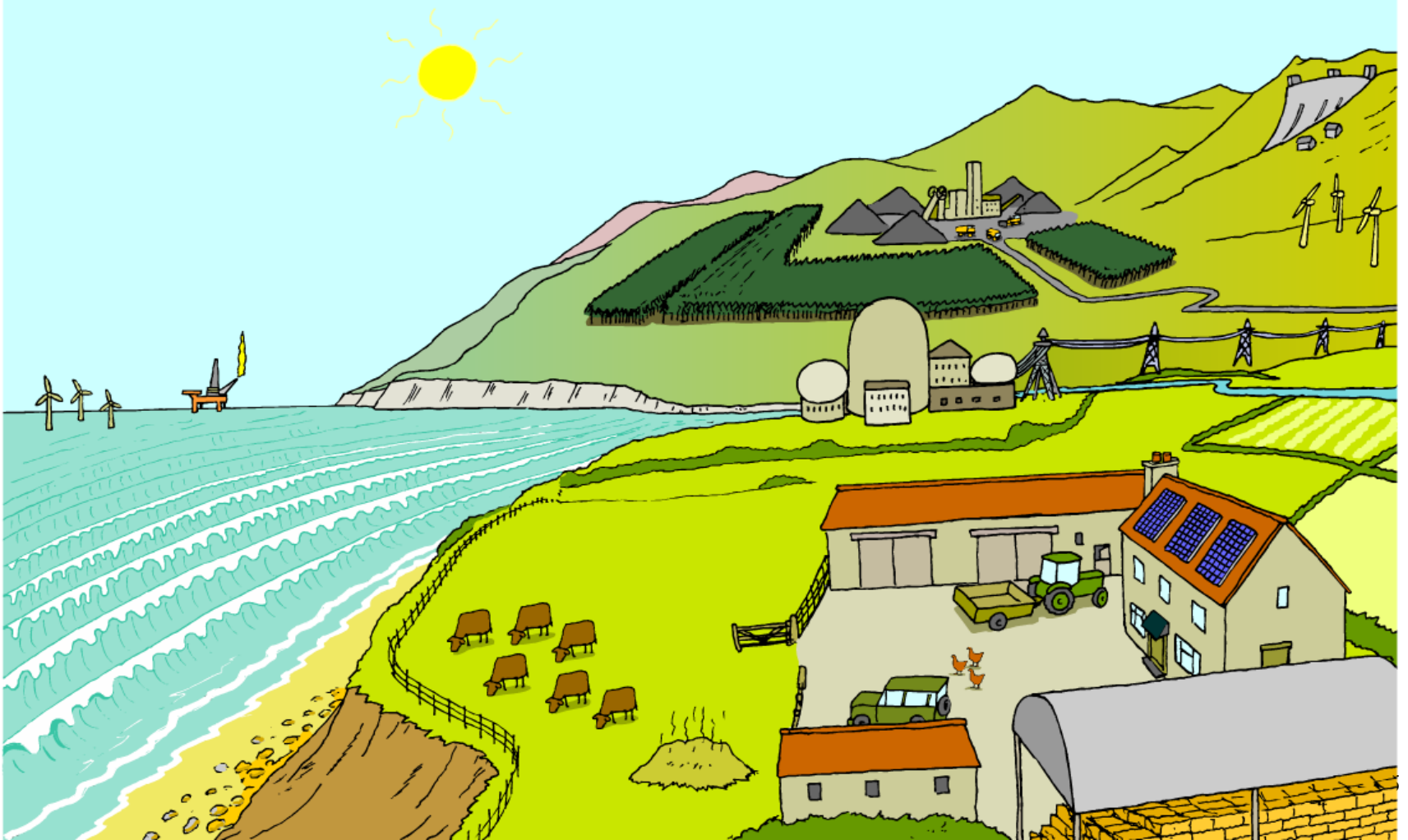
Yenilebilir enerji kaynakları sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir.

Yenilebilir Olmayan



Yenilebilir Olmayan enerji kaynakları ise tükenen kaynaklarından enerji kaynaklarından elde edilen enerjidir.

Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?

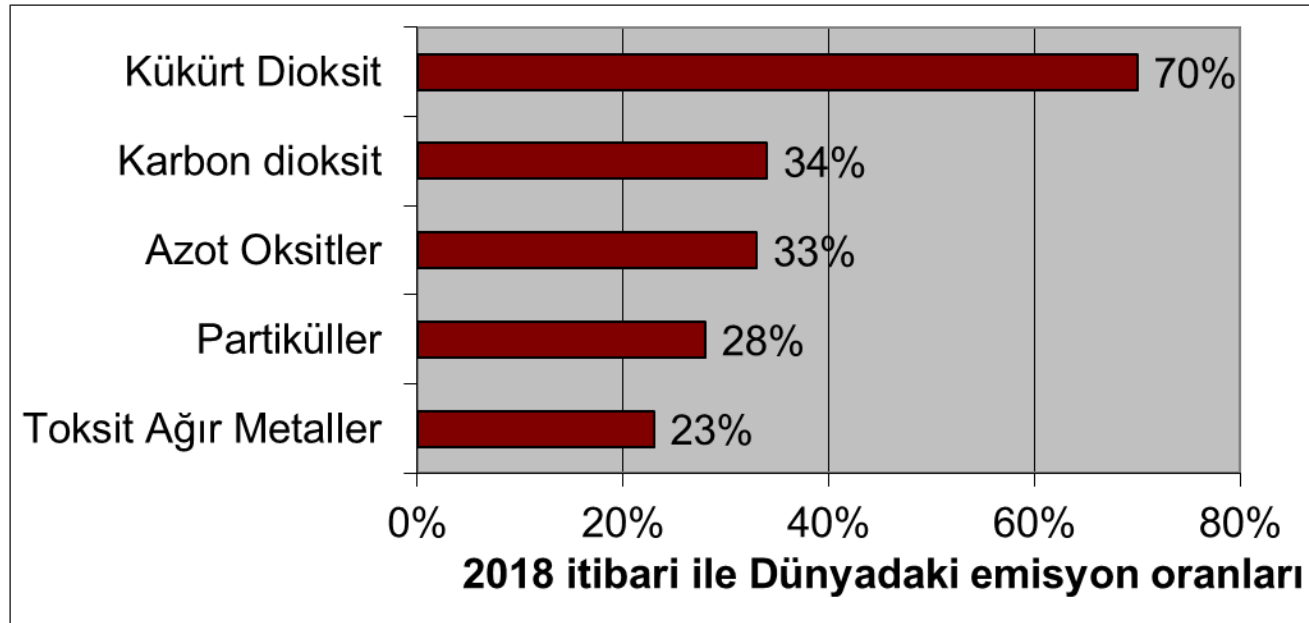
Termik Santraller çalışma prensibi (Fosil Tabanlı Yakıtlar).



Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?

Fosil tabanlı yakıtlar çevresel anlamda ciddi etkilere sahiptir...

- **Karbon Dioksit** – Sera gazı. Atmosferde artan CO₂ miktarı küresel ısınmaya ciddi anlamda etkisi bulunmaktadır.
- **Kükür dioksit ve nitrik oksitler**– Asit yağmurlarının oluşumu
- **Kül** – Yanma sonrası elde edilen küllerin toprağa gömülmesi.

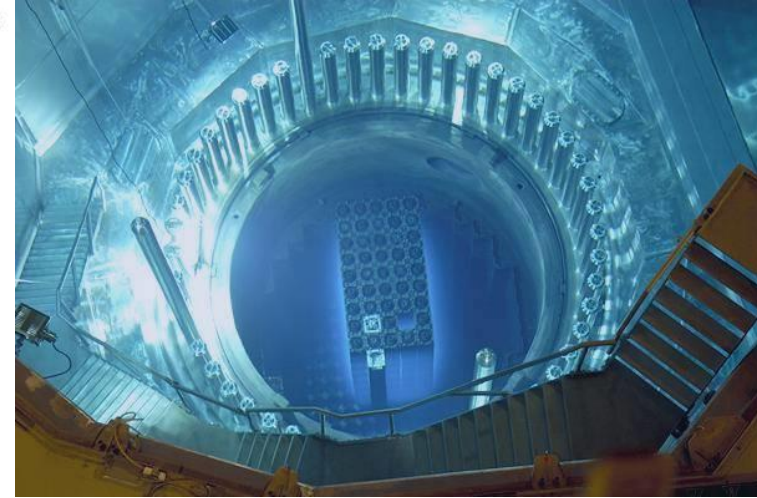
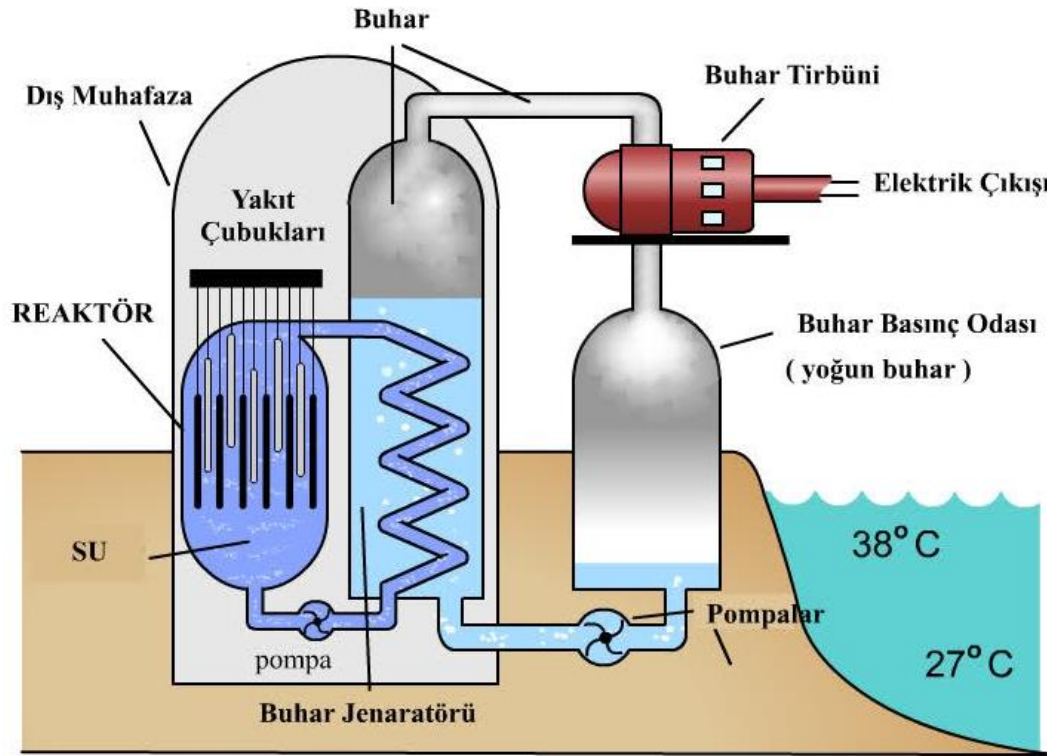


Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?

Nükleer Santraller çalışma prensibi.



Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?

Nükleer Güç İstasyonları radyoaktif atık üretir.

Bu atıklarda bulunan eser miktardaki Uranyum ve Plütonyum geri dönüştürülür.

Geri dönüştürülen Plütonyum bomba yapımında da kullanılabileceği için stratejik önemde sahiptir.



Yenilenebilir Olmayan Enerji Türleri Nelerdir?

Nükleer atıklar binlerce yıl ışıma yapabileceklerinden ötürü önemli problemlere sebep olabilirler.

Yüksek radyoaktivite niteliğine sahip atıklar cam ile kaplanarak stabilize edilir ve sızıntı tehlikesi bertaraf edilir.

Atıkların bertaraf edilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise jeolojik olarak kararlı olan bölgelerde yer altına gömmektir.

Günümüzde önerilen diğer bir yöntem ise su seviyesinin derin olduğu okyanuslara atılmasıdır.



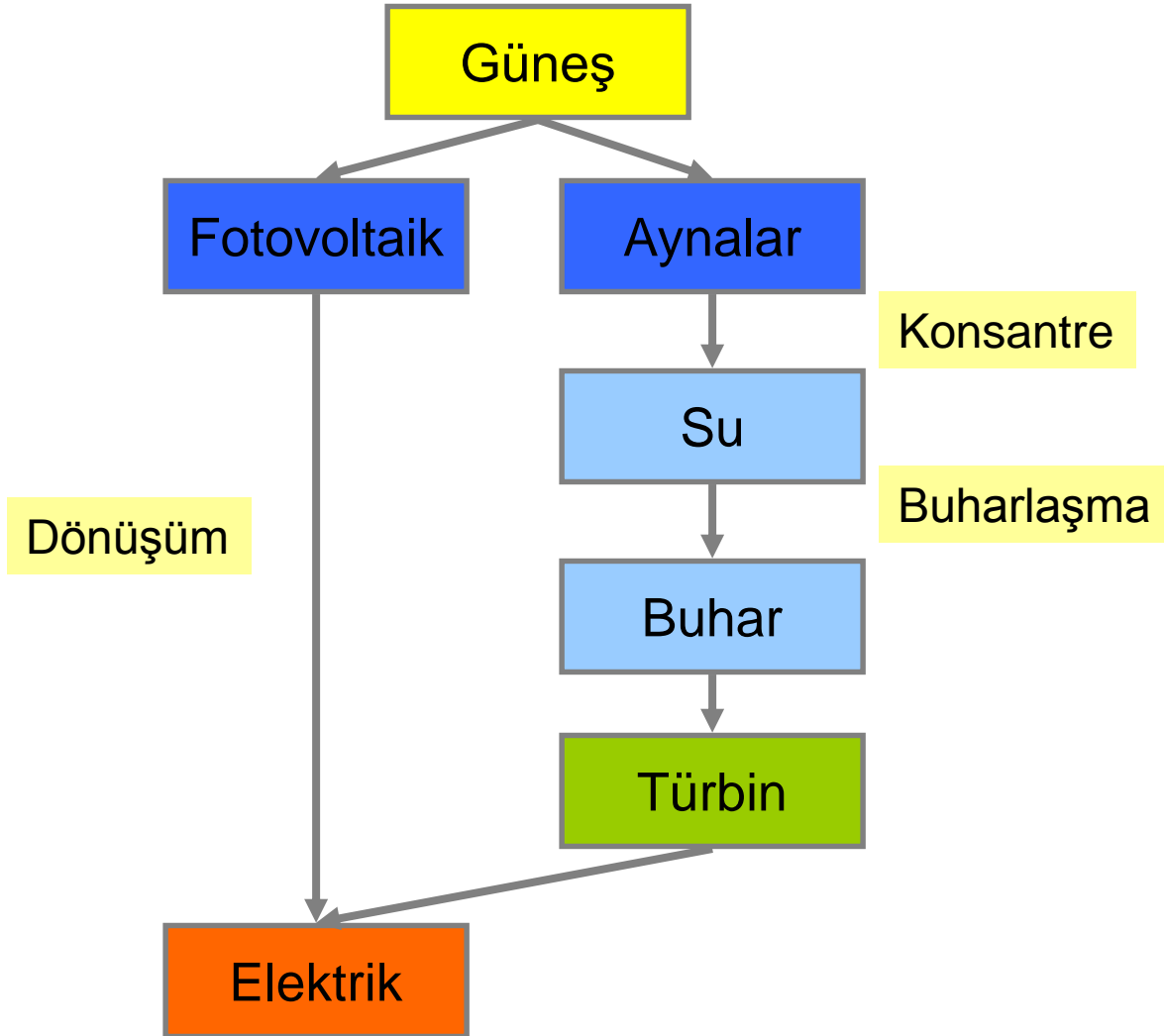
Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

– Yenilenebilir Enerji Kaynakları

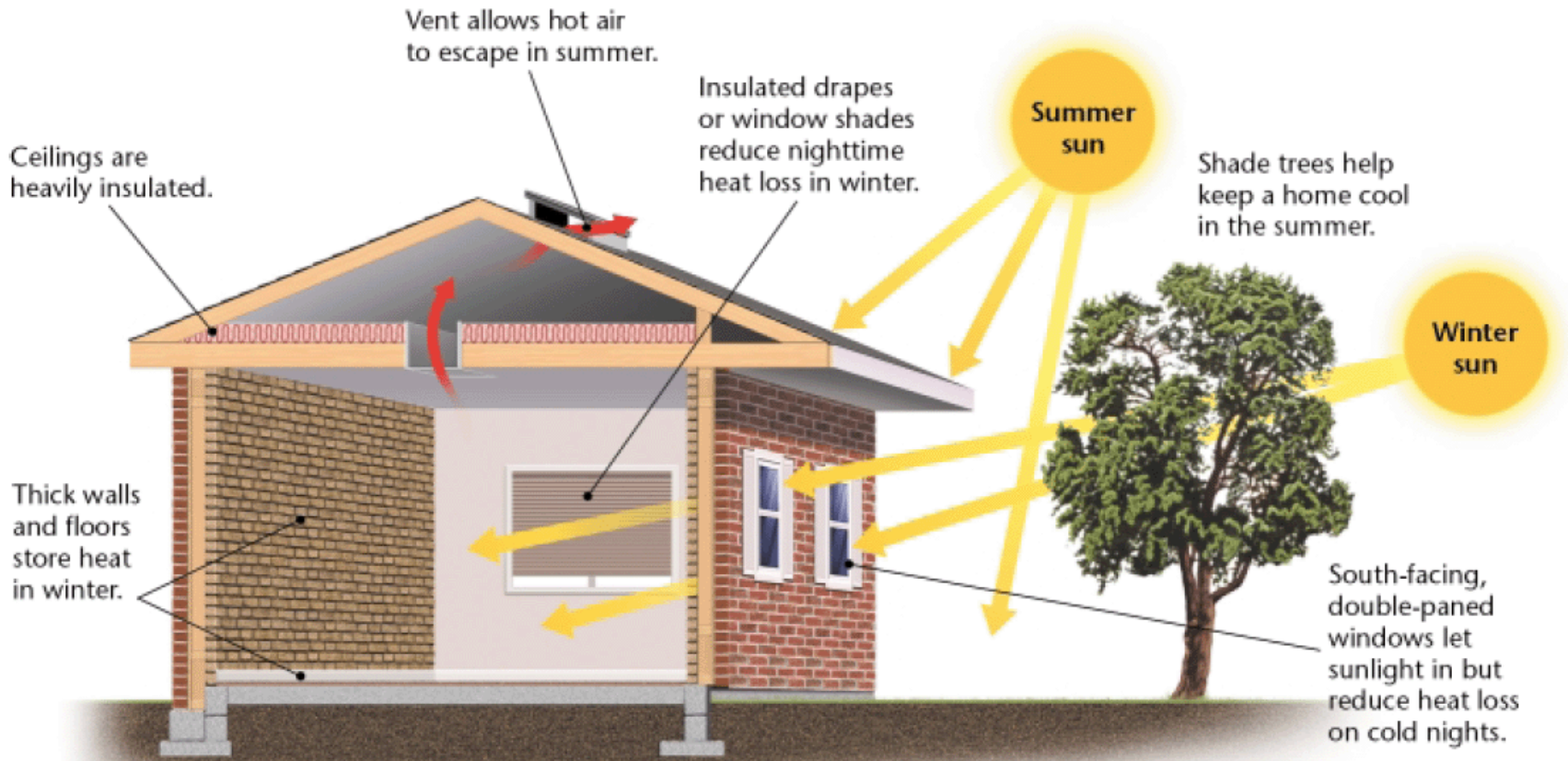
- Güneş Enerjisi
 - Solar Isıtma, solar güç istasyonları, fotovoltaik hücreler
- Rüzgar enerjisi
- Biyo kütle enerjisi
- Hidro enerji
- Jeotermal Enerji
- Dalga Enerjisi



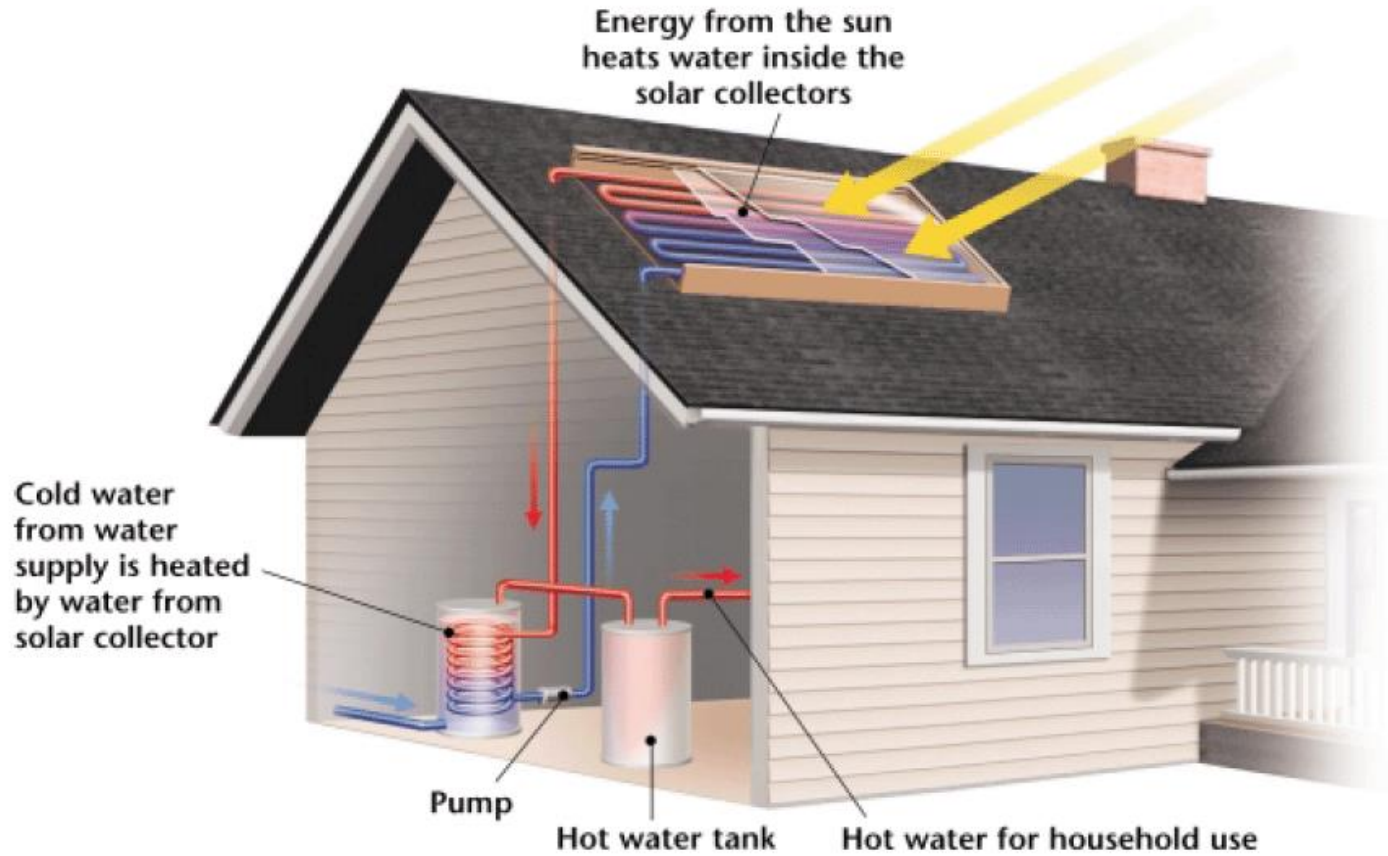
Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

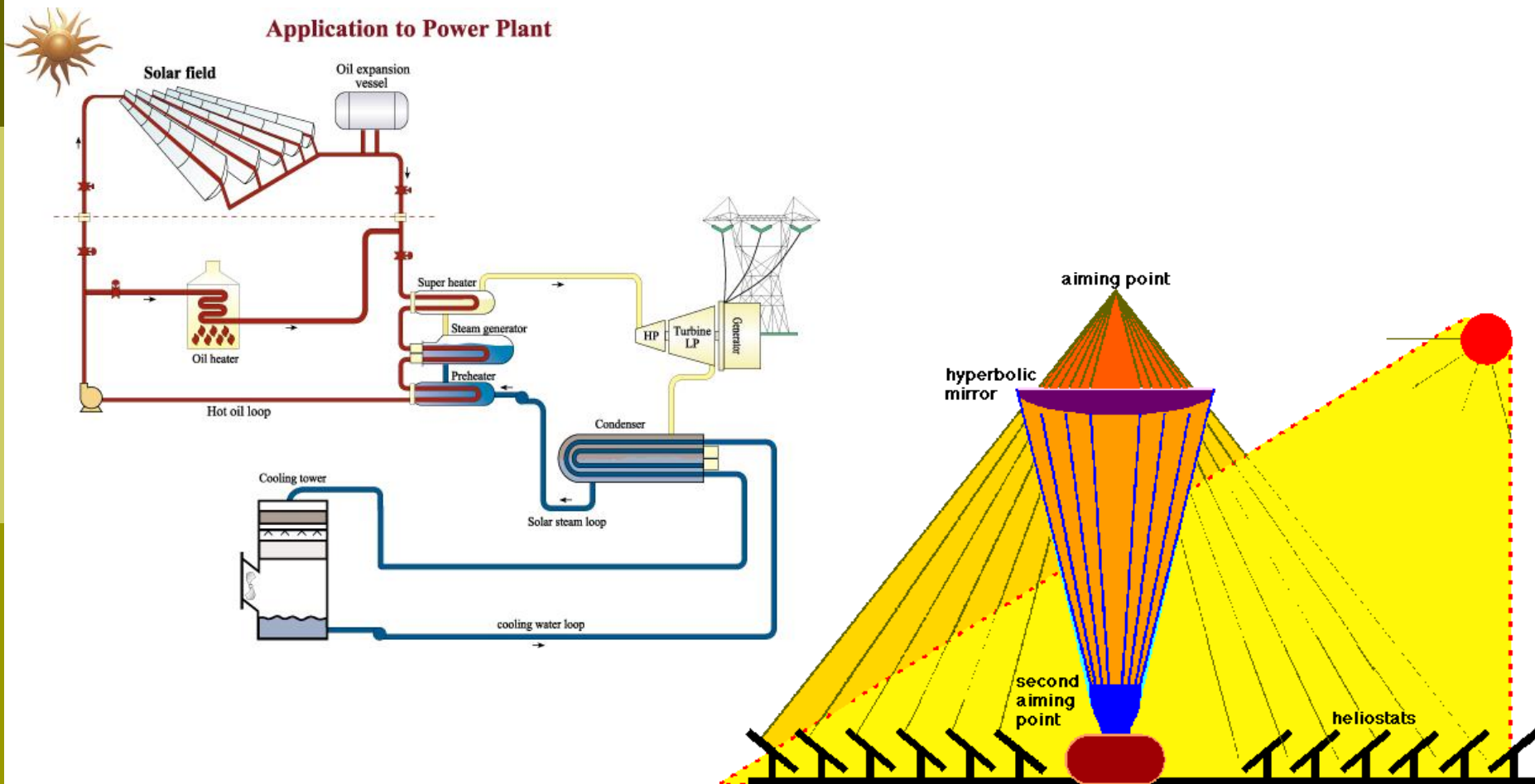


Aktif Isıtma

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

Fotovoltaik Hücreler

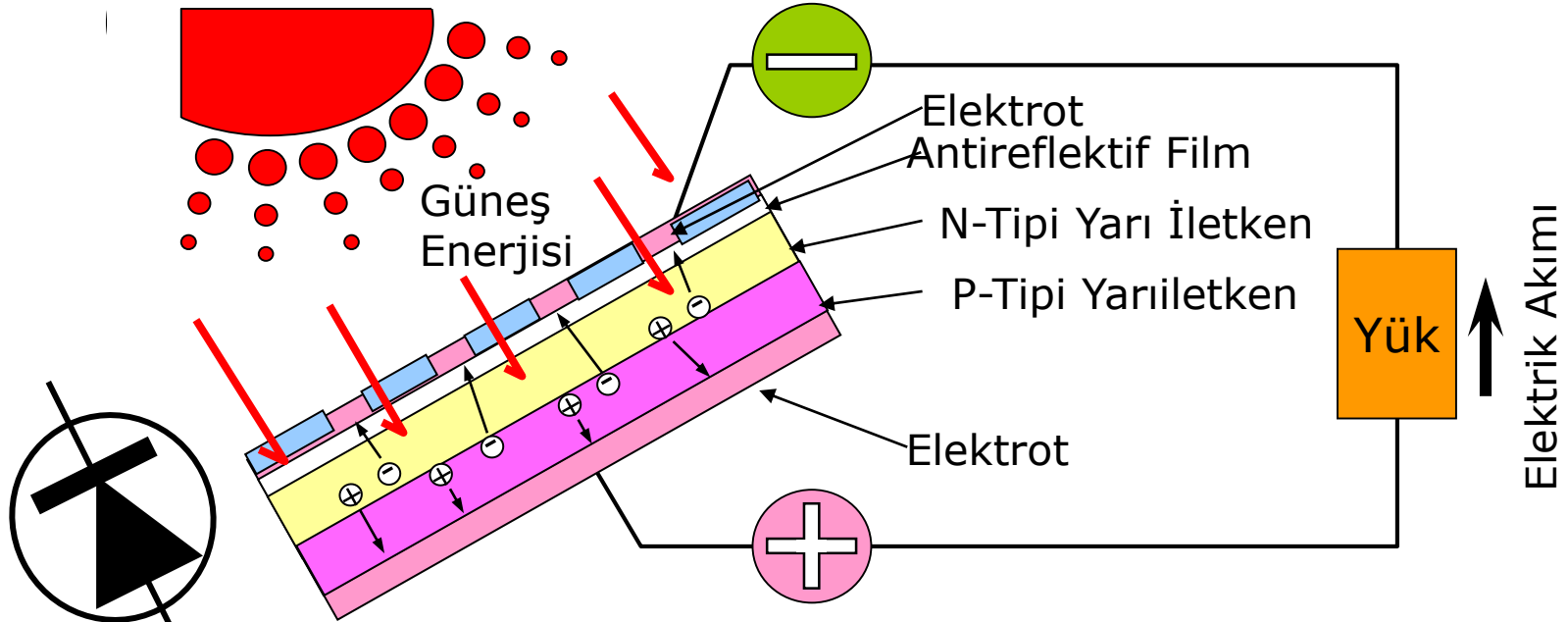
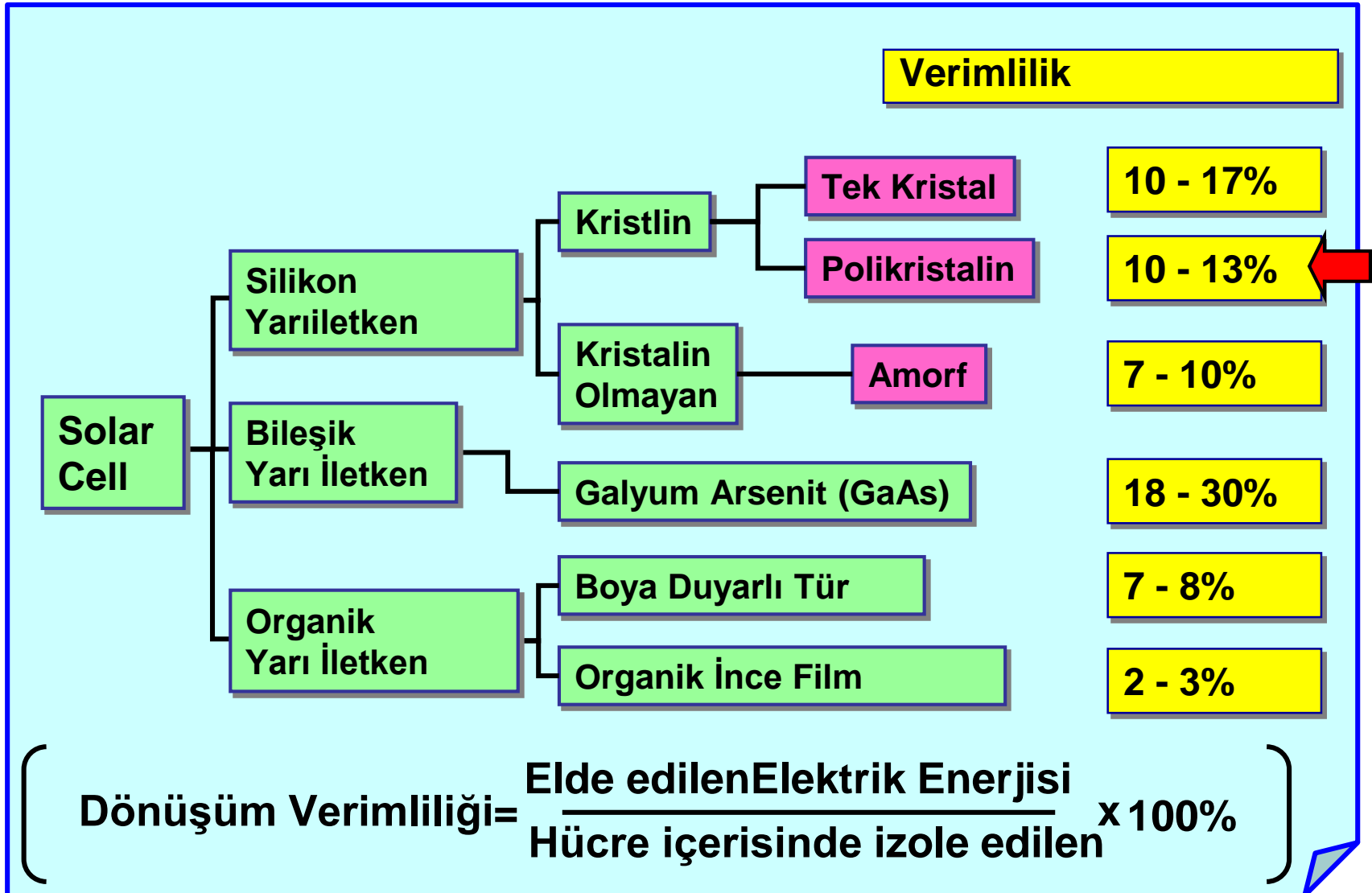


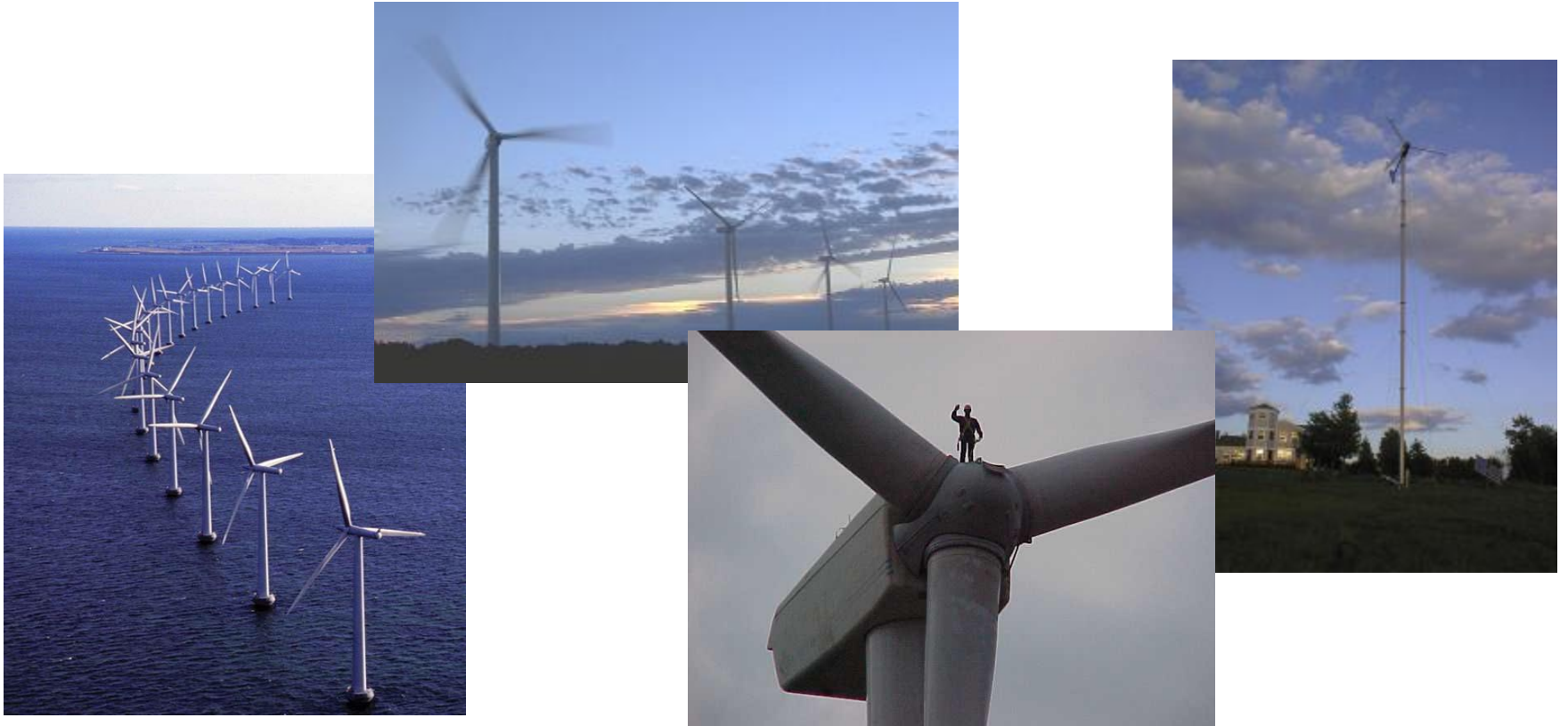
Foto Voltaik hücre

Albert Einstein, 1921 yılında "Fotoelektrik Etkisi" çalışması ile Nobel ödülünü kazanmıştır. Söz konusu teori bugün güneş panelleri ile elektrik üretiminin temelerini oluşturmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



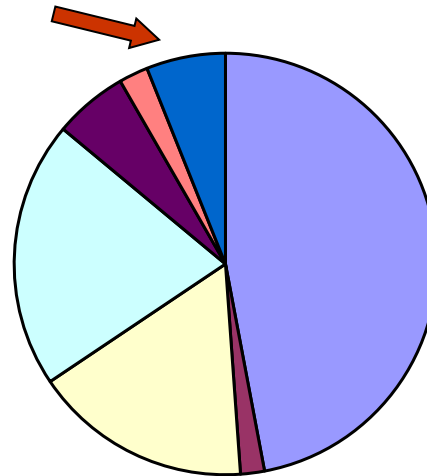
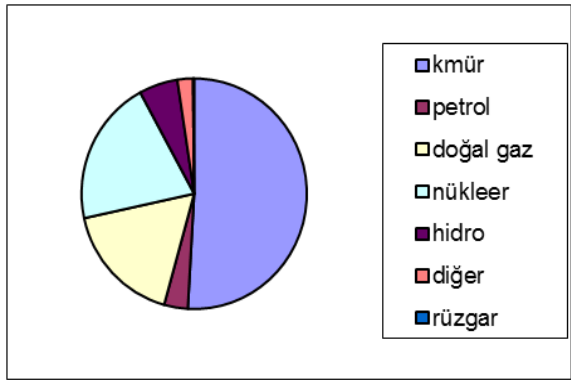
Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

- 1 M.Ö.
 - İskenderiyeli Heron'un yel değirmenini keşfi
- ~ 400 M.Ö.
 - Budist rahiplerin rüzgar gülleri
- 1200 – 1850
 - Avrupa'da yel değirmenleri için altın devir – 50,000
 - 9,000 adet Hollanda'da; 10,000 adet İngiltere'de; 18,000 adet Almanya'da
- 1850'ler
 - ABD'de su pompalama için imal edilmiş çok bıçaklı türbinler
- 1882
 - New York ve Londra'da ilk ticari rüzgar türbinin kurulması
- 1900
 - Fosil esaslı yakıtlardan dolayı Avrupa'da rüzgar türbinleri sayısının 10,000'in altına inmesi
- 1850 – 1930
 - ABD'deki küçük türbinli rüzgar türbinlerinin sayısını artması
 - 6,000,000 adet kurulmuştur
- 1936+
 - ABD'deki tüm rüzgar gülleri şebekeye bağlanmıştır.

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



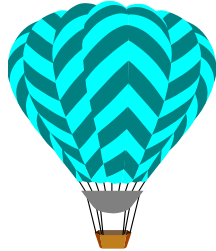
2020 itibariyle bu oran %6'ya artacaktır.

Günümüzdeki rüzgar türbinlerinin tümü bir ülkenin enerji ihtiyacının sadece %1'ni üretebilmektedir.

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

$$= 1/2 \times \text{hava yoğunluğu} \times \text{rotor alanı} \times (\text{rüzgar hızı})^3$$

ρ



$$\text{Yoğunluk} = P / (R \times T)$$

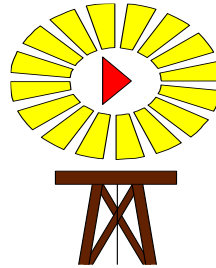
P - basınç (Pa)

R - gaz sabiti (287 J/kgK)

T - hava sıcaklığı (K)

kg/m^3

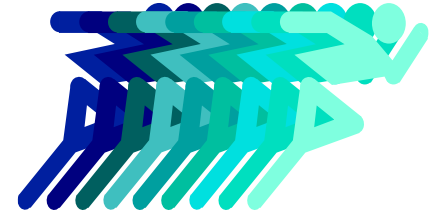
A



$$\text{Alan} = \pi r^2$$

m^2

V^3



Anlık Hız

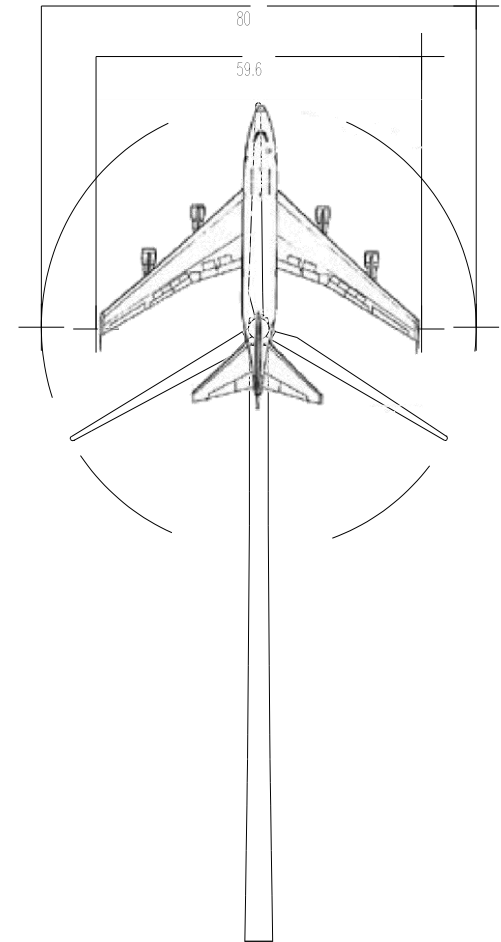
(ortalama hız değil)

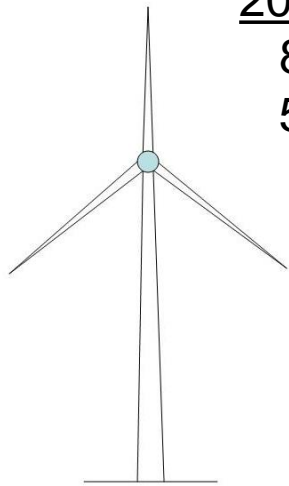
m/s

Rüzgar Gücü (W/m^2)

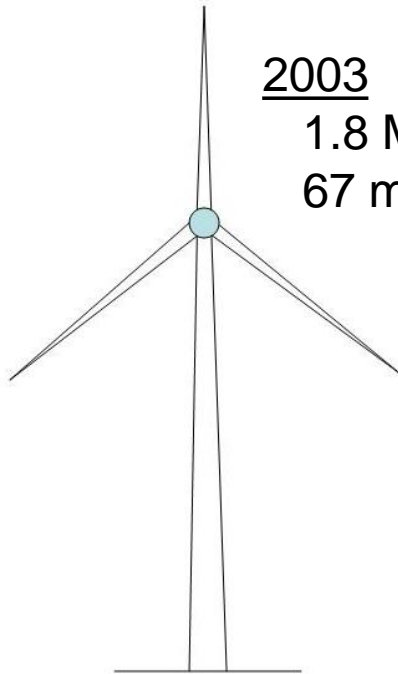
Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

Vestas V-80 2.0-MW'lık rüzgar türbininin boyutu bir Boeing 747 JUMBO JETinden çok daha büyüktür.

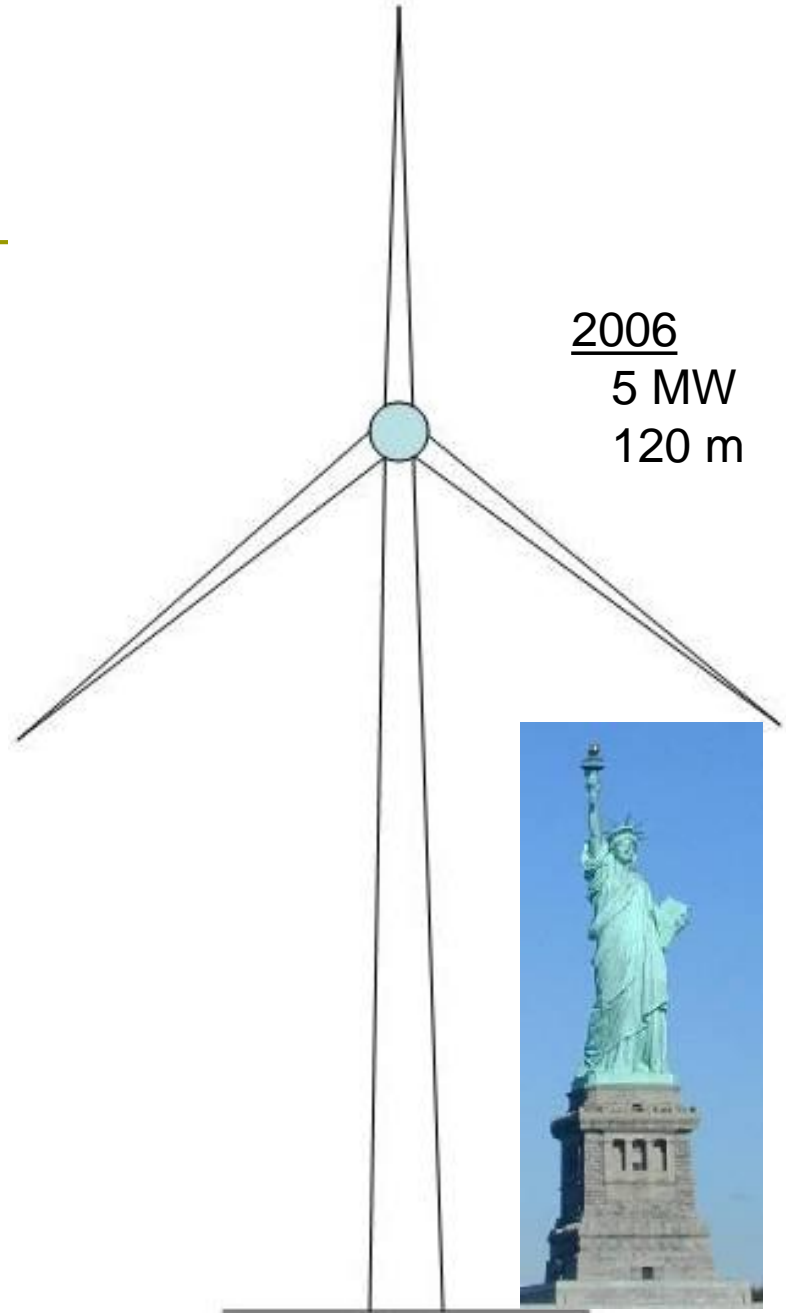




2000
850 kW
55 m



2003
1.8 MW
67 m



2006
5 MW
120 m

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

Sınıf	10 m (33 ft)	50 m (164 ft)
	Hız m/s (mph)	Hız m/s (mph)
	0	0
1	4.4 (9.8)	5.6 (12.5)
2	5.1 (11.5)	6.4 (14.3)
3	5.6 (12.5)	7.0 (15.7)
4	6.0 (13.4)	7.5 (16.8)
5	6.4 (14.3)	8.0 (17.9)
6	7.0 (15.7)	8.8 (19.7)
7	9.4 (21.1)	11.9 (26.6)

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

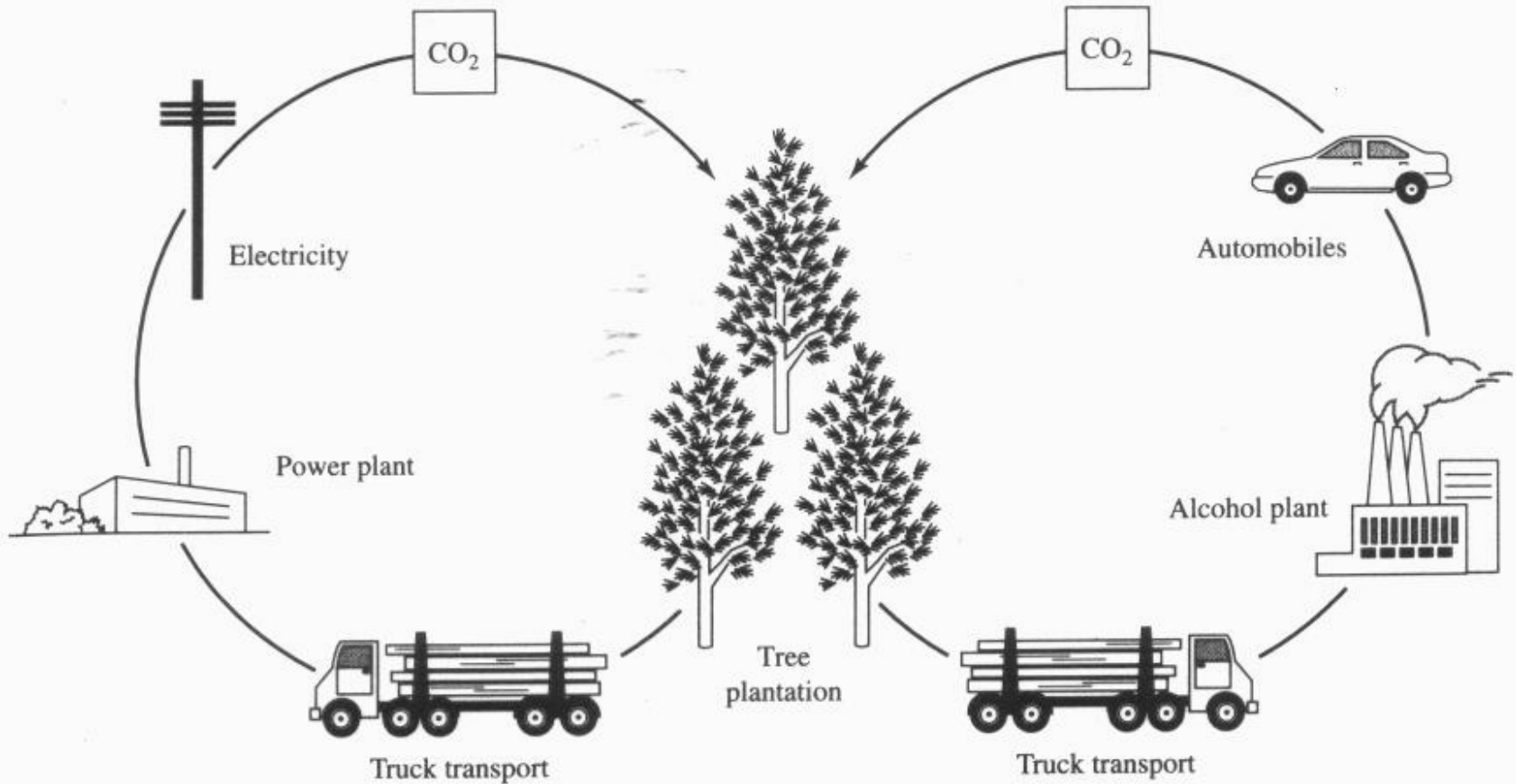
- Yerleşim alanlarına uzak bölgelerin seçilmesi sonucunda
 - Şebekeye bağlama maliyetlerinin çok yüksek olması
- Küçük projelerin üretilmesi sonucunda
 - Şebekeye bağlama maliyetlerinin planlanmasında uyumsuzluklar meydana gelir
- Kesikli enerji üretimi
 - Sistem yada protokollerin doğru tasarlanmaması sonucunda işletim maliyetlerinin artması

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

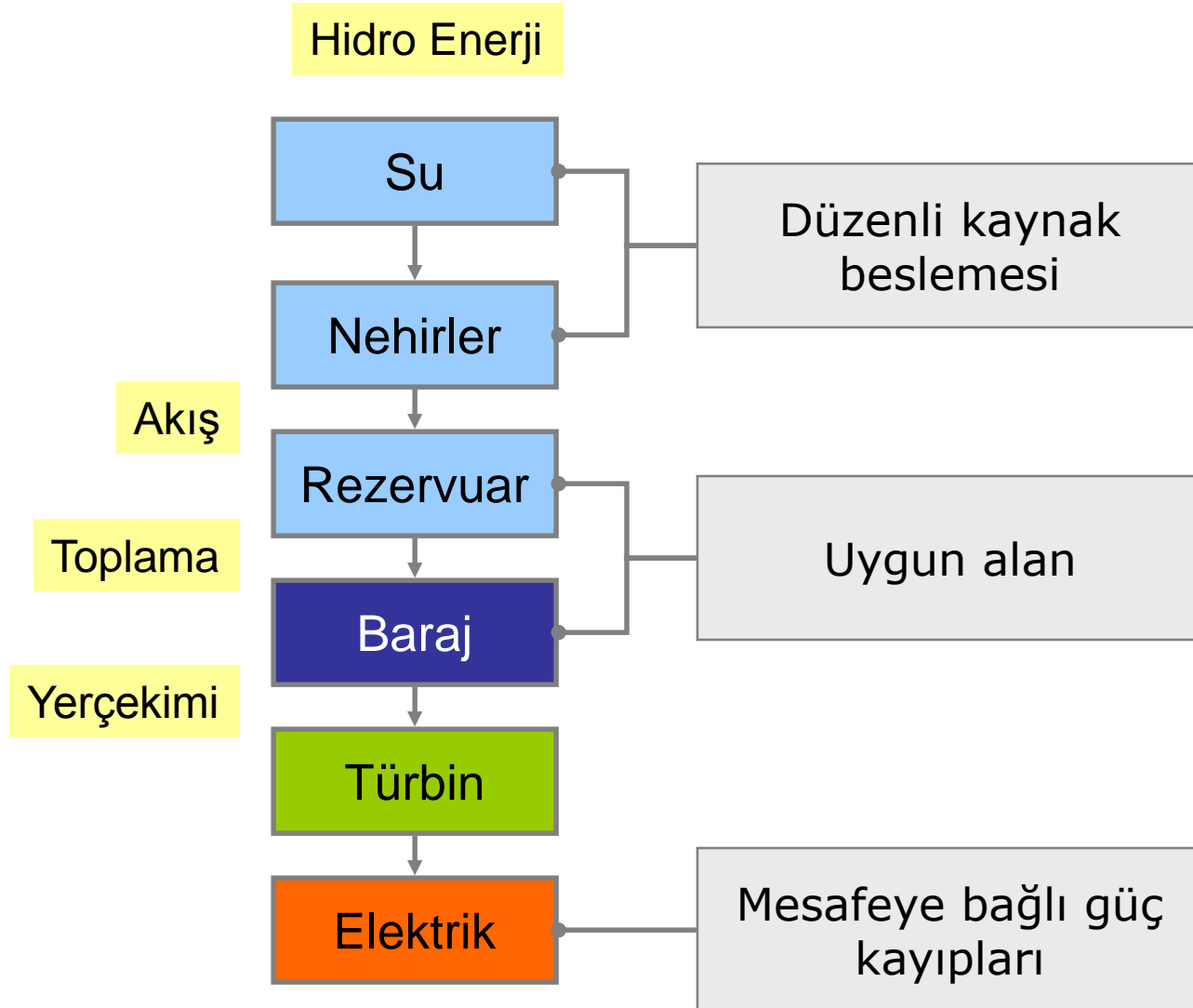
Biyokütle enerjisi, yaşayan ve ölü biyolojik maddelerin bir enerji kaynağı olarak kullanılmasıdır. Sonuçta güneş enerjisinin yakalanmasına ve kimyasal (karbonhidrat) bir yakıtta dönüştürülmesine bağlıdır.

- Teorik olarak karbon nötr ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
- Orman yönetimi, ahşapı yakıt olarak kullanma Biyobozunur atıkların kullanımı.
- Örnekler: gübre, mahsul kalıntısı, kanalizasyon, belediye katı atıkları ve Enerji bitkilerinin tarımsal üretimine yeni ilgi
- Yüksek verim ve düşük maliyetli
- Örnekler: mısır, şeker kamışı, şalgam, kenevir, söğüt, hurma yağı, kolza tohumu ve diğerleri.
- Yiyecek mahsulü olmak zorunda değildir.
- Biyomühendislik (GM) tesislerine yakıt kaynağı olarak son ilgi Sıvı veya gaz biyoyakıt üretimi O_2 olmaksızın biyokütlenin parçalanmasından dolayı biyogaz Düzenli depolama metanının üretilir.
- Fermantasyondan, çoğunlukla mısırdan gelen biyoetanol.

Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

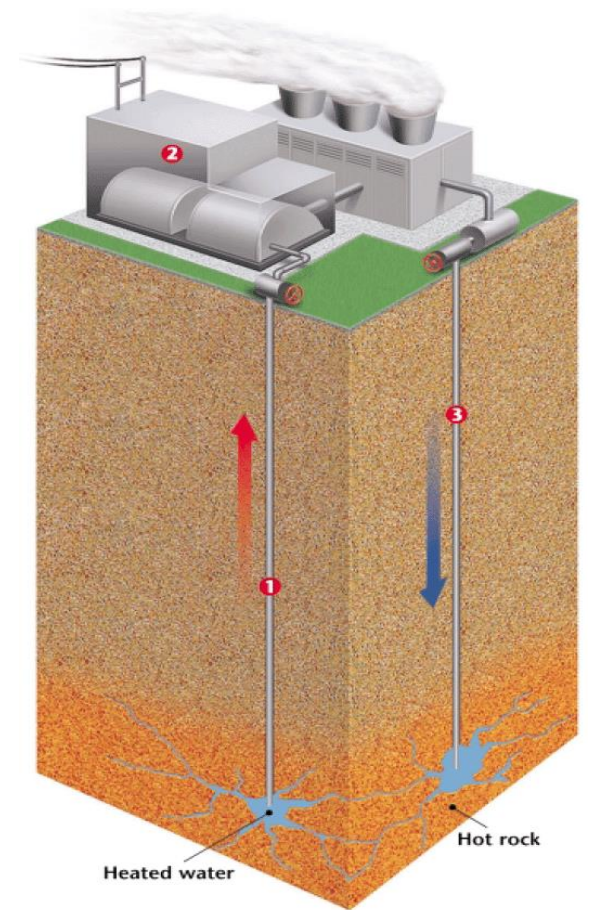


Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

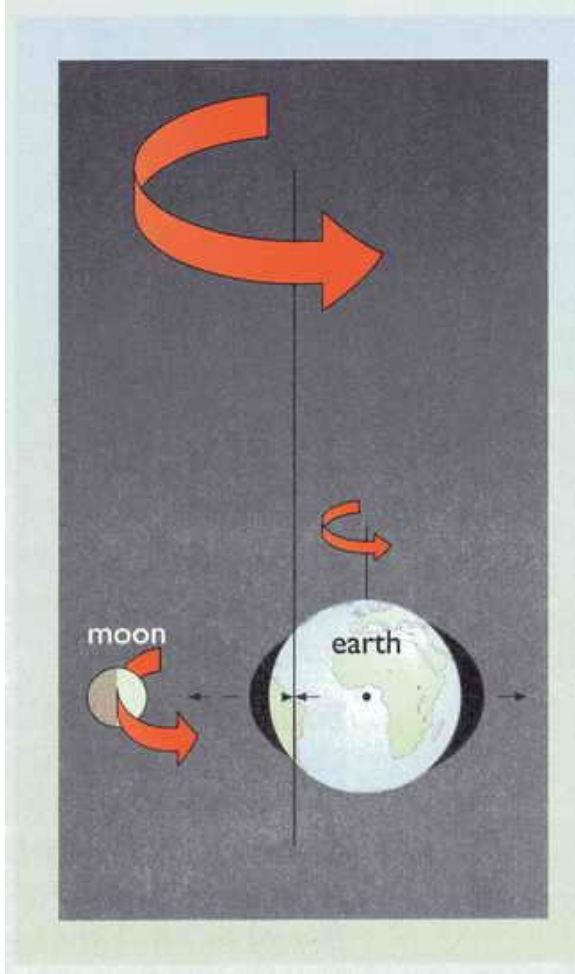


Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?

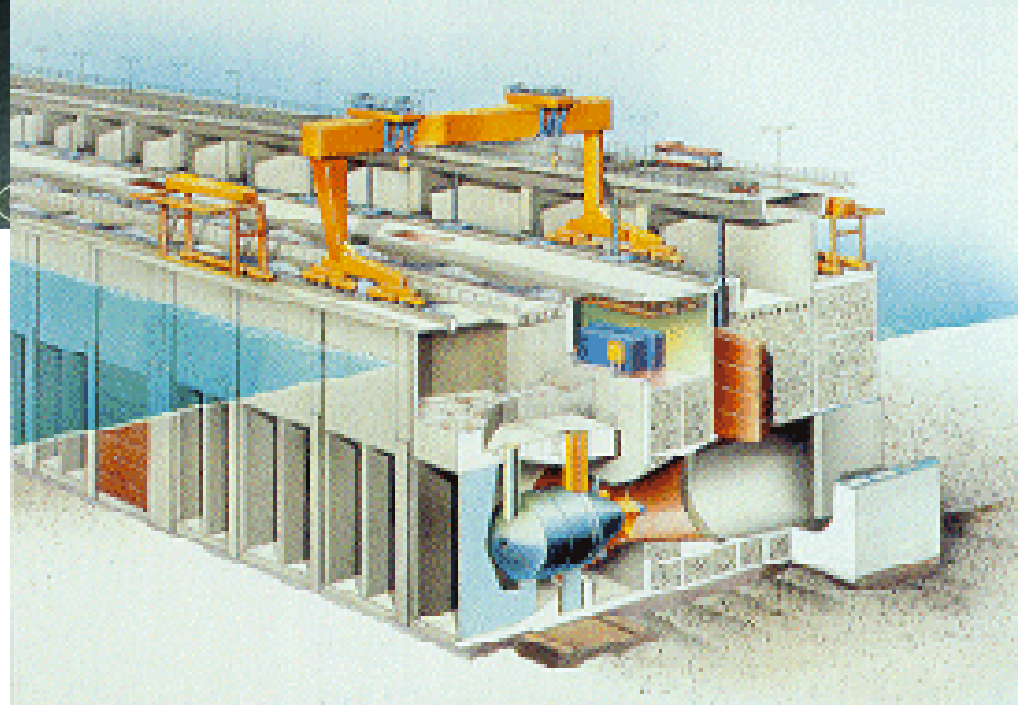
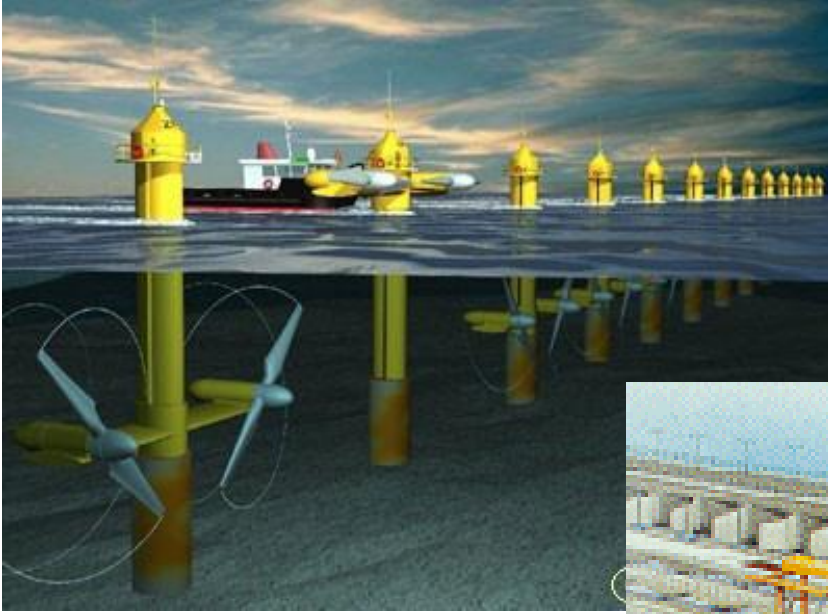
- Yeraltındaki ısınan su bir kuyu yoluyla yüzeye çıkar;
- Yüzeye yerleştirilen türbin mekanik olarak döndürülerek elektrik elde edilir.
- Yoğuşturulan buhar yer altına geri gönderilir.



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Türleri Nelerdir?



Yenilenebilir Enerji Kaynakları Nelerdir?



517 GWh/yıl

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Hidroelektrik Santralleri Profili

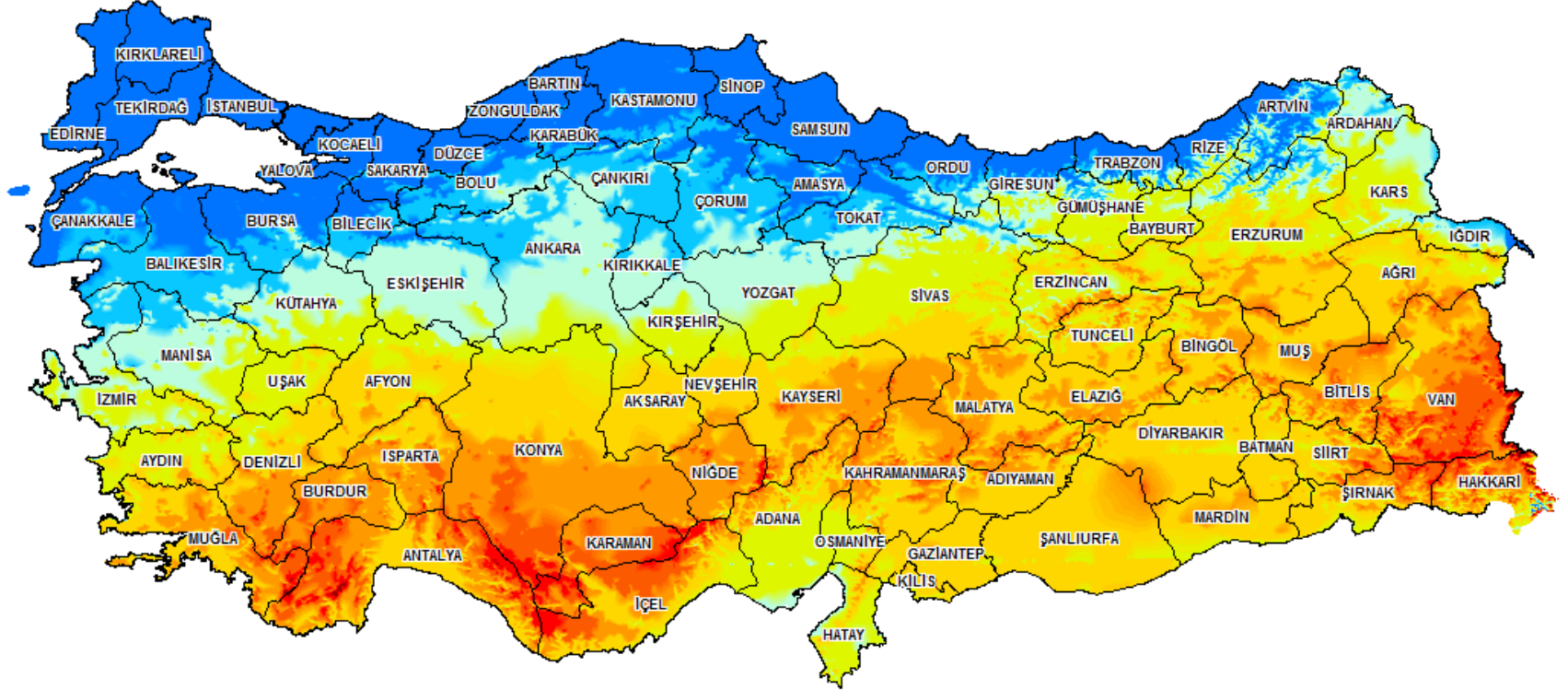
Kayıtlı Santral Sayısı :	640
Kurulu Güç :	28.358 MWe Kayıtlı: 28.329 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 32,01
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 73.796 GWh
Üretimin Tüketime Oranı :	% 28,38
Lisans Durumu :	640 lisanslı, 0 lisanssız

Hidroelektrik

Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri

Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	28.358	%62,2
Kurulumu devam eden	5.271	%12,1
Üretim lisansı alınan	3.133	%7,2
Önlisans alınan	3.944	%9,0
Proje aşamasında	2.993	%6,9
TOPLAM	43.669	%100

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum



Türkiye Güneş Haritası

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Güneş Enerji Santralleri Profili

Kayıtlı Santral Sayısı : 564

GES Kurulu Güç : 5.095 MWe
Kayıtlı: 1.633 MWe

Kurulu Güce Oranı : % 5,75

Yıllık Elektrik Üretimi : ~ 2.433 GWh

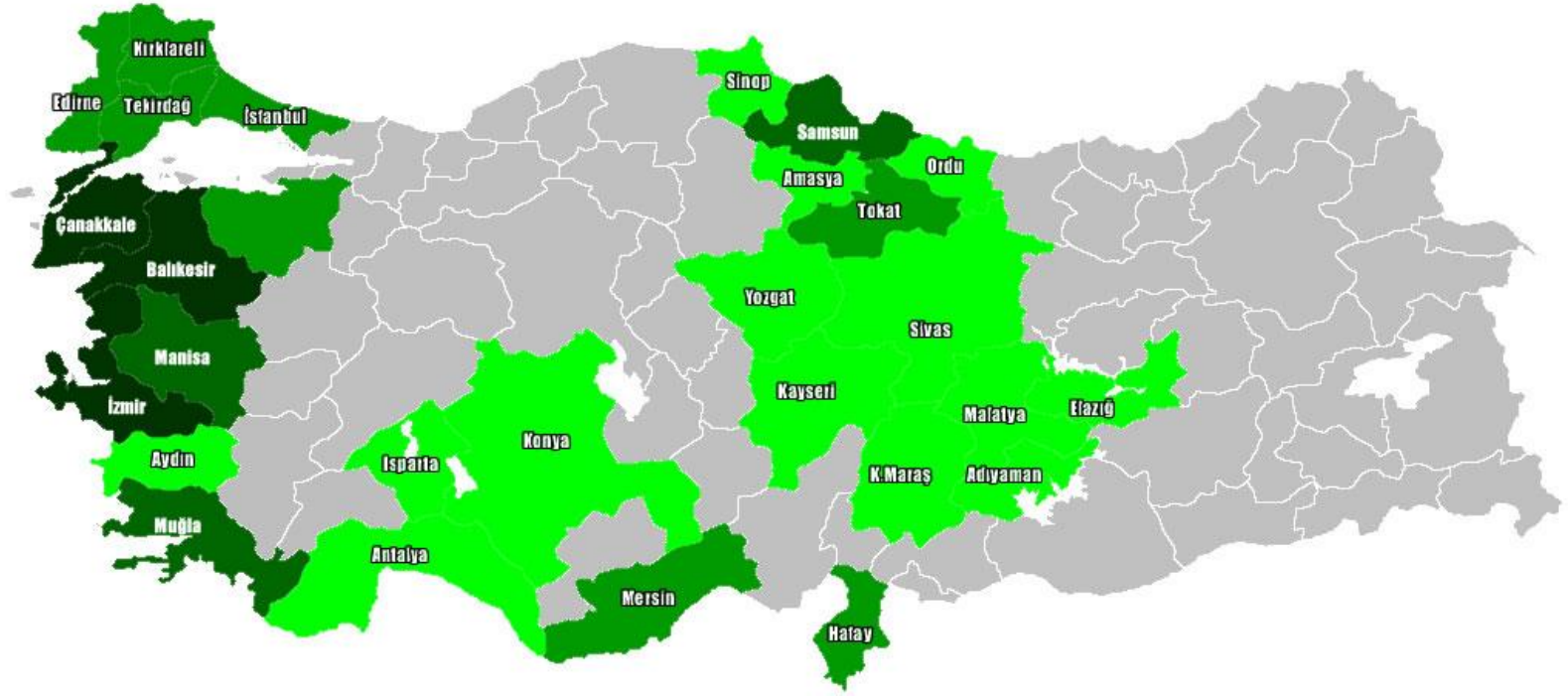
Üretimin Tüketime Oranı : % 0,94

Lisans Durumu : 15 lisanslı, 549 lisanssız

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2017	131.000
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2017	51.000
3	Japonya	Aralık 2017	49.000
4	Almanya	Kasım 2018	45.550
5	İtalya	Aralık 2017	19.700
6	Hindistan	Aralık 2017	18.300
7	Birleşik Krallık	Aralık 2017	12.700
8	Fransa	Aralık 2017	8.000
9	Avustralya	Aralık 2017	7.200
10	İspanya	Temmuz 2017	6.730
11	Güney Kore	Aralık 2017	5.600
12	Türkiye	Aralık 2018	5.095

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum



Türkiye Rüzgar Enerjisi Haritası

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Rüzgar Enerji Santralleri Profili

Kayıtlı Santral Sayısı : 192

RES Kurulu Güç : 7.010 MWe
Kayıtlı: 7.004 MWe

Kurulu Güce Oranı : % 7,91

Yıllık Elektrik Üretimi : ~ 17.715 GWh

Üretimin Tüketime Oranı : % 6,81

Lisans Durumu : 175 lisanslı, 17 lisanssız

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA RÜZGAR SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2017	187.730
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2017	88.927
3	Almanya	Kasım 2018	59.240
4	Hindistan	Aralık 2017	32.879
5	İspanya	Aralık 2017	23.026
6	Birleşik Krallık	Aralık 2017	17.852
7	Fransa	Aralık 2017	13.760
8	Brezilya	Aralık 2017	12.763
9	Kanada	Aralık 2017	12.239
10	İtalya	Aralık 2017	9.700
11	Türkiye	Ocak 2019	7.010
12	İsveç	Aralık 2017	6.721
13	Polonya	Aralık 2017	6.534

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Rüzgar Enerji Santralleri Profili

Kayıtlı Santral Sayısı : 192

RES Kurulu Güç : 7.010 MWe
Kayıtlı: 7.004 MWe

Kurulu Güce Oranı : % 7,91

Yıllık Elektrik Üretimi : ~ 17.715 GWh

Üretimin Tüketime Oranı : % 6,81

Lisans Durumu : 175 lisanslı, 17 lisanssız

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA RÜZGAR SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2017	187.730
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2017	88.927
3	Almanya	Kasım 2018	59.240
4	Hindistan	Aralık 2017	32.879
5	İspanya	Aralık 2017	23.026
6	Birleşik Krallık	Aralık 2017	17.852
7	Fransa	Aralık 2017	13.760
8	Brezilya	Aralık 2017	12.763
9	Kanada	Aralık 2017	12.239
10	İtalya	Aralık 2017	9.700
11	Türkiye	Ocak 2019	7.010
12	İsveç	Aralık 2017	6.721
13	Polonya	Aralık 2017	6.534

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Jeotermal Enerji Santralleri Profili

Kayıtlı Santral Sayısı :	48
JES Kurulu Güç :	1.303 MWe Kayıtlı: 1.303 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 1,47
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 7.775 GWh
Üretimin Tüketime Oranı :	% 2,99

Jeotermal Enerji Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri

Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	1.303	%51,8
Kurulumu devam eden	161	%8,1
Üretim lisansı alınan	104	%5,2
Önlisans alınan	396	%20,0
Proje aşamasında	20	%1,0
TOPLAM	1.984	%100

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA JEOTERMAL ENERJİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2018	3.639
2	Endonezya	Aralık 2018	1.948
3	Filipinler	Aralık 2018	1.868
4	Türkiye	Ocak 2019	1.303
5	Yeni Zellanda	Aralık 2018	1.005
6	Meksika	Aralık 2018	951
7	İtalya	Aralık 2018	944
8	İzlanda	Aralık 2018	755
9	Kenya	Aralık 2018	676
10	Japonya	Aralık 2018	542
11	El Salvador	Mart 2016	205
12	Kosta Rika	Mart 2016	204
13	Nikaragua	Mart 2016	109
14	Rusya	Mart 2016	97

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Piroolitik Yağ Enerji Santralleri Profili

Kayıtlı Santral Sayısı :	100
BES Kurulu Güç :	646 MWe Kayıtlı: 530 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 0,73
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 2.277 GWh
Üretimin Tüketime Oranı :	% 0,88

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

04.08.2018 Cumartesi Türkiye Elektrik Üretimi (kWh)				
İthal	Fosil	Doğalgaz	279.908.370	%29,53
İthal	Fosil	İthal Kömür	199.770.160	%21,07
Yerli	Yenilenebilir	Hidrolik	190.326.390	%20,08
Yerli	Fosil	Taş Kömürü ve Linyit	123.879.090	%13,07
Yerli	Yenilenebilir	Rüzgar	102.519.850	%10,81
Yerli	Yenilenebilir	Güneş *	24.562.410	%2,59
Yerli	Yenilenebilir	Jeotermal	17.317.980	%1,83
Yerli	Yenilenebilir	Biyogaz	5.641.360	%0,60
İthal	Fosil	Fuel-Oil ve Nafta	4.027.000	%0,42

04.08.2018 Elektrik Üretiminde Yerlilik Oranı

Yerli kaynaktan üretim	464.247.080	%48,97
İthal kaynaktan üretim	483.705.530	%51,03

Türkiye ve Dünyadaki Mevcut Durum

İlginiz için teşekkür ederim...

