

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ÇEVRE DAİRESİ BAŞKANLIĞI

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ



**T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI**



Sunum İçeriği



1- Enerji
Dönüşümü

2- Enerji Verimliliği

3- Temiz ve
Yenilenebilir Enerji

- Güneş Enerjisi
- Rüzgar Enerjisi
- Hidrolik Enerjisi
- Biyokütle Enerjisi
- Jeotermal Enerjisi
- Dalga Enerjisi
- Nükleer Enerjisi

4- Elektrifikasyon

5- Teknolojiler ve
İnovasyon

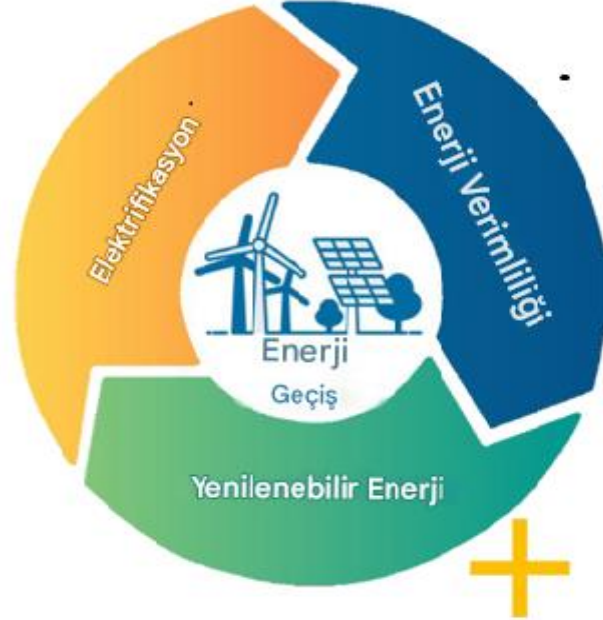
- - Enerji Depolama
- - Hidrojen
- - Karbon yakalama, kullanma ve depolama

Türkiye de Enerji Dönüşümü

Elektrifikasyon

Yeni elektrikle çalışan teknolojiler, geleneksel fosil yakıt bazlı teknolojilerin yerini alarak sistem verimliliğini artırır.

Elektrifikasyon aynı zamanda elektrik talebinin yenilenebilir enerji ile karşılanması yoluyla dönüşümün hızlandırılmasına da katkı sağlamaktadır.



Yeni Teknolojiler

Yenilenebilir Enerji

Türkiye'nin mevcut toplam elektrik talebinin yaklaşık %40'ı yenilenebilir enerjiden gelmektedir. Dağıtık sistemlerle birlikte güneş ve rüzgar enerjisinin payı %16 civarındadır.

Enerji Verimliliği

Türkiye'nin enerji yoğunluğu 2000'li yılların başından itibaren yılda ortalama %1,7 oranında azalmaktadır.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, 2023 yılında birincil enerji tüketiminin baz senaryoya göre %16 oranında azaltılmasını hedefliyor.

Yeni Teknolojiler

Yeni teknolojiler, yenilenebilir enerjinin artan paylarının entegre edilmesi ve azaltılması zor sektörlerin karbondan arındırılması için kilit önem taşıyor.



Enerji Verimliliği Nedir?



- **Enerji Verimliliği:** Enerji verimliliği yatırımları sonucunda genellikle enerji tüketiminde kalıcı azalmalar meydana gelir.
- Ülkemizin enerji ihtiyacı büyük oranda ithalatla karşılanmakta olup, ekonomik kalkınma ve sanayileşmenin istenilen hızda gerçekleştirilebilmesi için enerji verimliliğine yönelik politikalar son derece önemli hale gelmiştir.
- Enerji Verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının **düşüşüne yol açmadan** birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır.
- Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre 1 Avro'luk enerji verimliliğine yönelik bir harcama, enerji yatırımlarında 2 Avro'luk bir azalmayı sağlamaktadır.

Neden Enerji Verimliliği?

- Fosil kaynakların hızla tükenmekte olması,
- Alternatif enerji kaynaklarının istenilen ekonomik yapıya henüz ulaşamamış olması
- Artan enerji talebi sebebiyle, enerji üretiminin daha maliyetli alanlara da kayması ile enerji fiyatlarının artışı
- Yerli enerji kaynaklarının, talebi henüz karşılayamaması sebebiyle ithalata bağımlılığının halen devam etmesi
- Mevcut enerji üretim ve tüketim yapısıyla başta iklim değişiklikleri olmak üzere ekolojik dengede bozulmalar görülmesi gibi nedenlerle enerji verimliliği politikaları uygulanmaktadır.

Enerji Verimliliği Yatırımlarının Kapsamı

- Enerji verimli ekipman ve sistem kullanımı,
- Yalıtım, rehabilitasyon ve proses düzenleme,
- Atık enerjinin geri kazanılması.



Kaynak: IEC

Cam, Seramik ve Çimento Sektörleri;

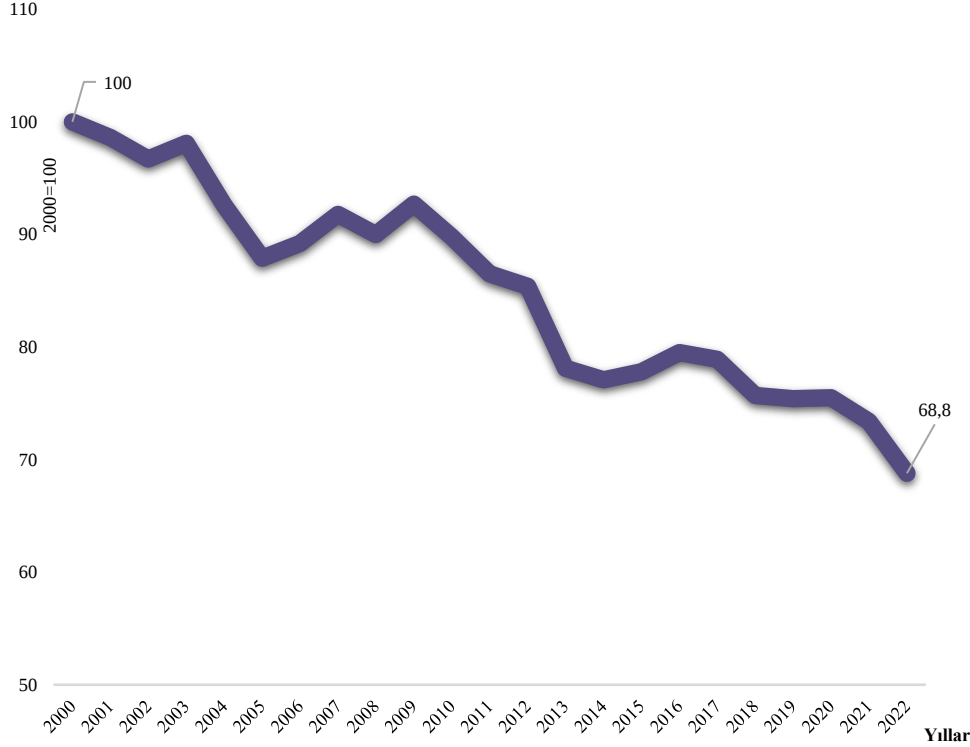
Taşın, toprağın 1000 C üzerindeki ısılarla işlenerek ürüne dönüştüğü yüksek sıcaklık prosesleri olan bu tesislerdeki sinter ve kurutma fırınlardan çıkan yüksek sıcaklıktaki gazların enerjisinden geri kazanım, brülörlerin yanma verimlerinin iyi ayarlanması, fırın sızdırmazlıklarının sağlanması, yalıtımların iyileştirilmesi, hammadde ve mamul transfer sistemlerinin iyileştirilmesi gibi önlemler enerji tasarrufu sağlayacaktır.



Türkiye’de ve Dünya’da Enerji Verimliliği

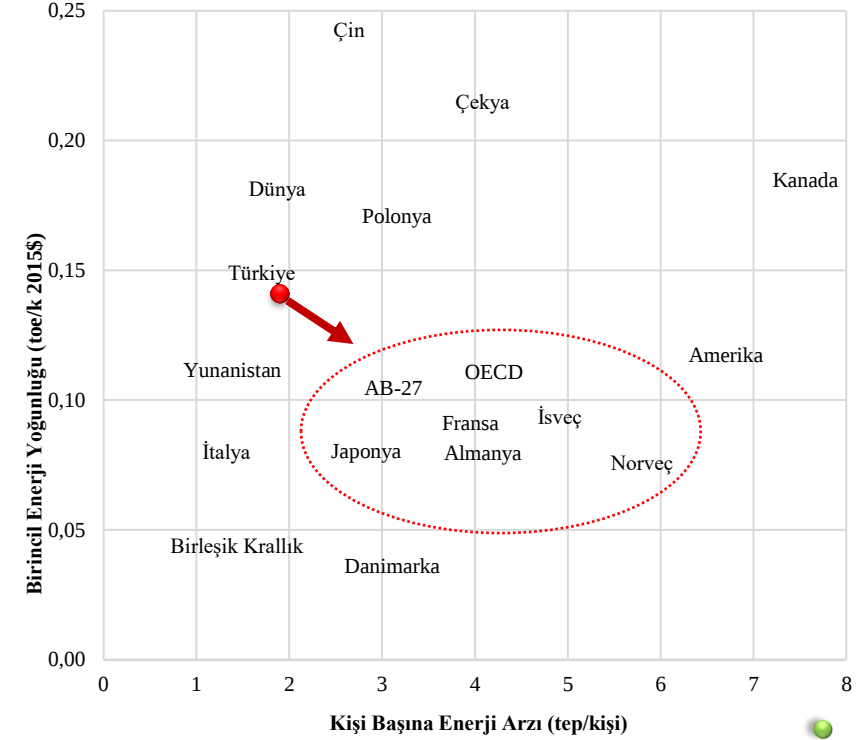


Enerji Yoğunluğu İlerlemesi (2000-2022)



Birincil Enerji Yoğunluğu

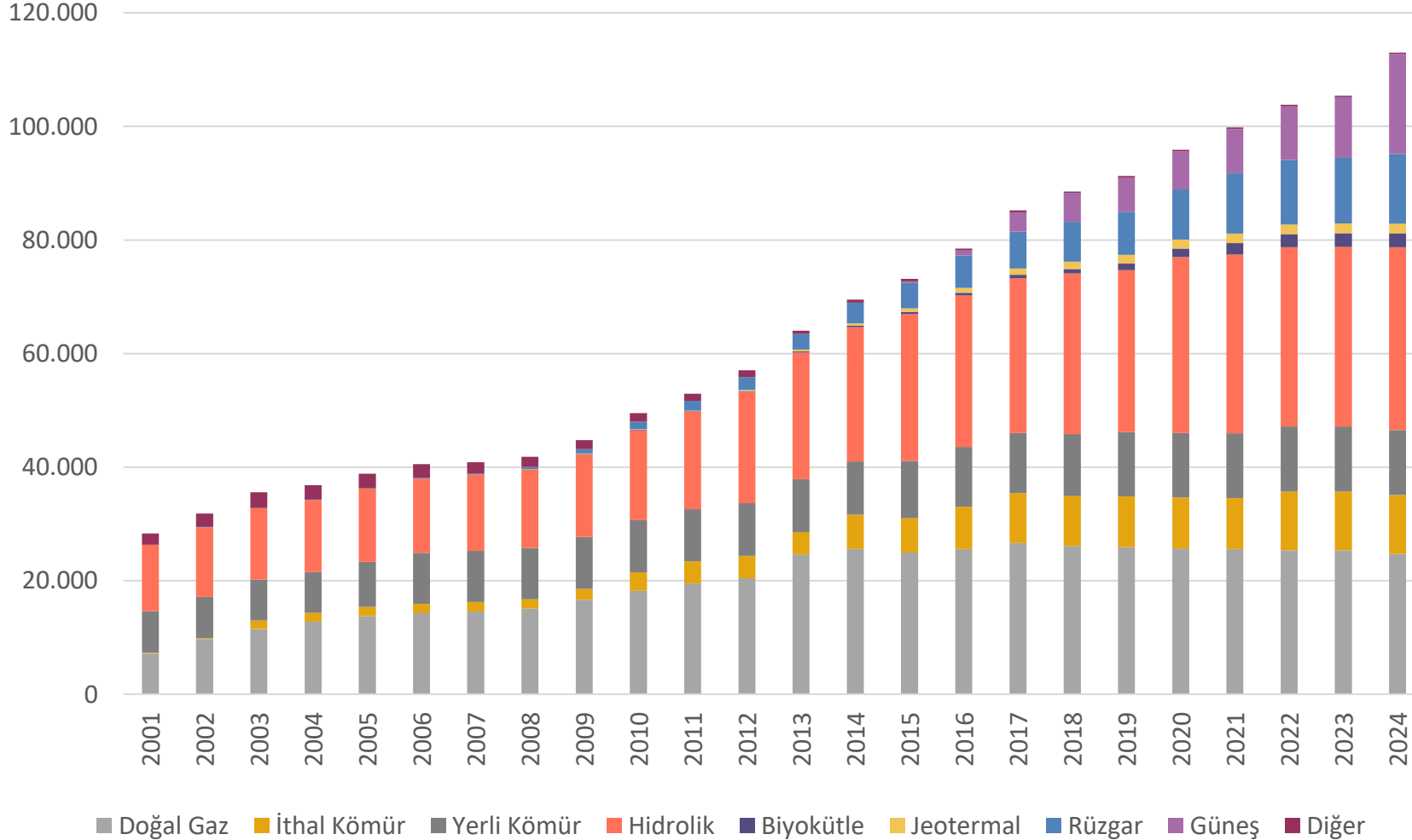
2022: %6,2 ↓
2012-2022: %19,5 ↓
2000-2022: %31,2 ↓



Türkiye, 2021 yılında enerji yoğunluğunu iki yıl üst üste azaltan üç G20 ülkesinden biri olurken, G20 ülkeleri arasında 2021 yılında enerji yoğunluğunu en fazla azaltan ikinci ülke oldu.



Türkiye Kurulu Güç Değişimi (MW)



2024 Yılı Ekim Ayı Sonu
Türkiye Kurulu Gücü:
114.59 MW

Yenilenebilir
Kurulu güç: 67.788 MW

Yenilenebilir Enerji
Kaynaklarının Toplam
Kurulu Güçteki Payı
%59,2'tir.



Yenilenebilir Enerji Kaynakları- Kurulu Güç ve Elektrik Üretimleri

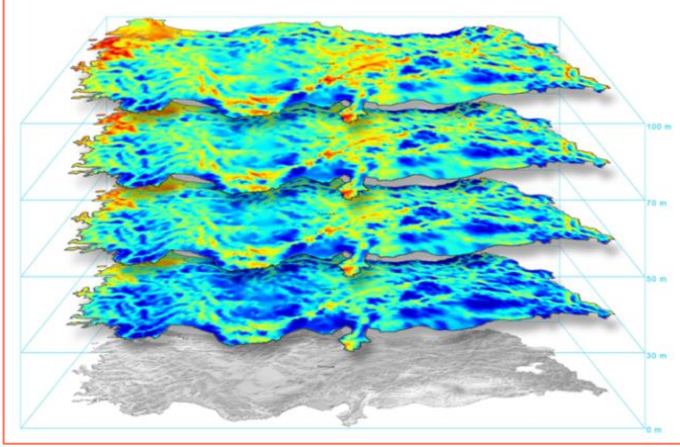


2024 Ekim Sonu Verileri

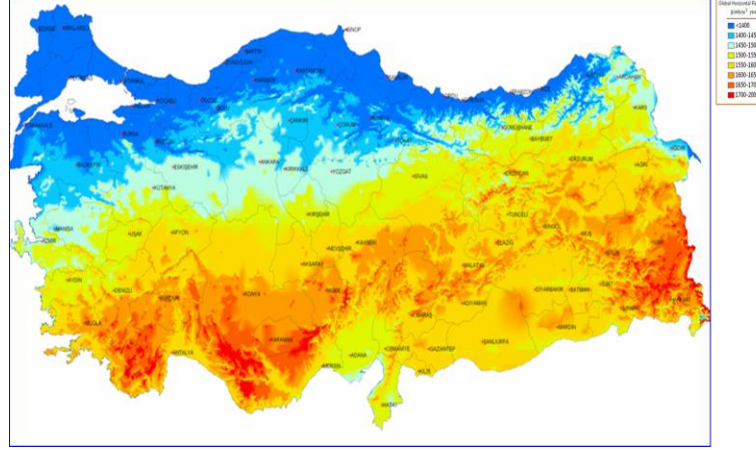
Kaynak Türü	Kurulu Güç (MW)	Payı (%)	Üretim (GWh)	Payı (%)
Hidrolik	32.203	28,1	66.166	22,9
Rüzgar	12.446	10,9	30.055	10,40
Güneş	19.005	16,6	23.703	8,20
Jeotermal	1.691	1,60	9.161	3,20
Biyokütle (Atık ısı dahil)	2.443	2,10	8.702	3,00
Yenilenebilir Toplam:	67.788	59,2	137.787	47,06

Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

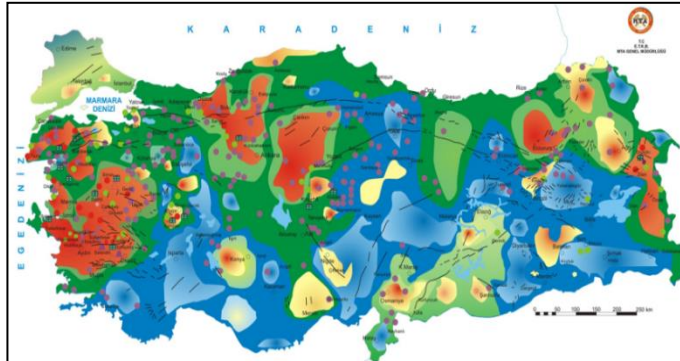
RÜZGAR



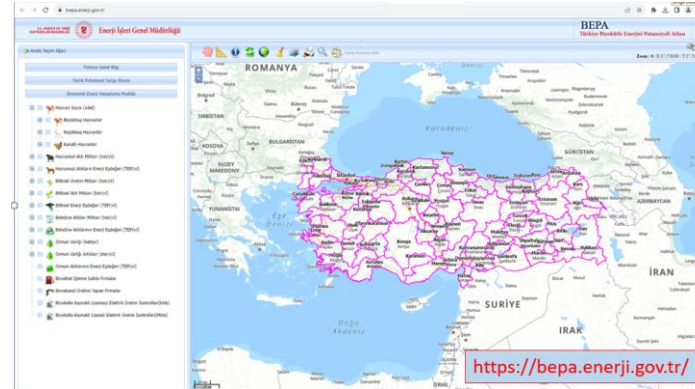
GÜNEŞ



JEOTERMAL



BIYOKÜTLE



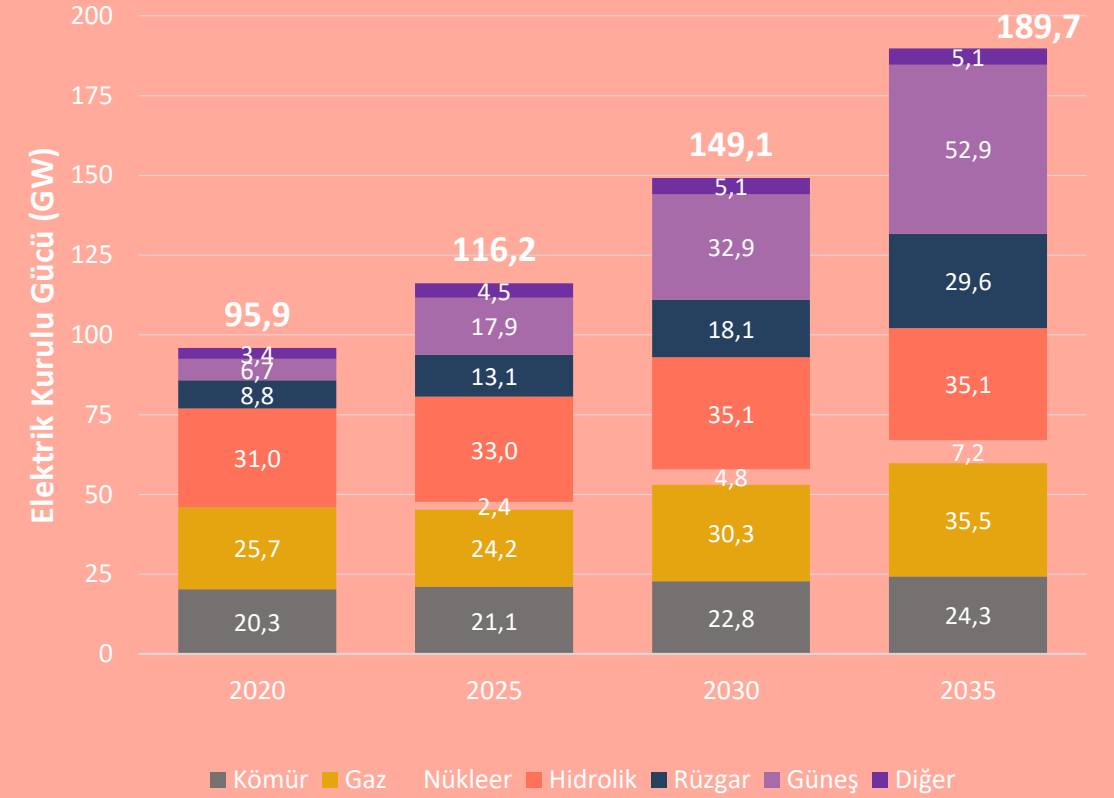
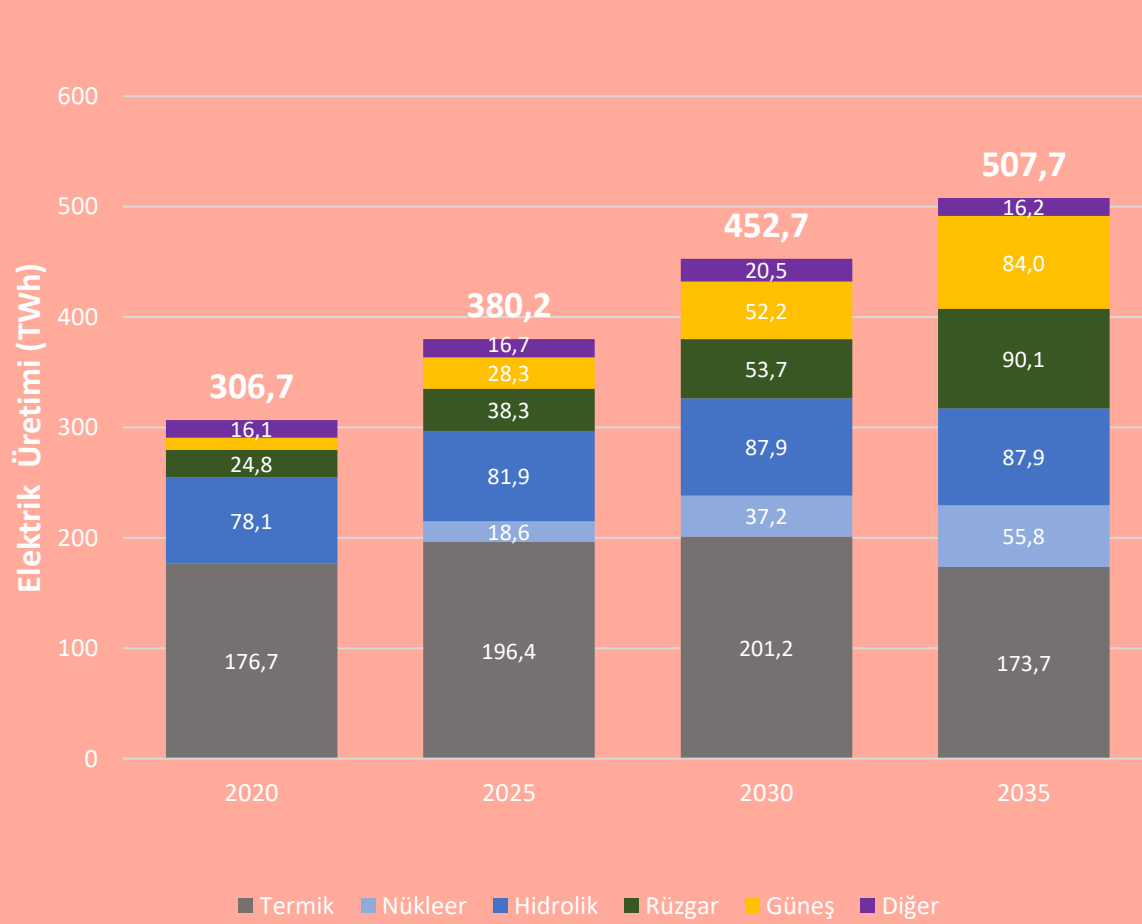
2035
RES-GES
KURULU
GÜÇ
HEDEFİ

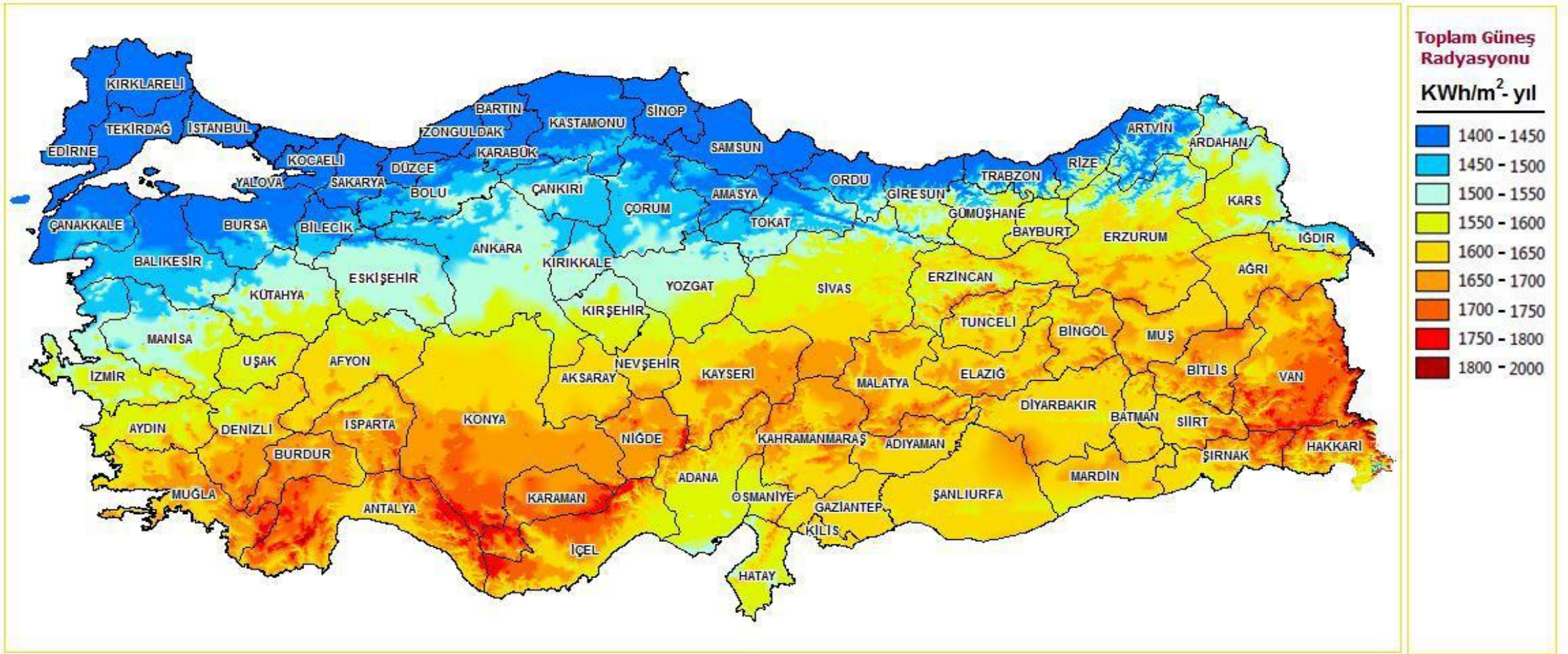
120.000 MW 4 KATINA
ÇIKARILACAK

80 MİLYAR DOLAR
YATIRIM



Yenilenebilir Enerji Hedefleri





Güneş Fotovoltaik;

Fotovoltaik hücrelere çarpan ışık, genellikle silikon olan bir yarı iletken tarafından elektriğe dönüştürülür.

Bir fotovoltaik dizi, 12, 24 veya 48 voltluk voltajla doğru akım üreten birkaç hücreden oluşur.

Doğru akım, bir invertör tarafından alternatif akıma dönüştürülür.

Tipik verimlilik yaklaşık %15-22'dir.

Verimlilik: Üretilen elektriğin alınan güneş enerjisine oranı

Maksimum üretim = (1300 watt/m² enerji potansiyeli, Türkiye) x (verimlilik)



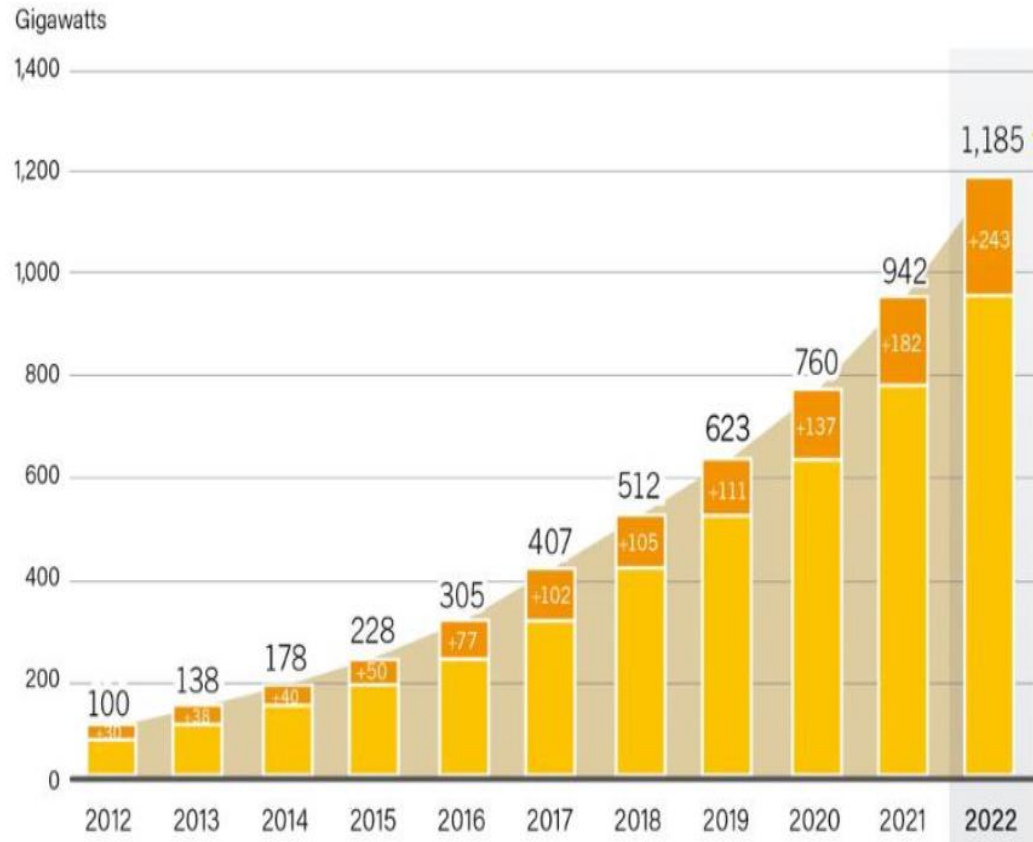
Kaynak: Point Zero Energy



Kaynak: PV Tech



Güneş Enerjisi



Kaynak: Cladco

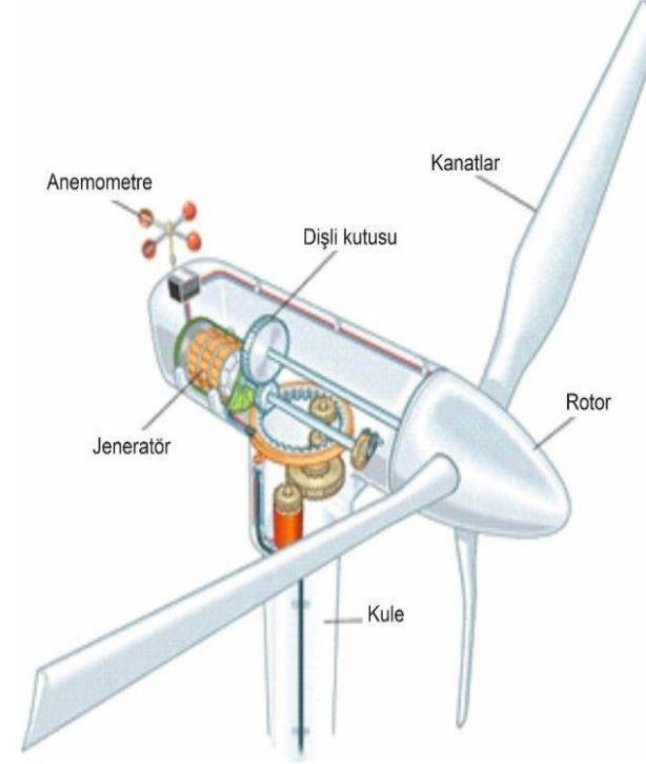
Güneş PV Avantajları

- Birçok bölgede mevcut olan kirlenmeyen bir enerji kaynağı.
- "Güneşli" iklimlerle sınırlı değil
- Ulusal şebekeye erişimi zor olan bölgelerde elektrik sağlar.
- Modüler bileşenler ev çatılarına kolayca uyum sağlar.
- Bileşenler 20-30 yıl dayanır, düşük bakım gerektirir.
- Elektrik, su veya türbine ihtiyaç duyulmadan doğrudan üretilir. Bu nedenle hareketli parça yoktur. Isı içermez.
- İnşası hızlıdır (bir yıldan az)
- Rüzgardan daha aralıklı ancak daha öngörülebilir üretim

Rüzgâr, güneşin yeryüzünü eşit olmayan şekilde ısıtıp soğutmasının ve basınç farkları sonucu ortaya çıkan kuvvetlerin meydana getirdiği hava hareketleridir.

Bu hava akımının sahip olduğu hareket enerjisi ise rüzgâr enerjisi olarak adlandırılır. Rüzgâr türbini, rüzgârın kinetik enerjisini mekanik enerjiye çevirdikten sonra elektrik enerjisine dönüştürür.

Bir rüzgâr türbininin parçaları; Pervane kanatları, Kontrol ünitesi, Vites kutusu, Kule, Çark, Jeneratör, Düşük ve yüksek hız mili, Makine bölümü, Durdurma kolu, Anemometre, Sapma sürücüsü, Sapma motoru



Kaynak: Springer

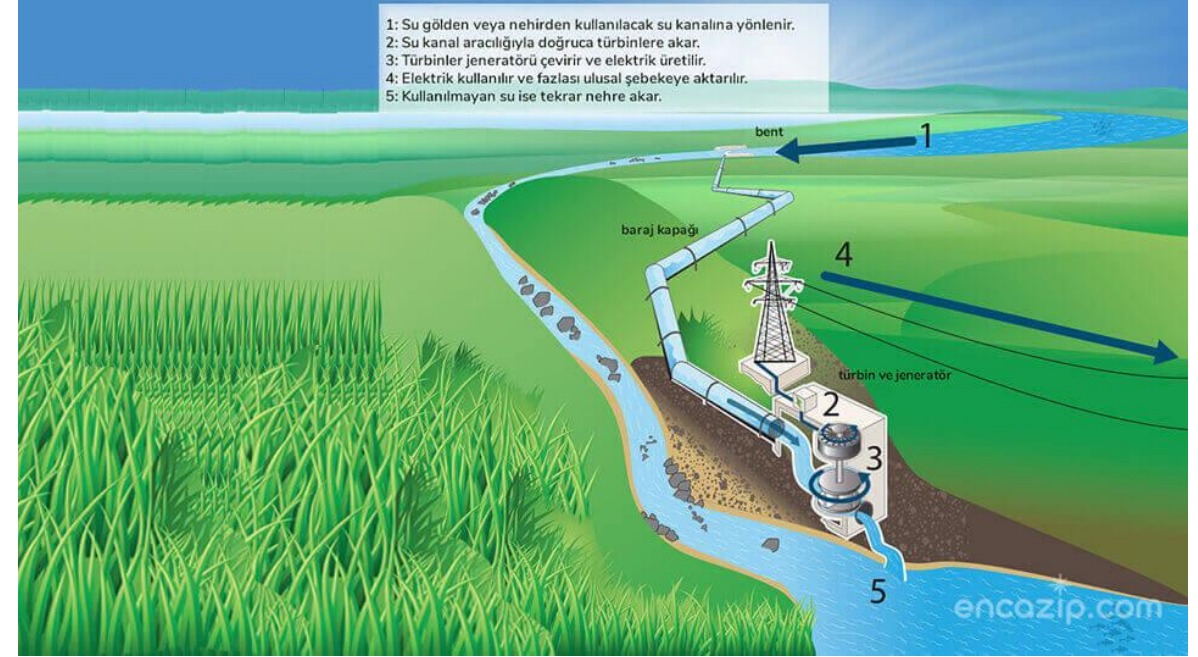
- Rüzgar enerjisi, tamamen ücretsiz ve sınırsız bir yakıt kaynağına sahiptir.
- Elektrik üretimi sırasında çevreye zararlı sera gazları salınmaz, bu nedenle temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır.
- Rüzgar türbinleri, geniş arazi gereksinimi olmadan farklı alanlara kurulabilir.
- Güneş enerjisine kıyasla daha az yer kaplar; 1 MW gücünde bir rüzgar türbini, aynı kapasitedeki güneş santraline göre çok daha az alan kullanır.
- Gece ve gündüz fark etmeksizin uygun rüzgar koşullarında kesintisiz enerji üretimi sağlar.



Kaynak: Discovery

Avantajlar

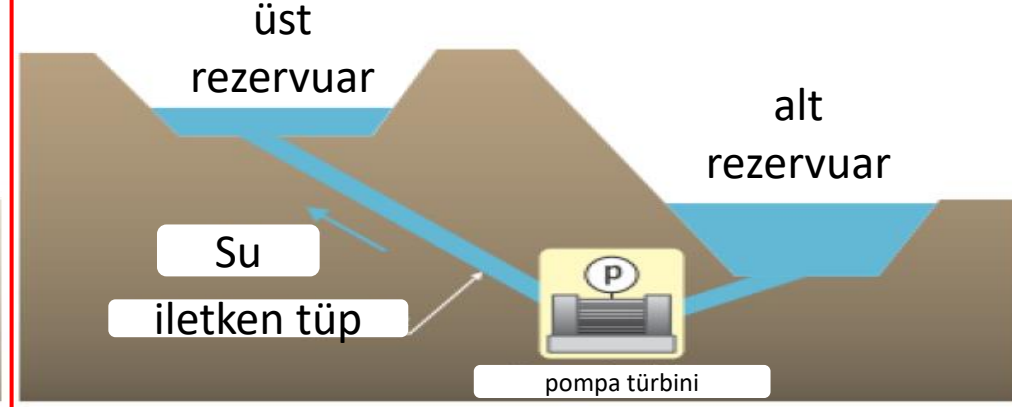
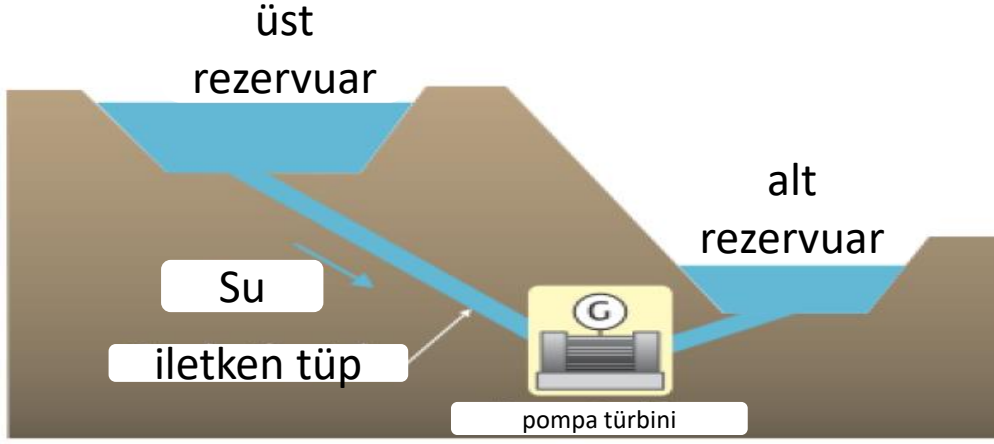
- Son derece verimli güç üretimi
 - Sera gazı emisyonu yok (aslında çok düşük)
 - Olgun teknoloji, düşük bakım maliyetleri
 - Arz ve talep dalgalanmalarını dengelemeye yardımcı olabilir
- Esnek güç üretimi
 - Depolanabilir potansiyel enerji
 - Bu rol, aralıklı yenilenebilir enerjilerin ortaya çıkması nedeniyle daha da önemli hale geldi
- Barajlar ayrıca ek avantajlar sunar
- Su akışını düzenler: Sel ve kuraklığı önler
 - Topluluklar için tatlı su temini ve sulama
 - Rekreasyon ve turizm



Şekil : Nehir tipi hidroelektrik santralleri Kaynak: Encazip

- Rezervuar yok
- Dalgalanan nesil
- Türkiye'de "HES" olarak bilinir
- Çevresel hasar

Pompaalı depolamalı hidroelektrik santralleri



Kaynak: Universidad de Lisboa

- Enerji depolamanın en popüler hali
 - Şebeke ölçeğindeki enerji depolama kapasitesinin %86'sını temsil eder (2022)
 - 163 GW küresel kapasite (2021)
- Dönüşüm verimliliği %70-85
- Kapalı devre ve açık devre sistemi



Kaynak: CSI Sigorta



Biyoenenerji Formları

Katı



Biyokütle

Sıvı



Biyoyakıtlar

Gaz



Biyogaz

Biyoyakıtlar :Taşımacılık için Yenilenebilir Enerji

Biyoyakıtlar küresel talebin %3,6'sını karşılamaktadır.(2022)

Etanol

- Şeker bitkilerinden veya nişasta bitkilerinden üretilir(daha pahalı)
- Şeker kamışı,şeker pancarı, mısır, buğday
- Fermantasyon ve damıtma yoluyla
- Tüm motorlar için %10-15 karışım uygundur, modifiye edilmiş motorlar için %100 uygundur

Biyodizel

- Bitkisel yağ veya hayvansal yağdan üretilen
- Kanola, palmiye , soya fasulyesi, ayçiçeği, kullanılmış yemeklik yağ

Gelişmiş Biyoyakıtlar

- Selüloz içeriğinin değerlendirilmesi üzerine araştırma

Biyometan

Biyokütle, bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen yenilenebilir organik maddedir. Biyokütle kaynakları;

- Ahşap ve ahşap işleme atıkları (Yakacak odun, odun peletleri ve talaşları, kereste ve mobilya endüstrisi talaşı ve atıkları)
- Tarımsal ürünler(Mısır, soya fasulyesi, şeker kamışı, şerit otu, odunsu bitkiler ve algler)
- Tarımsal atık (Bitkisel ve gıda işleme atıkları)
- Belediye katı atıklarındaki biyogenik maddeler (Kağıt, pamuk ve yan ürünleri, yiyecek, bahçe ve odun artıkları)
- Hayvan gübresi ve insan kanalizasyonu

Çevre Sorunları

- Ormansızlaşma
- Su kullanımının arttırılması
- Gübre kullanımının arttırılması
- Bazı biyoyakıtların düşük yaşam döngüsü emisyon tasarrufları
- Gıda-yakıt tartışması



Kaynak: Advanced Energy Perspectives

Karbon nötr bir kaynak : Bitkiler büyüme sırasında atmosferden CO₂ yakalar(fotosentez) yakıldığında bu CO₂ yi serbest bırakır.

Avantajlar

- Yenilenebilir
- Güvenilir (Yüksek Kapasite Faktörleri)
- Hem Güç Hem De Isı Üretebilir
- Olgun Teknoloji

Kısıtlılıklar

- Her yerde mevcut değil
- Çevresel risk: su kirliliği ve gaz emisyonları
- Rüzgar ve güneşe kıyasla daha yüksek yatırım ihtiyacı
- Bazı jeotermal kaynaklar zamanla tükenebilir veya zayıflayabilir

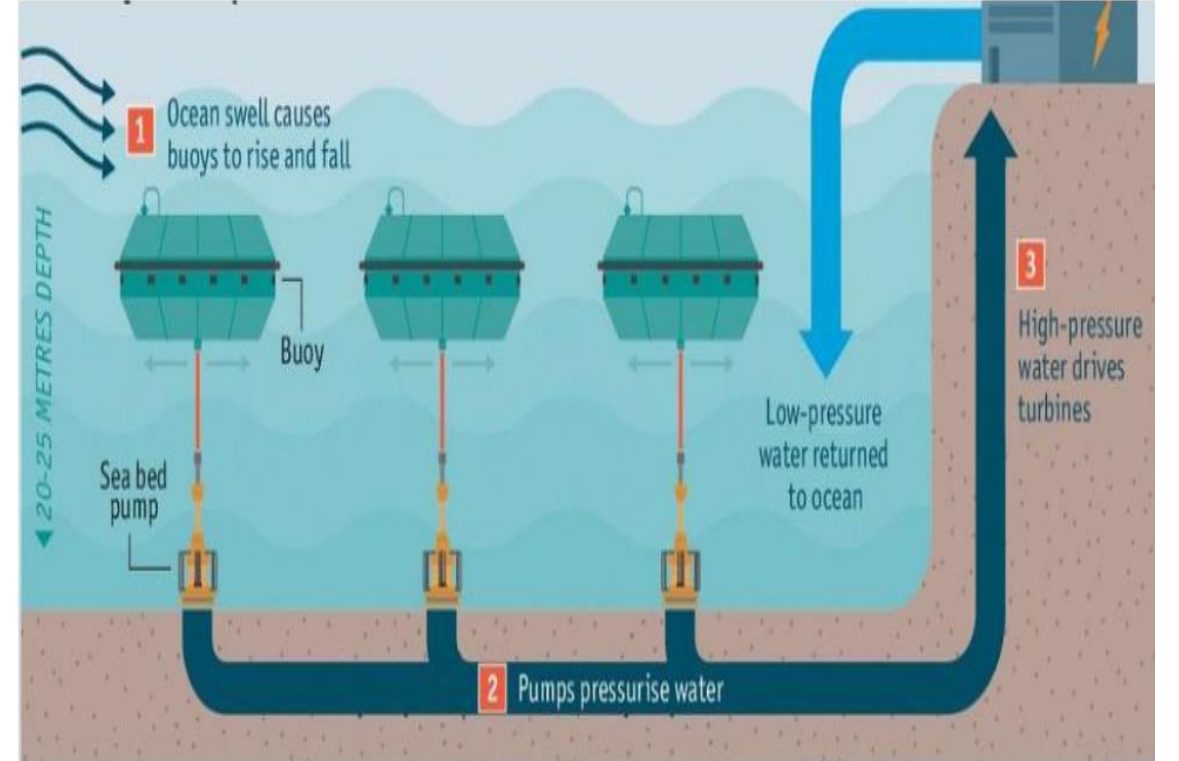


Kaynak: GlobalEDGE

- Büyük potansiyel ancak sınırlı ilerleme
- Rüzgar veya güneşten 10 kat daha pahalı



Kaynak: Salon



Kaynak: Teachoo

Avantajlar

- Sıfır emisyon
- Enerji arz güvenliği
- Fosil yakıt fiyatlarından bağımsız maliyet
- Kesintisiz ve güvenilir temel yük üretimi
- Düşük alan gereksinimi (özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla)



Kaynak: Energy, Oil and Gas

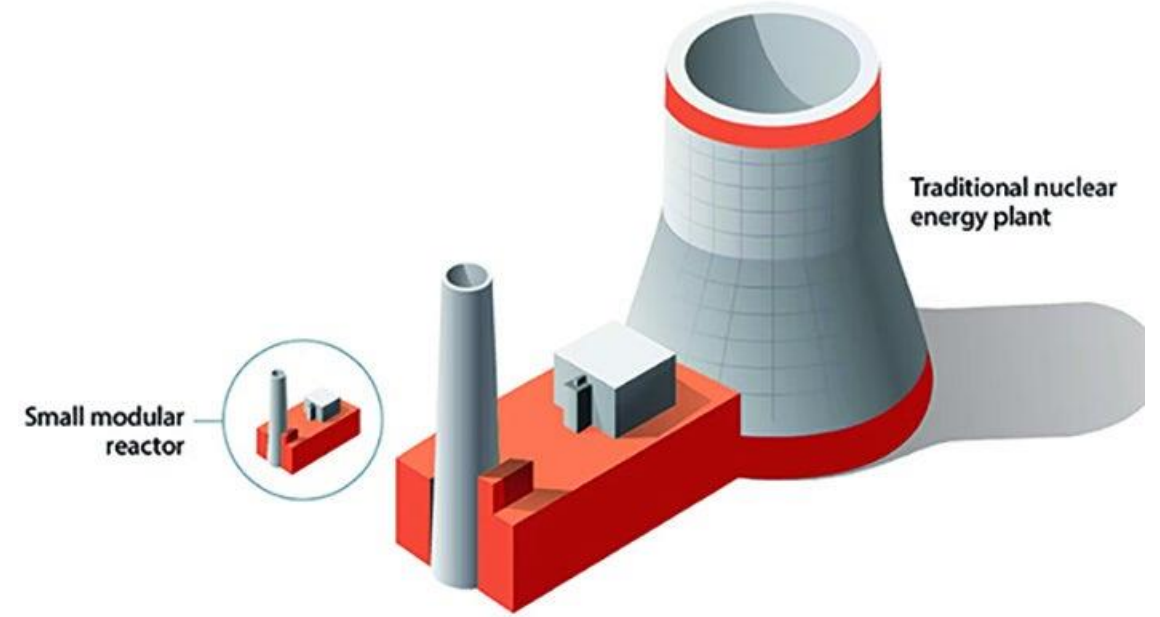


Dezavantajlar

- Kamu ve siyasi direniş
 - Nükleer enerjinin çekiciliği azaldı
 - Fukushima, güvenlik endişeleri
 - Düşük doğal gaz fiyatları (özellikle ABD'de, kaya gazı nedeniyle)
 - Yenilenebilir enerji maliyetlerinde azalma
 - Artan yatırım ve işletme maliyetleri
 - Sıkılaştırılan güvenlik önlemleri maliyetleri artırıyor
 - Yüksek ilk maliyet ve uzun inşaat süreleri: Yüksek finansal risk
- Yaşlanan tesisler: Ortalama yaş 32
 - Nükleer yayılma riski
 - Nükleer atık arıtımı: Henüz hiçbir ülkede kalıcı bir tesis yok
 - 1990'larda ilginin azalması nedeniyle düşük endüstriyel kapasite ve insan kaynakları.

Küçük Modüler Reaktörler (SMR)

- 10-300 MW kapasite
- Büyük nükleer santrallerin 'boyut sorunlarına' bir çözüm olarak sunulmaktadır.
- Modüler tasarım, seri üretim, sahada montaj, küçük boyut, basit.
- Maliyetleri düşürmek, kurulumu hızlandırmak, kaliteyi ve güvenliğini artırmak için
- 2022 itibarıyla 70 farklı model geliştirilmektedir.



Kaynak: Stanford



Elektrifikasyon

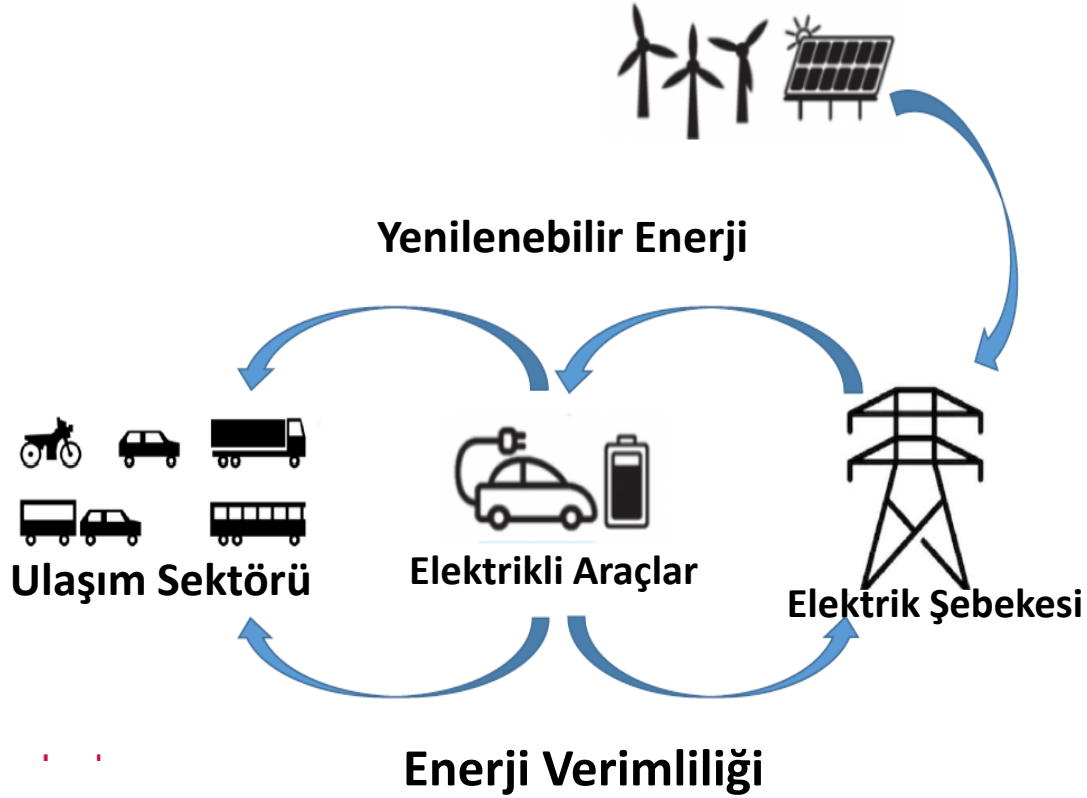


Elektrifikasyon nedir?

- Bir sistemi veya cihazı, elektriğin ana enerji kaynağı haline gelmesi için dönüştürme.
- Enerji sisteminin elektrifikasyon seviyesi, toplam nihai enerji tüketimindeki elektriğin payı ile ölçülür.
- Mevcut (2022) küresel elektrifikasyon seviyesi yaklaşık %21'dir.
- Elektrifikasyon, ısıtma ve mobilite için fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişte enerji verimliliğinin kritik bir bileşenidir.

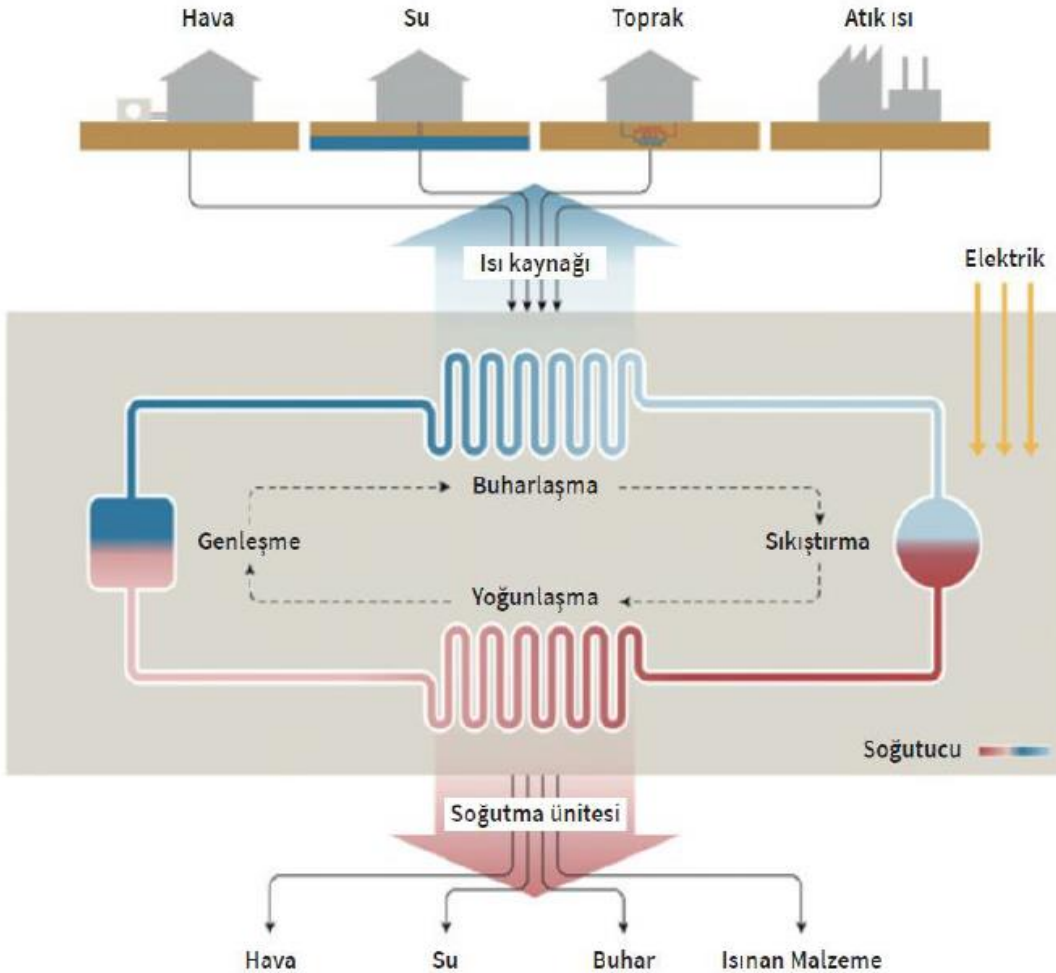
Elektrifikasyon Politikaları

- Elektrik ve doğal gaz sübvansiyonları eşitlenerek çevre dostu ısıtma yöntemleri teşvik edilmelidir.
- Konut ve sanayide fosil yakıt kullanımına vergi getirilerek ısı pompaları gibi elektrikli teknolojilere geçiş hızlandırılmalıdır.
- Doğal gaz boru hatlarını genişletmek yerine, ısı pompaları ve elektrikli çözümler teşvik edilmelidir.
- Yıllık net ölçüm/faturalama sistemi kurularak güneş enerjisi ve ısı pompalarının verimli kullanımı sağlanmalıdır.
- Binalarda ve sanayide belirli bir tarihten sonra kömür ve doğal gaz kullanımı sınırlandırılmalıdır.



- Elektrikli araçlar, içten yanmalı motorlara kıyasla ulaşım sektörünü daha verimli hale getiriyor.
- EV'ler yenilenebilir kaynaklardan elektrik sağladığında, ulaşım sektörünün nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı artıyor.
- EV'lerde akıllı şarj, güç sisteminde daha fazla güneş ve rüzgar entegrasyonu sağlayarak sistemi daha verimli hale getiriyor.

Isı Pompası Akış Şeması

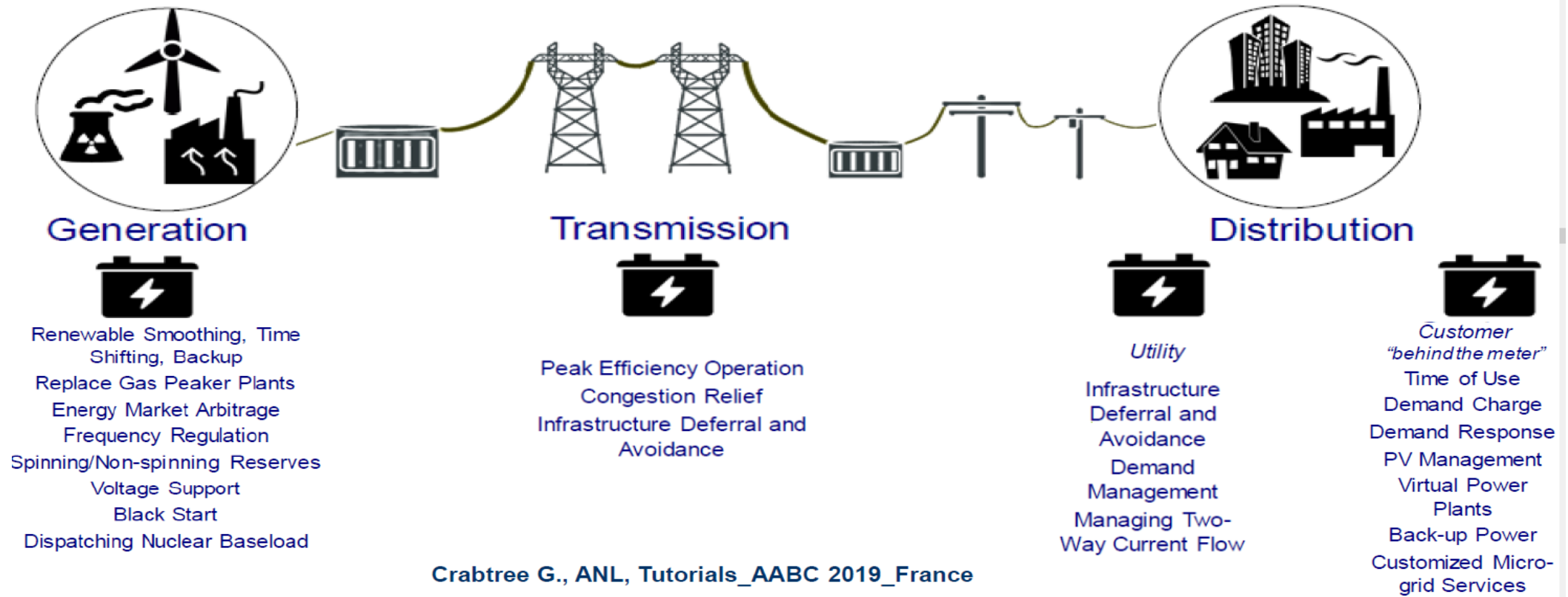


Isı pompası nedir? Nasıl çalışır?

COP (Performans Katsayısı) değeri: ısıtma kapasitesinin toplam güç çıkışına oranı.

- 2,5'lik COP değeri, 1 kW elektrik gücü girişi için 2,5 kW ısıtma kapasitesi üretmek anlamına gelir.
- Doğal gaz kazanı ortalama olarak 0,9'luk bir COP elde ederken, ısı pompaları için bu değer, sıcaklığın kararlılığına bağlı olarak 1,5 ile 4 arasında değişir.

Li-ion Usages Areas



Enerji Depolama Çözümleri;

- Maksimum kapasitenin sağlanması
- Zaman kaydırma
- Yenilenebilir
- Arbitraj
- Frekans Düzenlemesi
- Talep Yönetimi
- Diğerleri



Elektrik şebekesi sürdürülebilir, düşük karbonlu enerji kaynaklarından elde edilen üretimle desteklenecektir.

Yenilenebilir enerjinin payı artacak

Güvenilir güç kaynağı, şebeke güvenliği ve maliyet azaltımı için farklı ölçeklerde enerji depolaması artacaktır.



Hidrojen



Hidrojen Nedir?

Hidrojen, evrendeki en hafif ve en bol bulunan elementtir. Renk, koku ve tada sahip olmayan, renksiz bir gazdır. Kimyasal sembolü "H" ile gösterilir ve bir proton ve bir elektrondan oluşur.

Hidrojen Enerjisi Nedir?

Hidrojen enerjisi, hidrojenin kimyasal enerjisinin elektrik üretimi veya ısı enerjisi olarak kullanılmasını ifade eder. Hidrojen, yakıldığında veya elektrolizle ayrıştırıldığında enerji açığa çıkarır. Bu enerji, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak gelecekte önemli bir rol oynamaktadır.

Yeşil Hidrojen	Yenilenebilir kaynaklı elektrik kullanılarak suyun elektrolizi yoluyla üretilmektedir.	Sıfıra yakın sera gazı emisyonu
Sarı Hidrojen	Nükleer enerji kullanılarak suyun elektrolizi yoluyla üretilmektedir.	Sıfıra yakın sera gazı emisyonu
Mavi Hidrojen	Karbon yakalama ve depolama ile buhar metan reformasyonu yoluyla üretilmektedir.	Düşük sera gazı emisyonu
Turkuaz Hidrojen	Karbon siyahı (veya is karası) ile piroliz yoluyla yan ürün olarak üretilmektedir.	Düşük sera gazı emisyonu
Gri Hidrojen	Doğal gaz kullanılarak buhar metan reformasyonu yoluyla üretilen hidrojendir.	Yüksek sera gazı emisyonu

Kaynak: Scita, R. vd., 2020²

Neden Hidrojen ?

Hidrojenin Özellikleri

Sürdürülebilir

evrendeki en bol bulunan element

Yüksek Güç

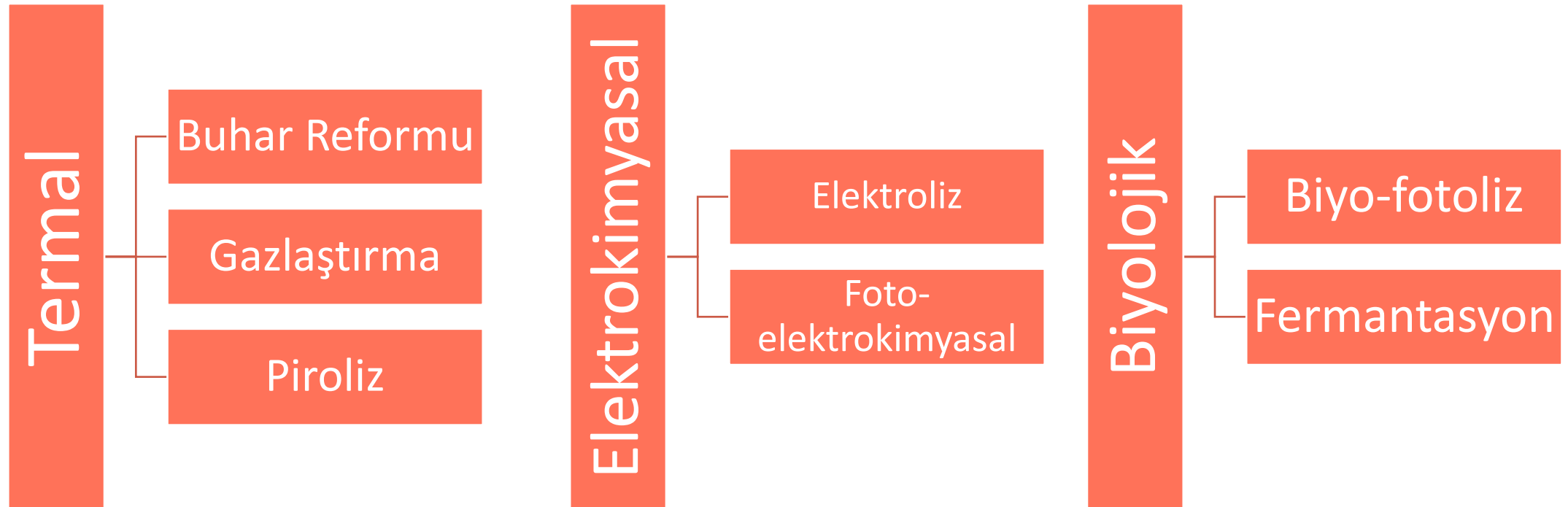
yüksek yanma enerjisi

Temiz

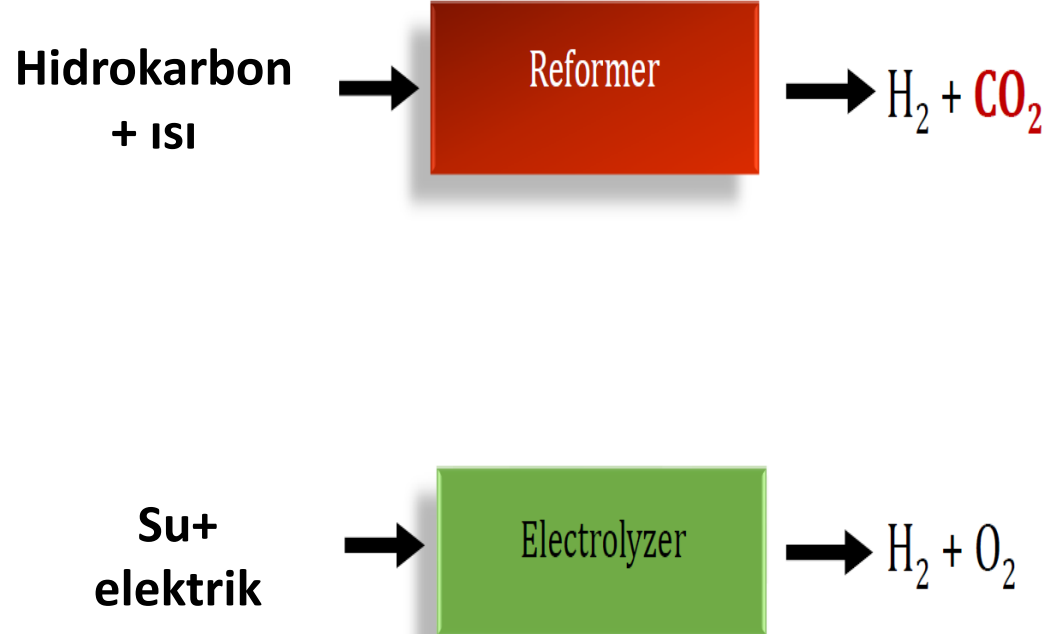
yanma sonucu karbondioksit emisyonu olmayan su üretilir.



Hidrojen



Hidrojen Üretimi



Hidrojenin 5 Ana Kullanım Alanları

1. Bina ısıtısı ve gücü
2. Enerji Depolama ve Güç Üretimi
3. Ulaşım
4. Sanayi Enerjisi
5. Endüstri Hammaddesi

Hidrojen

Türkiye'nin İlk Hidrojen Vadisi Projesi

HYS Güney Marmara

- 500 ton yeşil H₂
- Elektrolizör (4 MW)



HY Güney Marmara

Yazılım AG
(Almanya)

Bologna Üniversitesi
(İtalya)

Muhammed VI Politeknik
Üniversitesi (Fas)

S

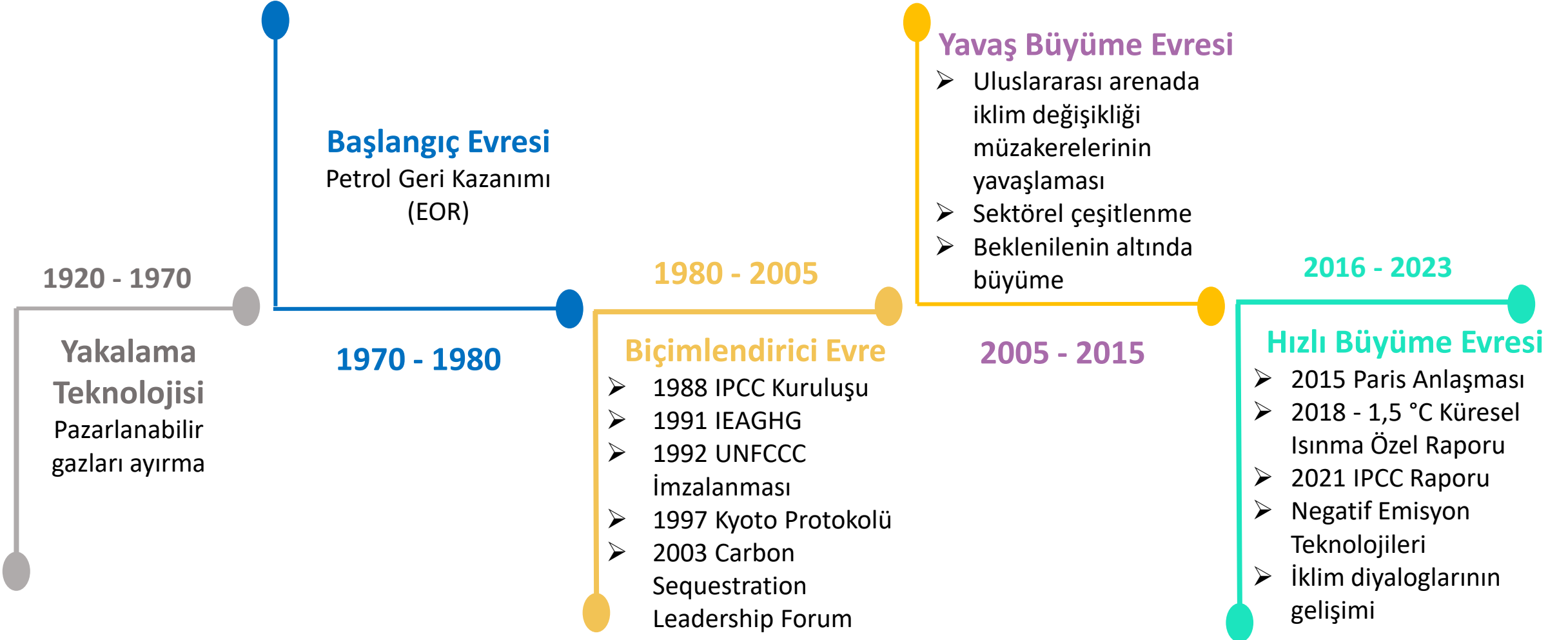


12 partners from Türkiye





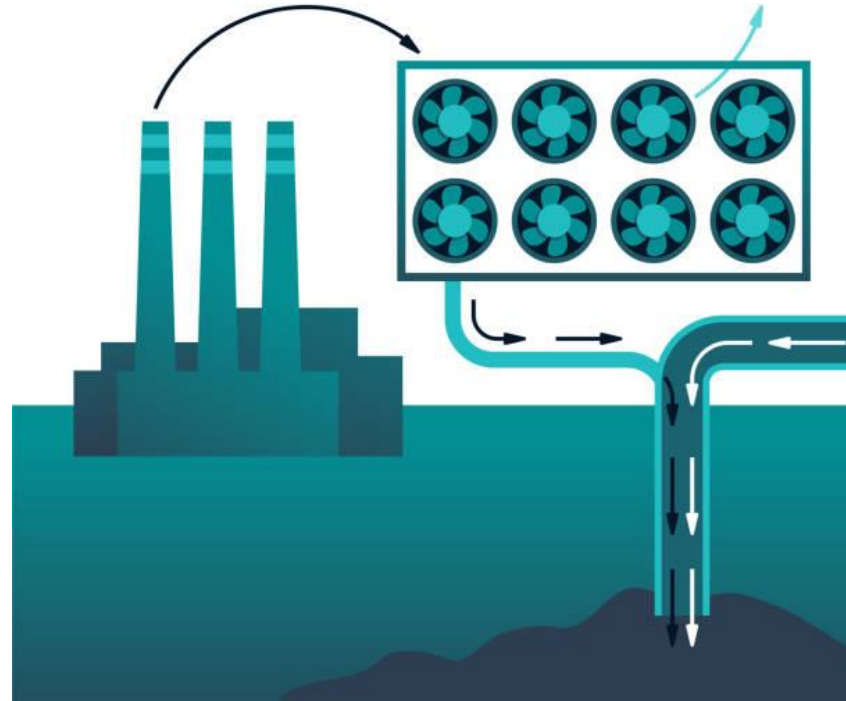
Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama



Dünya Geneline Farklı Gelişim
Aşamalarında **569** Proje

47 Operasyonel Proje
14 Farklı Ülke

Yıllık **90 Milyon** tondan
fazla yakalama, taşıma
ve depolama kapasitesi



2030'a kadar **364 Proje**
45 Farklı Ülke

Yıllık **765 Milyon** tondan
fazla yakalama, taşıma ve
depolama kapasitesi

