



# KYEK'İN ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMİ İLE BÜTÜNLEŞMESİ

Dr. Ersin ARAS

EMO 34. Dönem Enerji  
Komisyonu Üyesi

3 Kasım 2023 / İZMİR

# **İÇİNDEKİLER**

- 1. KÜRESEL ISINMA ve PARİS ANLAŞMASI**
- 2. 'NET 0 KARBON'**
- 3. TÜRKİYE'NİN 2035 HEDEFLERİ**
- 4. 'JENERATÖR AĞIRLIKLIL' GÜÇ SİSTEMİNDEN 'EVİRİCİ AĞIRLIKLIL' GÜÇ SİSTEMİNE GEÇİŞ**
- 5. KYEK ÖZELLİKLERİ ve NET YÜK KAVRAMI**
- 6. KARARLILIK, ESNEKLİK**
- 7. SÜPER KAPASİTÖR VE BATARYALAR**
- 8. EVİRİCİLER, HİBRİT SİSTEMLER VE KÖPRÜLEME**
- 9. ÖRNEKLER**
- 10. SONUÇLAR**

# 1. KÜRESEL ISINMA ve PARİS ANLAŞMASI

## (2015 174 ülke + AB)

**AMAÇ:** Küresel ısınma artışını endüstri öncesine göre 1.5 – 2 °C Derece ile sınırlamak

### Yükümlülükler:

1. **SERA GAZLARI' nın salınımı 2030'dan sonra azalacak**

(Karbondiyoksit ( $\text{CO}_2$ ), Metan ( $\text{CH}_4$ ), Nitroz Oksit ( $\text{NO}_2$ ), vb.)

2. **2050'de 'NET 0 EMİSYON' gerçekleşecek**

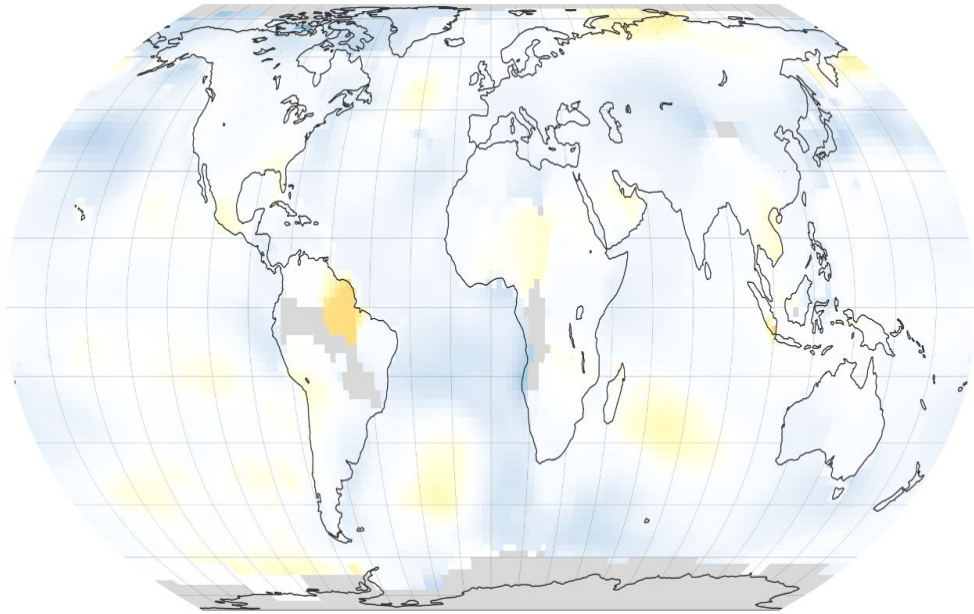
( yani insan kaynaklı sera gazı salımlarınının, tabii veya endüstriyel yollardan yakalanıp dengelenmesi)

□ **27 EYLÜL 2021'de Türkiye anlaşmayı imzalamış** ve bu amaçla 'Çevre ve Şehircilik Bakanlığı', 29 Ekim 2021'de '**Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı**' olarak yapılandırılmıştır.

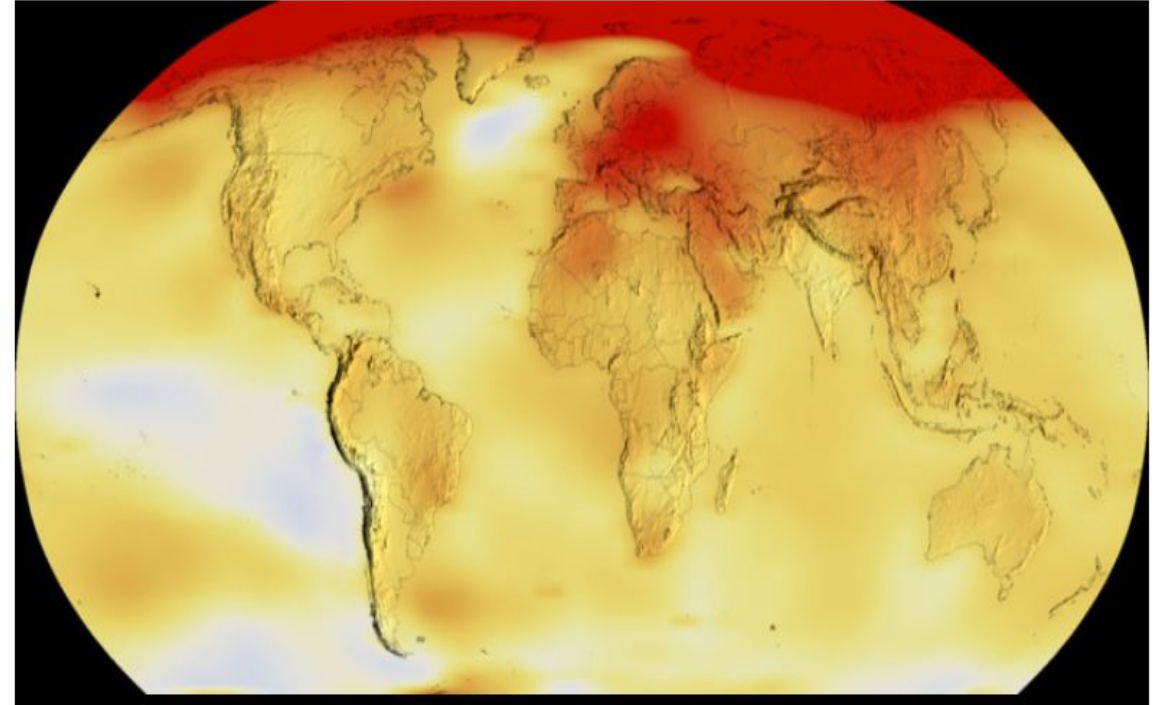
# KÜRESEL ISINMA NASA 1880-2022

[NASA SVS | Global Temperature Anomalies from 1880 to 2021 \(1960-1990 ortalamasına göre\)](#)

1884

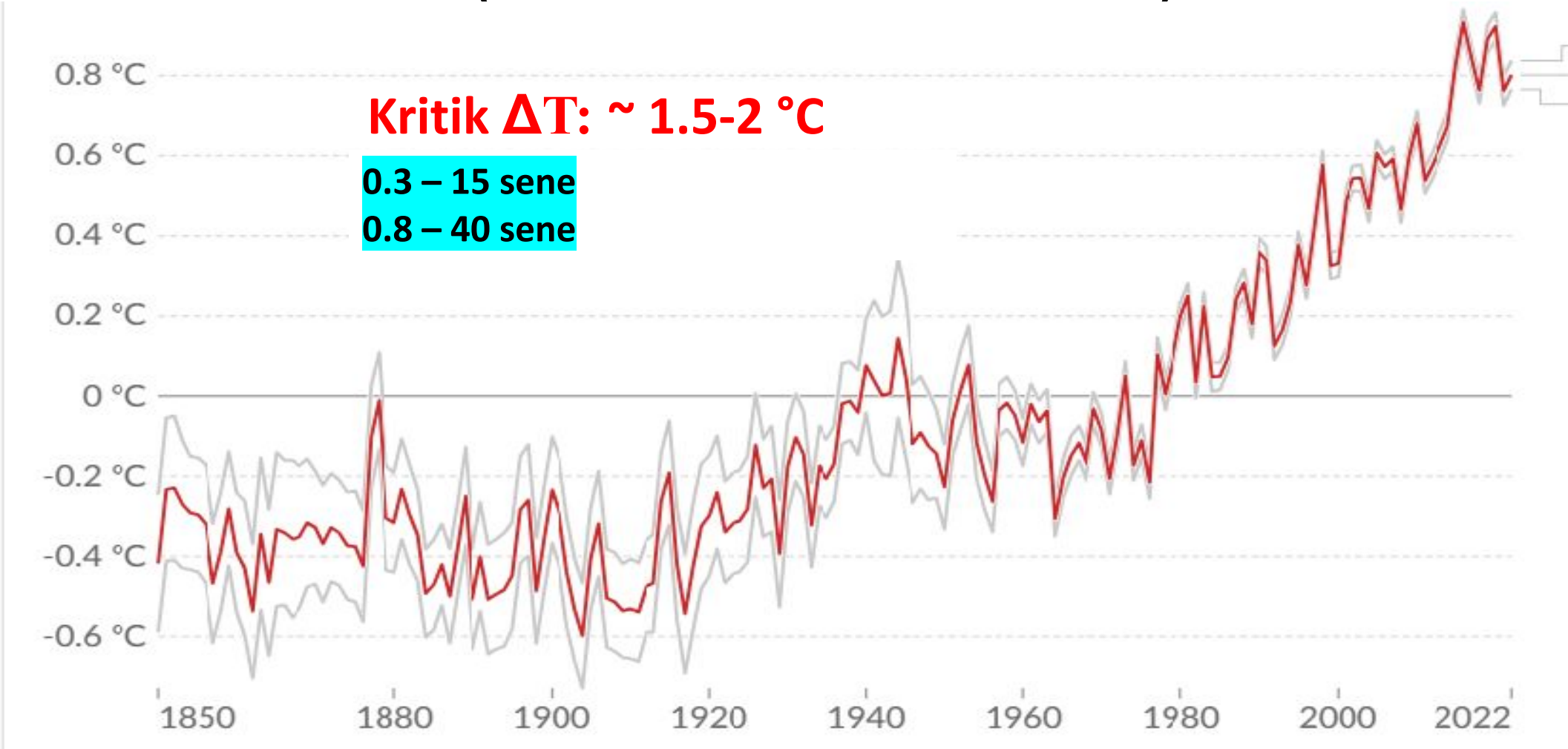


2022



# DÜNYA ORTALAMA SICAKLIK ARTIŞI

(1961-1990 ORTALAMASINA GÖRE)



## 2- 'NET 0' İÇİN ÖNEMLİ ARAÇLAR

### a) YENİLENİR ENERJİ KAYNAKLARI (YEK)

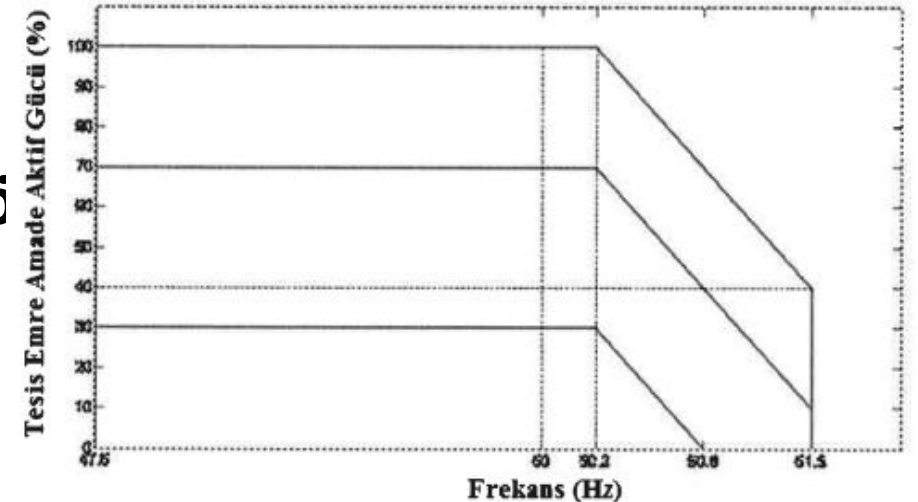
Düşük veya sıfır karbon izi bırakır.

Rüzgâr, güneş, bioenerji (yakılabilen organik maddeler), hidroelektrik (gel-git dahil) vb.

**KYEK, Kesintili Yenilenir Enerji Kaynakları**; rüzgâr ve güneş enerjileri özel önem kazanmıştır.

### b) YEK'E DESTEK ÜRETİM VE DEPOLAMA SİSTEMLERİ

- ✓ Bataryalar, Süper Kapasitörler
- ✓ H2 Üretimi ve depolama
- ✓ Statik ve döner senkron kompanse
- ✓ Pompajlı hidroelektrik
- ✓ Vb.



## **d) – NÜKLEER SANTRALLAR**

**vSMR  $\leq$  15 Mwe, SMR  $\leq$  300 Mwe, MNR  $\leq$  700 Mwe)**

## **e) - KARBON YAKALAMA TESİSLERİ**

**2022'de dünyada toplam 35 Ticari tesis**

- ✓ Yakalanan miktar: ~ 45 milyon metrik ton**
- ✓ Atmosfere atılan miktar: ~ 40, 550. milyon ton**

# 3 - TR 2035 HEDEFLERİ

TOPLAM ENERJİ ÜRETİMİNDE YEK ve KYEK PAYLARI (2035 - 510.4 TWh)		
SENE (**)	YEK %	KYEK %
2020	42.4	11.7
2025	43.7	17.5
2030	47.3	23.4
2035	54.7	34.2
2053	69.1	61.4

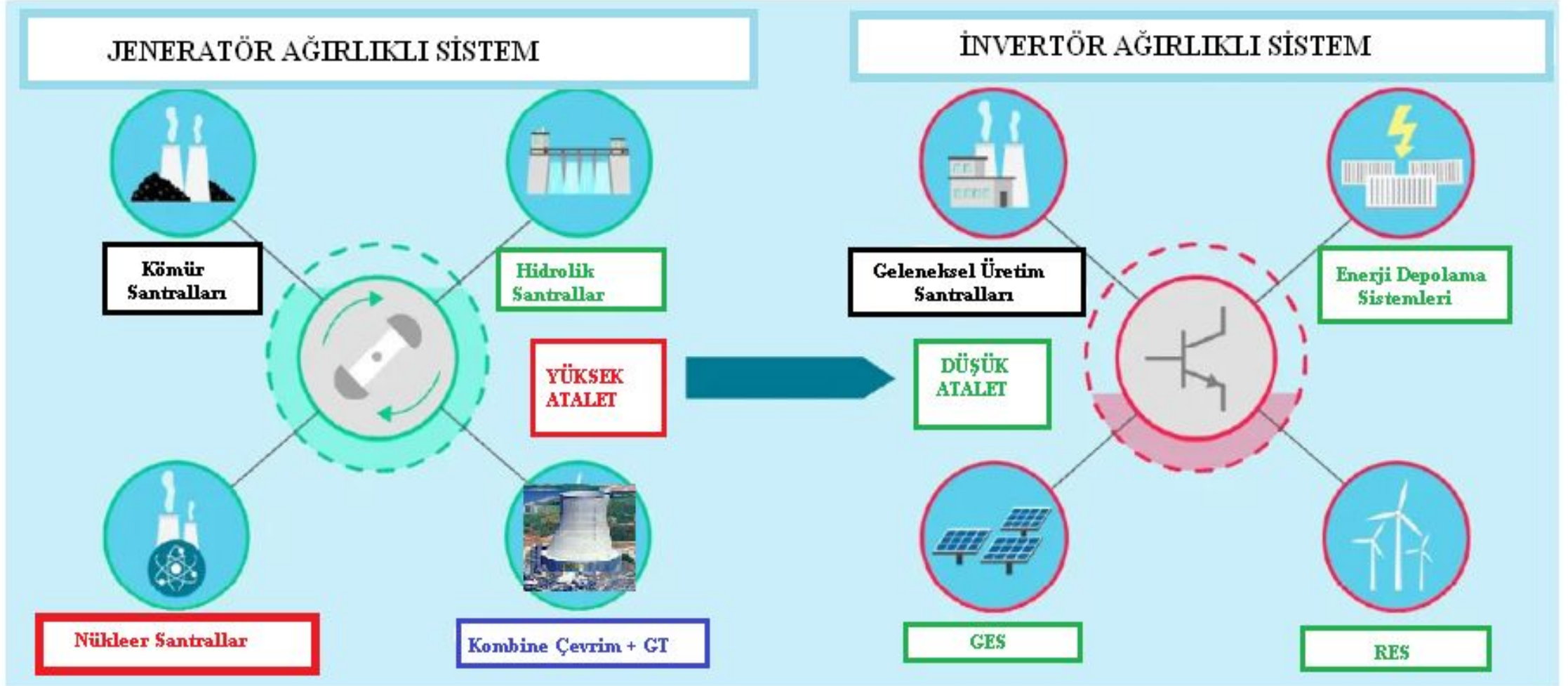
TR 2035	
Güneş	52,900 MW
Rüzgâr	29,600 MW
Nükleer	7,200 MW
Toplam (tümü)	189,700 MW

ESNEKLİK	
Batarya	7,500 MW 15,000 MWh
Elektrolizör	5,000 MW

(\*\*) Türkiye Ulusal Enerji Planı 2035.pdf , Şekil 13 Üretim dağılımı, T.C. En. ve Tabii Kaynaklar Bak.



## 4- 'Jeneratör ağırlıklı' güç sisteminden 'Evirici ağırlıklı' güç sistemine geçiş (\*)



(\*) Wind turbine inertia - supporting the grid with active power (skeletontech.com)

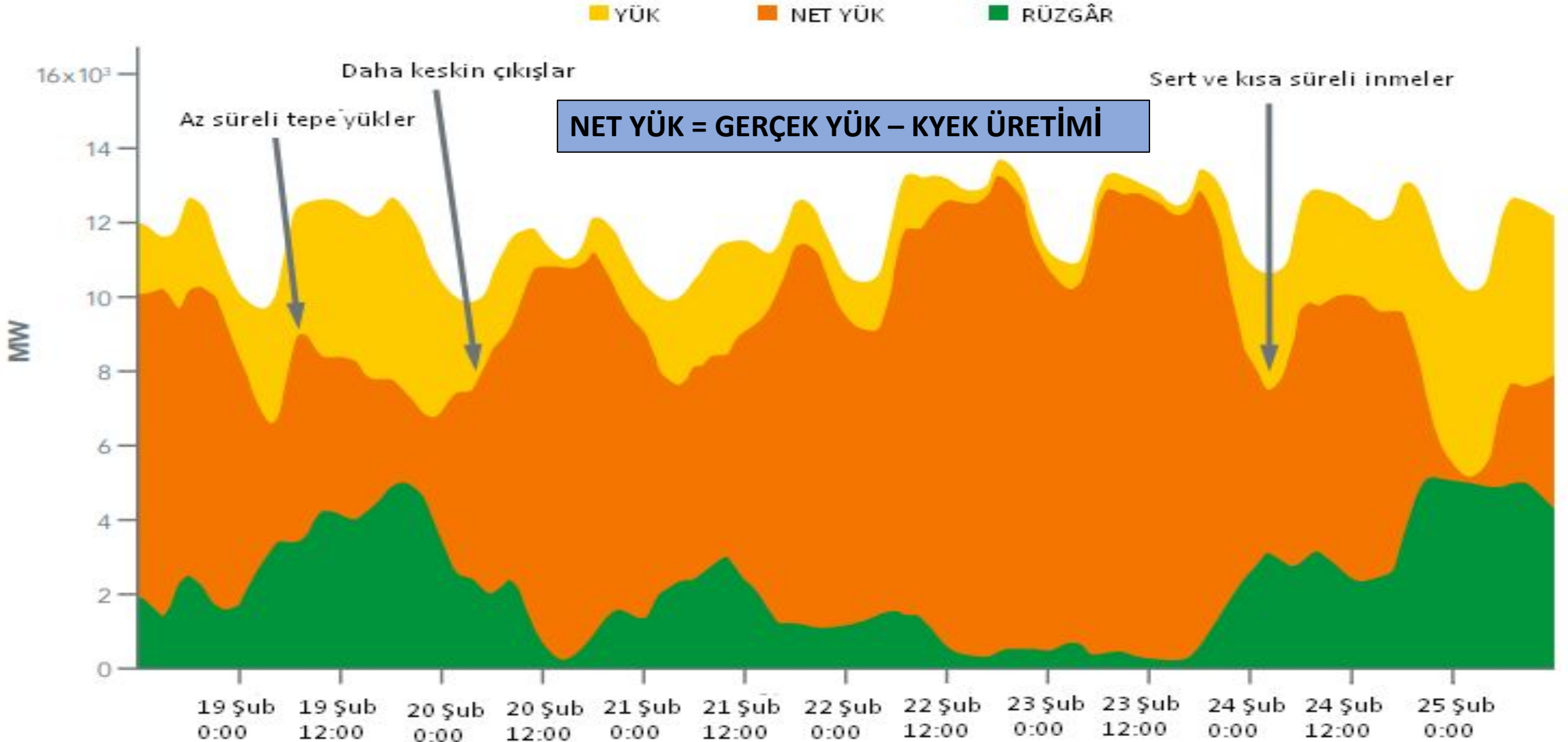
## 5 - KYEK ÖZELLİKLERİ VE NET YÜK KAVRAMI

Rüzgâr ve güneş santrallerinin dikkate alınması gereken özellikleri:

- a) Değişkenlik
- b) Belirsizlik
- c) Konuma bağımlılık
- d) Düşük kapasite kullanımı
- e) Düşük atalet

RES ve GES'lerin sistemdeki artan oranları plânlama ve işletmede değişikliklere neden olmaktadır.

# NET YÜK



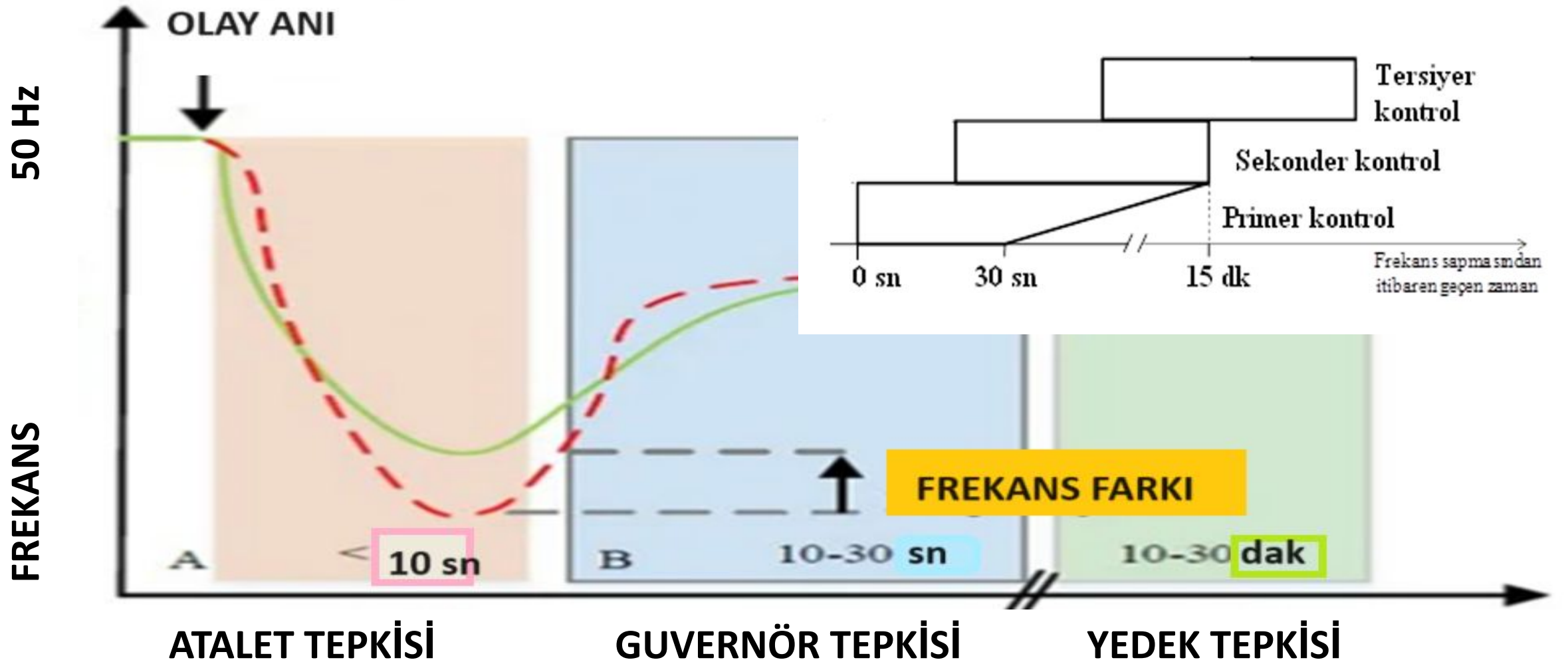
## 7 – ESNEKLİK ve KARARLILIK

### **ÜRETİM ve ŞEBEKE ESNEKLİĞİ**

- UZUN, ORTA ve KISA DÖNEM PLÂNLAMALARI YAPILMIŞ
- OPERATÖRLERE FAZLA KISITLAMA GETİRMEYEN
- EKONOMİK
- DAYANIKLI
- YÜK KARAKTERİSTİKLERİNE UYGUN

### **BİR GÜÇ SİSTEMİ**

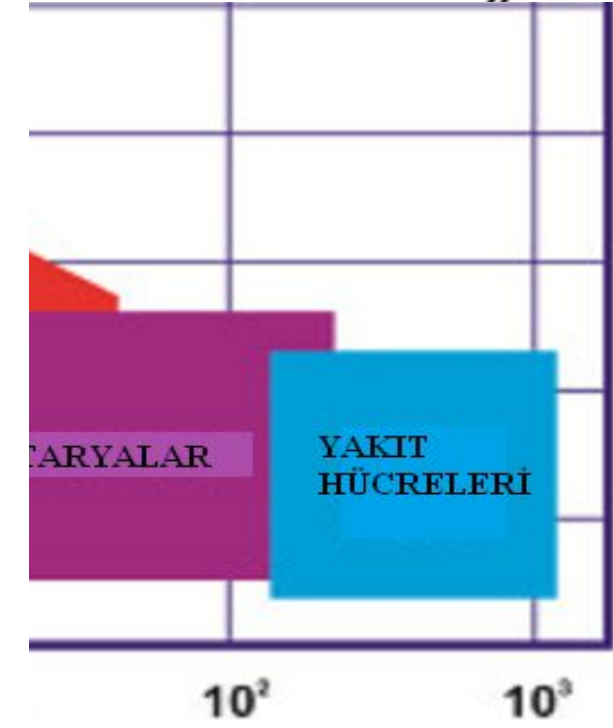
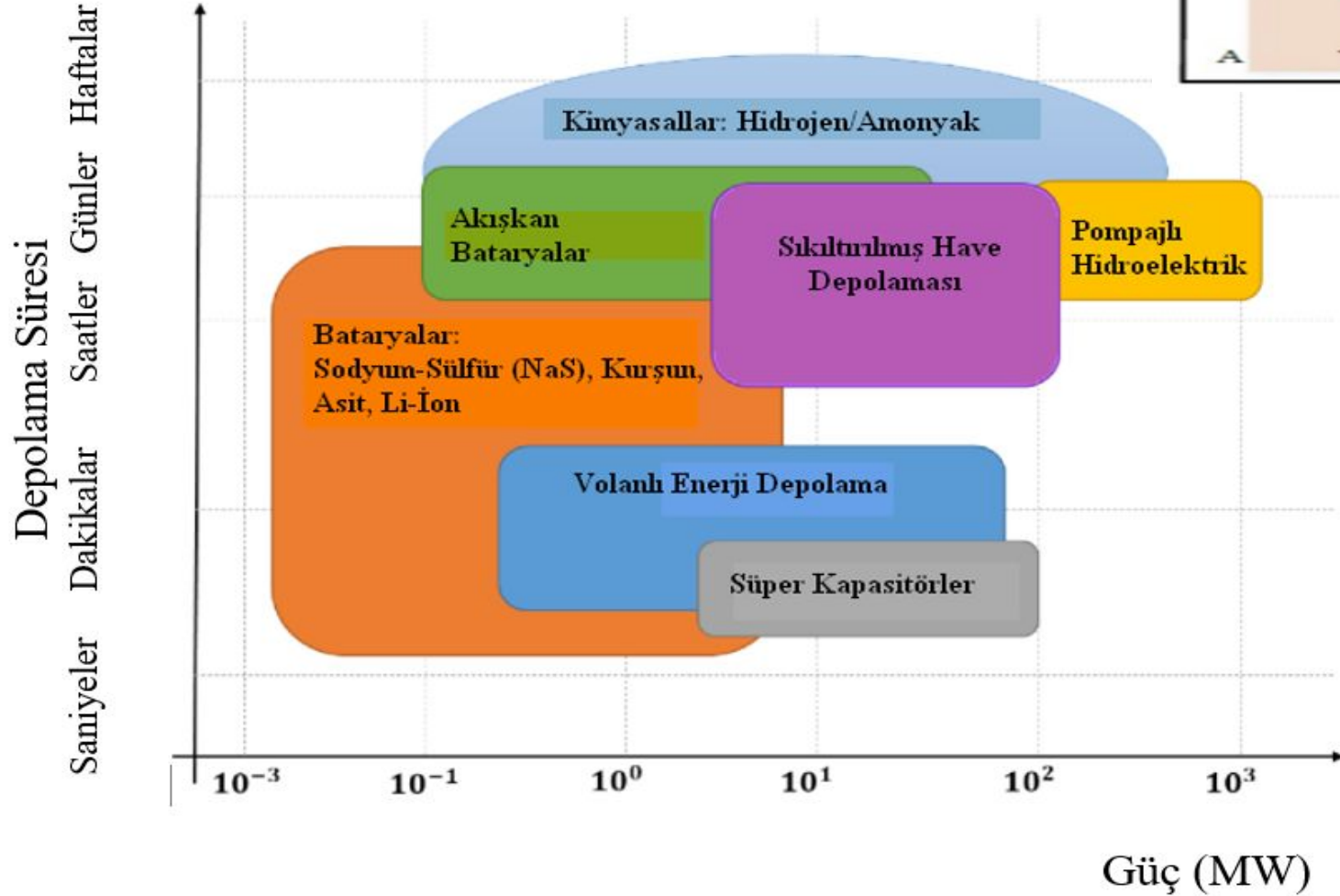
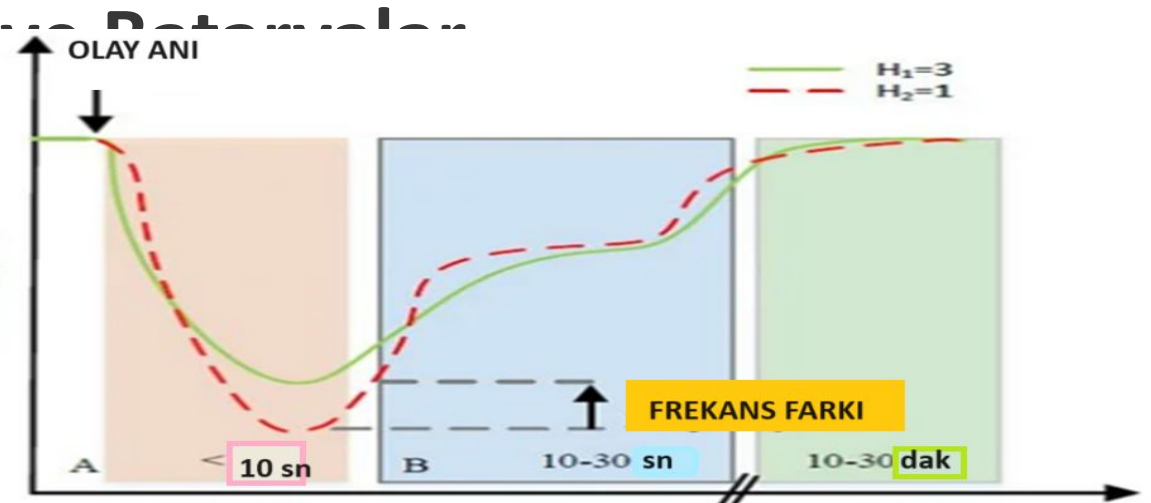
# KARARLILIK



[Wind turbine inertia – supporting the grid with active Power](#)

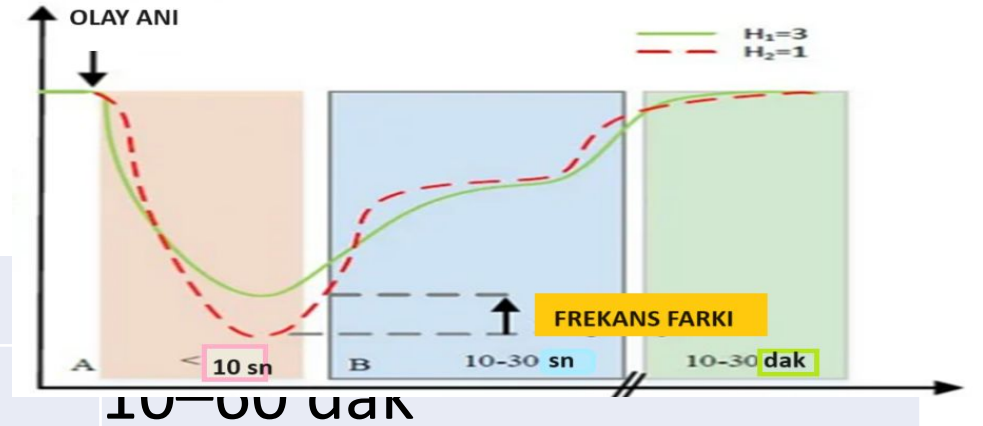
# 8 – Süper Kapasitör

(Electrochemical Capacitor - an overview)



# Süper Kapasitör ve Li-İyon Özellikleri ve Özellikleri (\*)

Özellikler	SK	Li-İyon
Şarj süresi	1-10 sn	10-100 dak
Çevrim Ömrü	1 milyon	≥ 500
Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	5 (tipik)	120-240
Güç Yoğunluğu (W/kg)	10,000'e kadar	1,000-3,000
kWh Maliyeti	\$10,000 (tipik)	\$250-\$1,000
Hizmet Ömrü (endüstri)	10-15 sene	5 -10 sene
Şarj Ortamı	-40 - 65°C	0 - 45°C
Deşarj Ortamı	-40 - 65°C	-20 - 60°C
İç Deşarj (30 gün)	5 - 40%	≤ %5



(\*) [BU-209: How does a Supercapacitor Work? - Battery University](#)

## 8 - Eviriciler, hibrit sisten

### Eviriciler

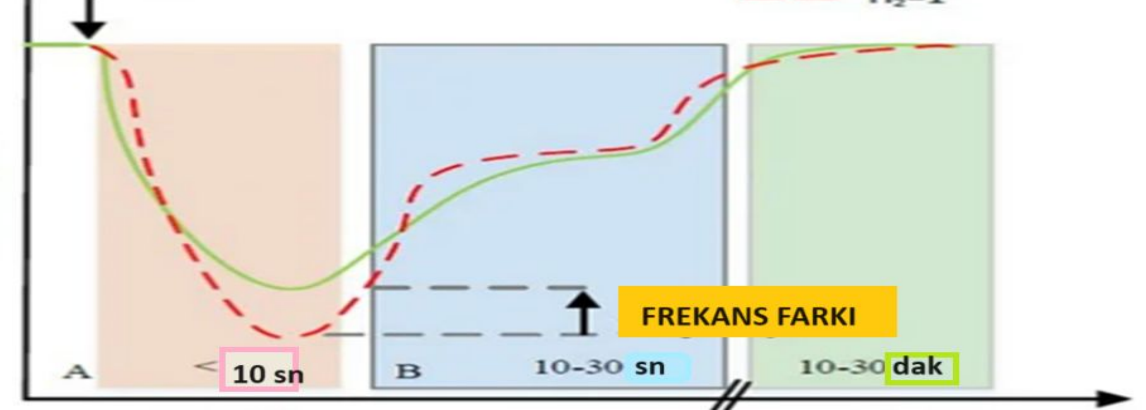
Mevcutların çoğu:

- Şebeke takip ediyor
- Arızalarda sisteme destek veremiyor.

### Şebeke kuran tipler:

- frekans kontrolu
- gerilim kontrolu yapabiliyor.

Senkron makine gibi çalışıyorlar.



### Karışım ve Köprüleme

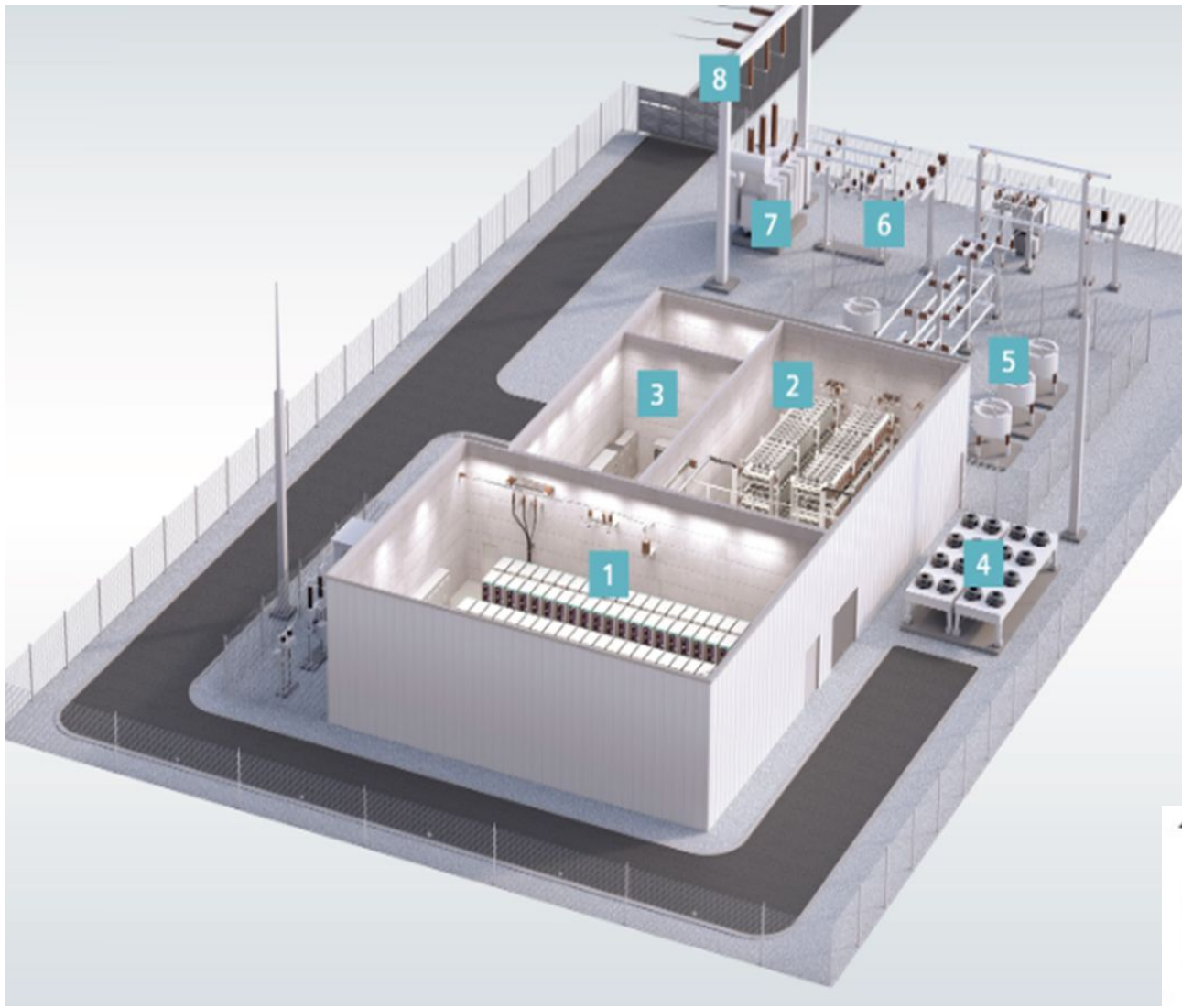
- SK+Batarya
- SK + Batarya + GT
- SK + Batarya + PHS
- Volan + Senkron kompansatör

Vb. karışımlar mümkün

Güç sistemi için köprüleme önemlidir.



# 9 - ÖRNEKLER

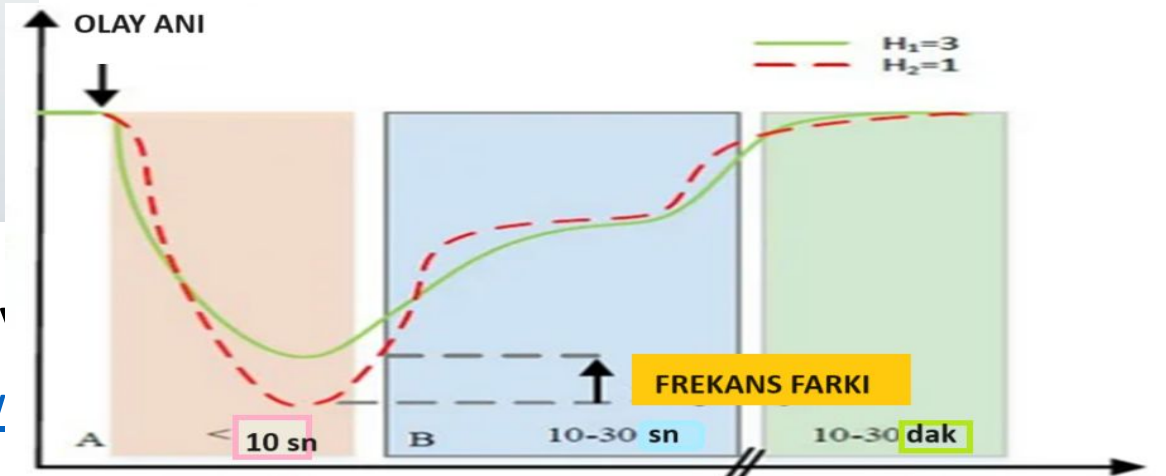


1. Süper kapasitörler
2. SVC Plus çevirgeç
3. Kontrol odası
4. Soğutma
5. Faz reaktörleri
6. Orta gerilim şalt sahası
7. OG/YG güç trafosu

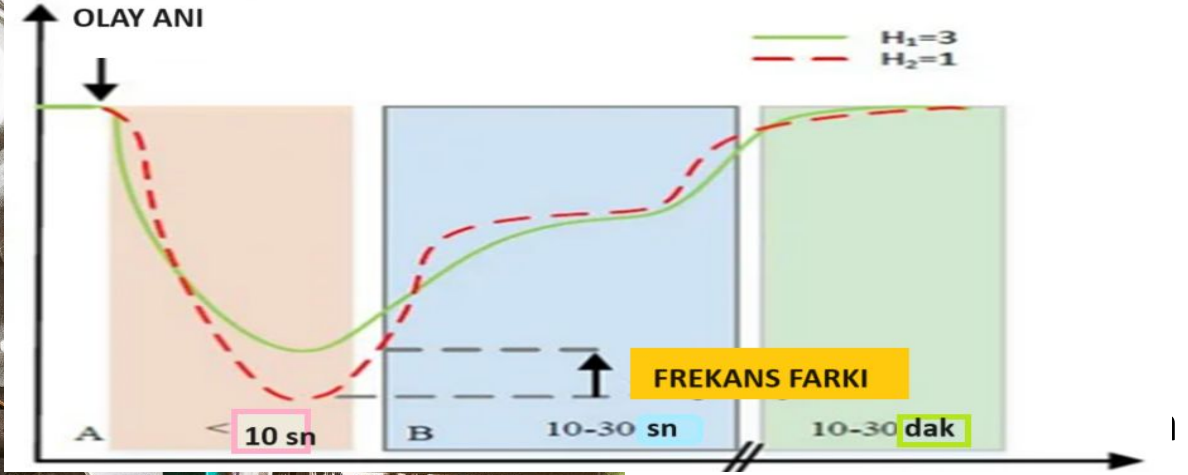
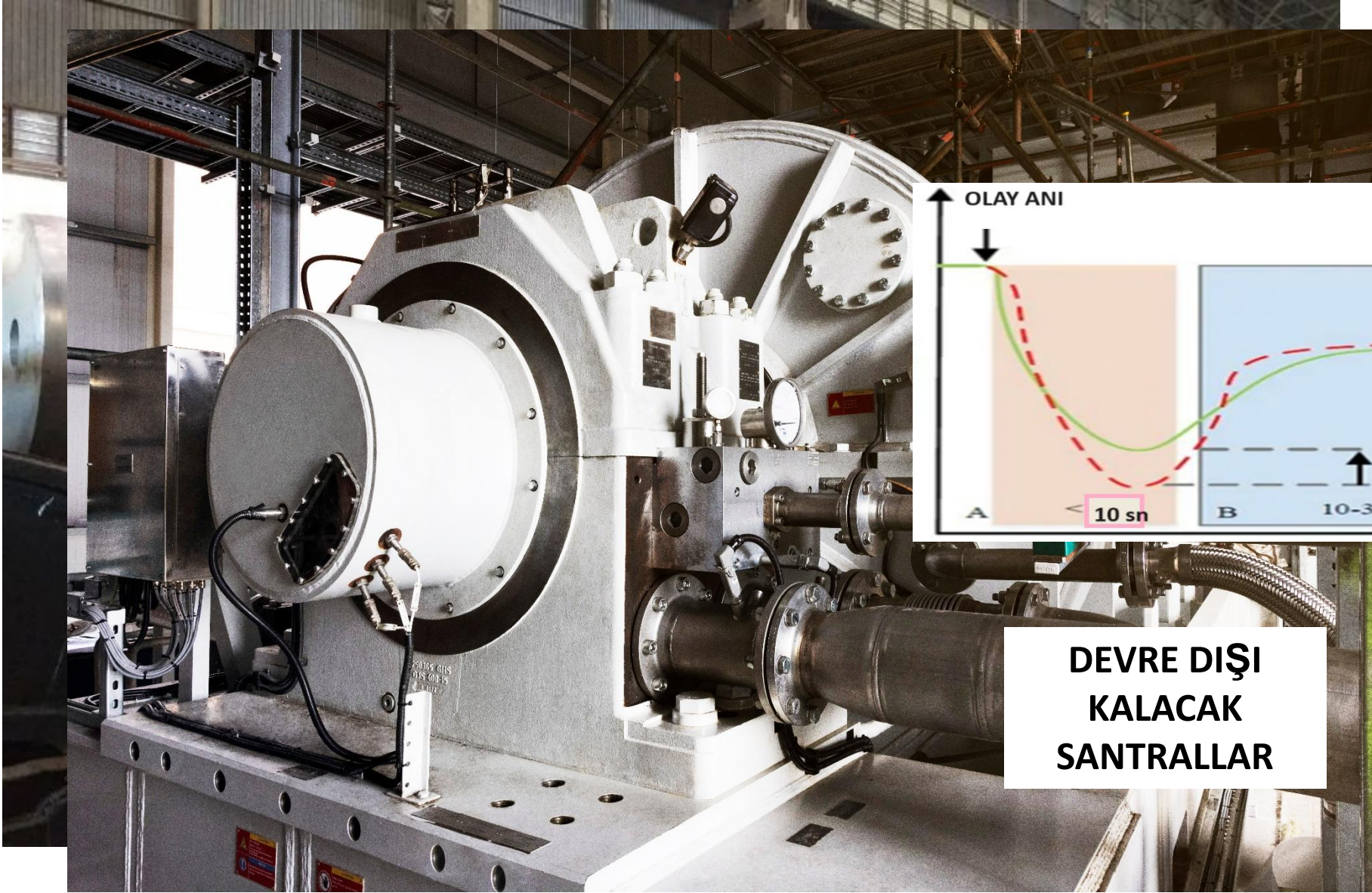
Mehrum - Saksonya  
Almanya

- Statik VAR kompansemanı, 50 milisaniye.
- 200 MW kullanılabilir güç

Statik Var kompansemanı + Frekans dengeleme  
[Siemens Energy technology stabilizes German power](#)



# MONEYPOINT GÜÇ SANTRALI - İRLANDA



DEVRE DIŐI  
KALACAK  
SANTRALLAR

İRLANDA-İngiltere arasındaki 500 MW'lık kablo arızalanırsa diğer rezervler devreye girene değin güç sistemine 8 sn kazandırıyor.

[Mammoth flywheel for Ireland's grid stability | en-former \(en-former.com\)](https://en-former.com)

# VPI Firması – Humber / İngiltere



## MEVCUT:

- 1260 MW Bileşik Üretim -Kombine Çevrim
- Rafineri yanında

Toplam CO2 salınımı: 12 milyon ton/yıl

## YENİ:

### **'Net 0' için:**

- 3 milyon ton/yıl CO2 yakalama tesisi

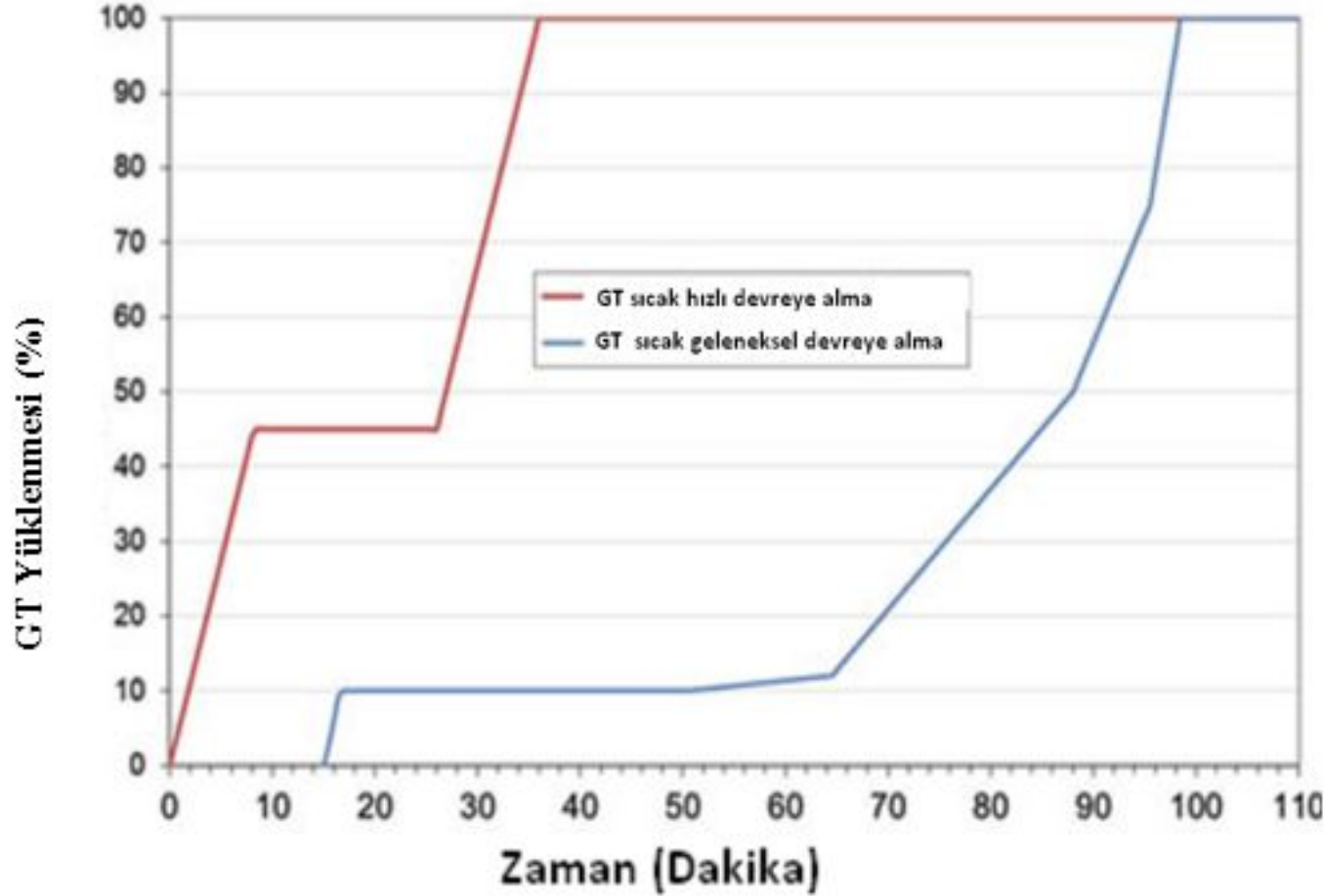
### **Bölgedeki KYEK'ler nedeniyle:**

- 50 MW gaz motorlu tepe yük tesisi (15-45 sn tam yük, tedrici)
- 349 MW H2 ile çalışabilen GT (Açık Ç)

# HIZLI DEVREYE GIRME ve HIZLI YÜK ALMA

## KOMBİNE ÇEVİRİM

640-MW doğal gaz kombine çevrim santrali  
Louisville Gas & Electric - ABD



GT'lerde geleneksel ve hızlı yüklenme (Fast Start Combined Cycles: How Fast is Fast? ([power-eng.com](http://power-eng.com)))

# 10 – SONUÇLAR

**‘NET 0’ a kaliteli bir güç sistemi ile ulaşmak için:**

- 1. Esnek iyi plânlanmış kararlılığı yüksek bir güç sistemi  
(üretim, iletim, dağıtım)**
- 2. KYEK’te en az kesinti veya sıfır kesinti  
(Depolama tesisleri)**
- 3. Ülkeler arası bağlantılar (1 ve 2’yi kuvvetlendirir)  
gereklidir.**

*TEŞEKKÜR EDERİM*