

TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
ANKARA ŞUBESİ



UCTEA
THE CHAMBER OF ELECTRICAL ENGINEERS
ANKARA BRANCH

EMO ANKARA ŞUBESİ EĞİTİM SERİSİ

27 MAYIS 2023

ALPER ÇETİN

wattOX

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ANKARA ŞUBESİ

İhlamur Caddesi No:10 Kızılay Ankara, Türkiye Telefon: +90 312 231 44 74 Faks: +90 312 232 10 88 GSM:+90 530 773 09 37, +90 530 773 09 38



ankara.emo.org.tr



ankara@emo.org.tr



[emoankara](https://twitter.com/emoankara)



[emoankara](https://facebook.com/emoankara)



[emoankara](https://instagram.com/emoankara)

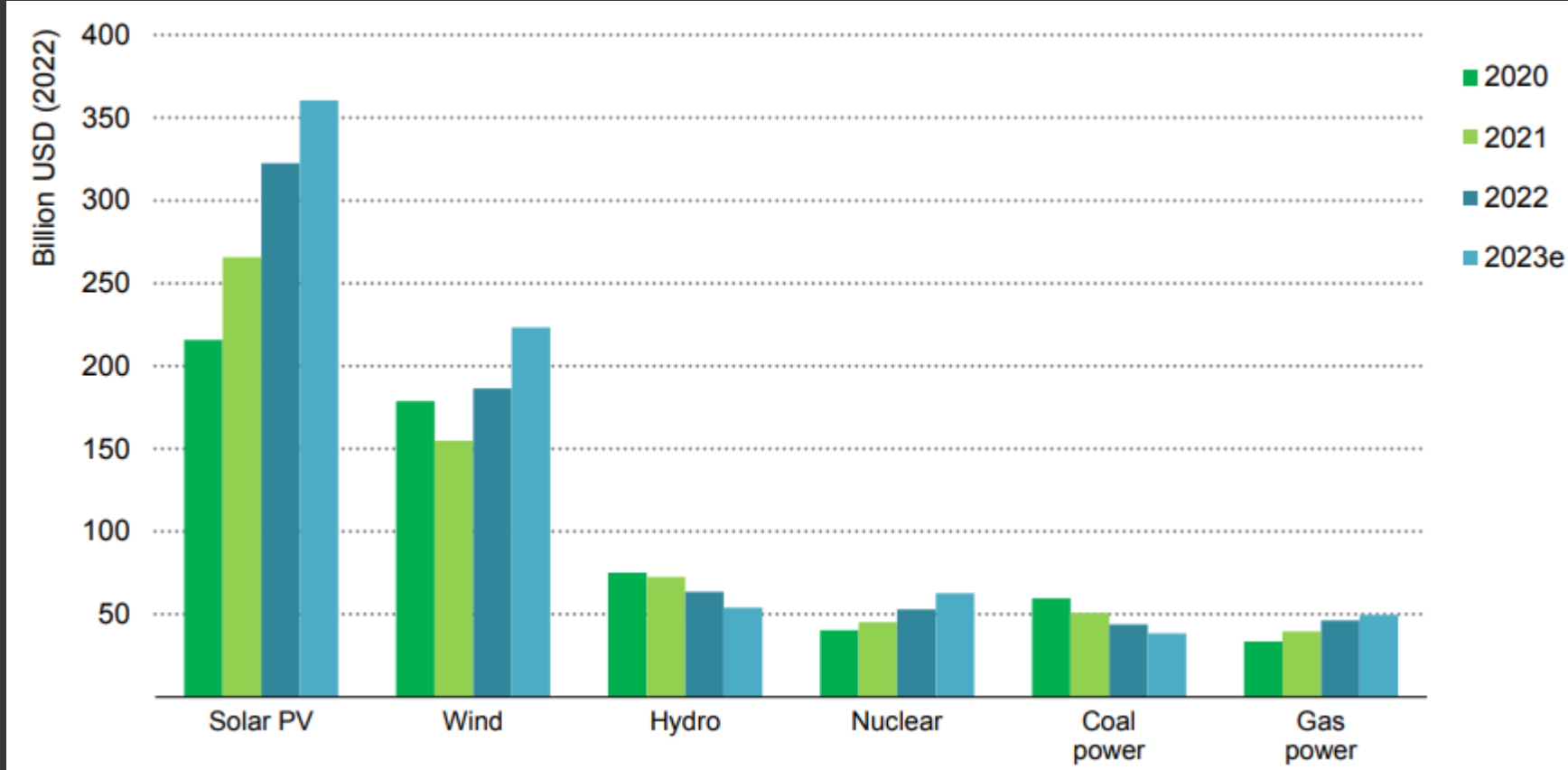


[emoankarasubesi](https://youtube.com/emoankarasubesi)



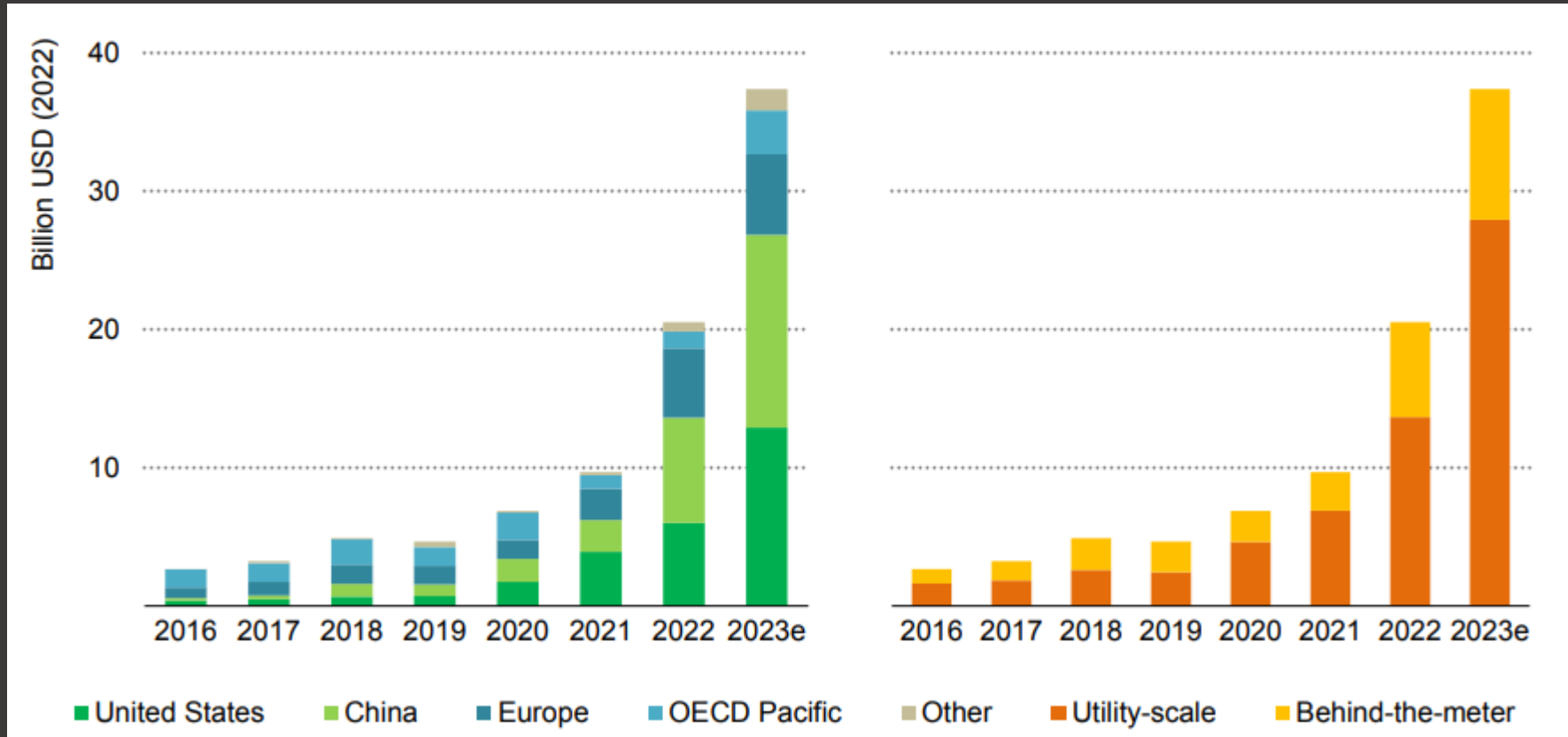
[emoankarasubesi](https://linkedin.com/company/emoankarasubesi)

Teknolojiye göre küresel yıllık yatırım, 2020-2023



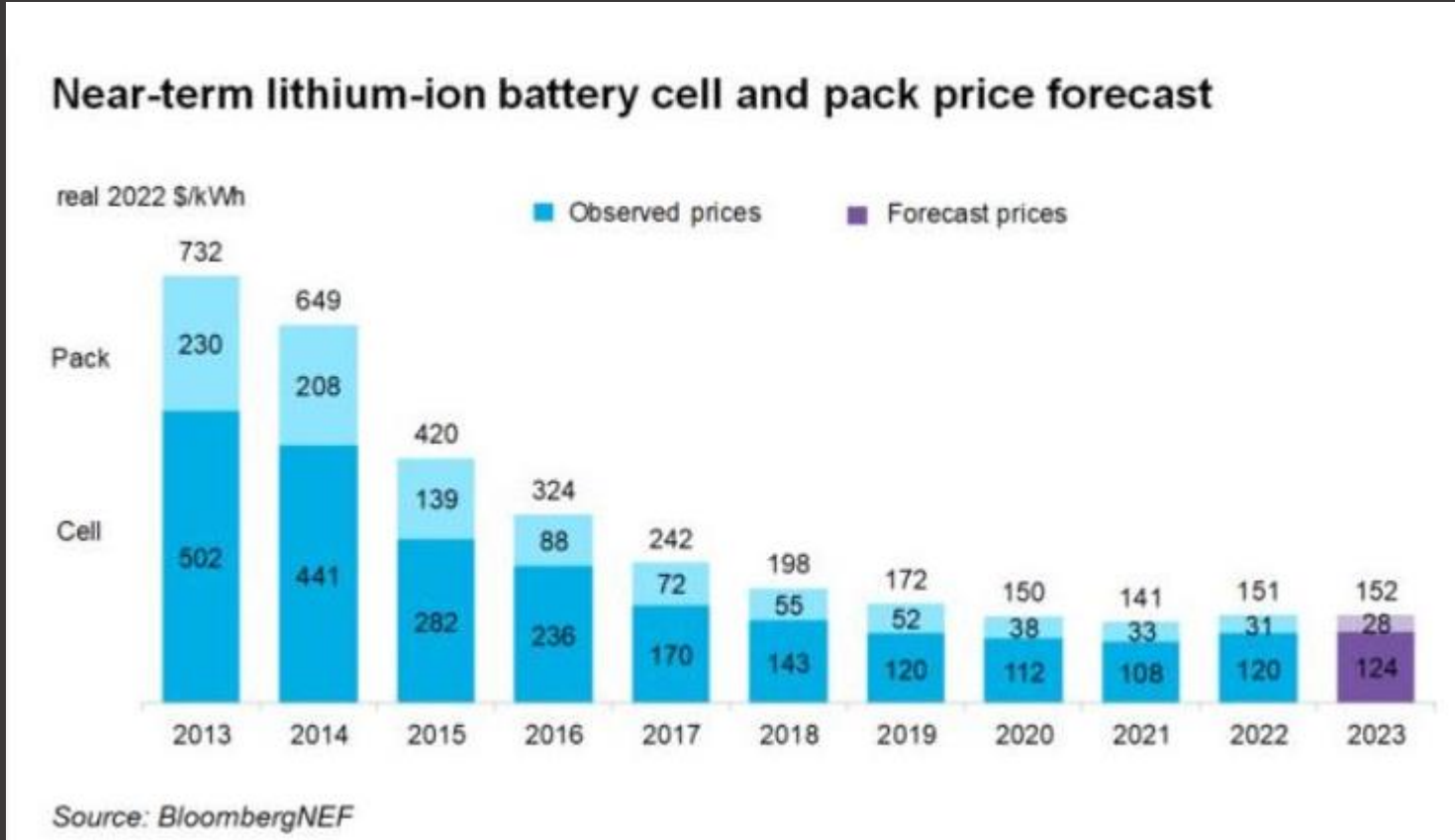
Kaynak: IEA World Energy Investment 2023

Enerji depolama sistemi kurulumları, 2016-2023



Kaynak: IEA World Energy Investment 2023

Enerji depolama sistemi kurulumları, 2016-2023



By the Numbers

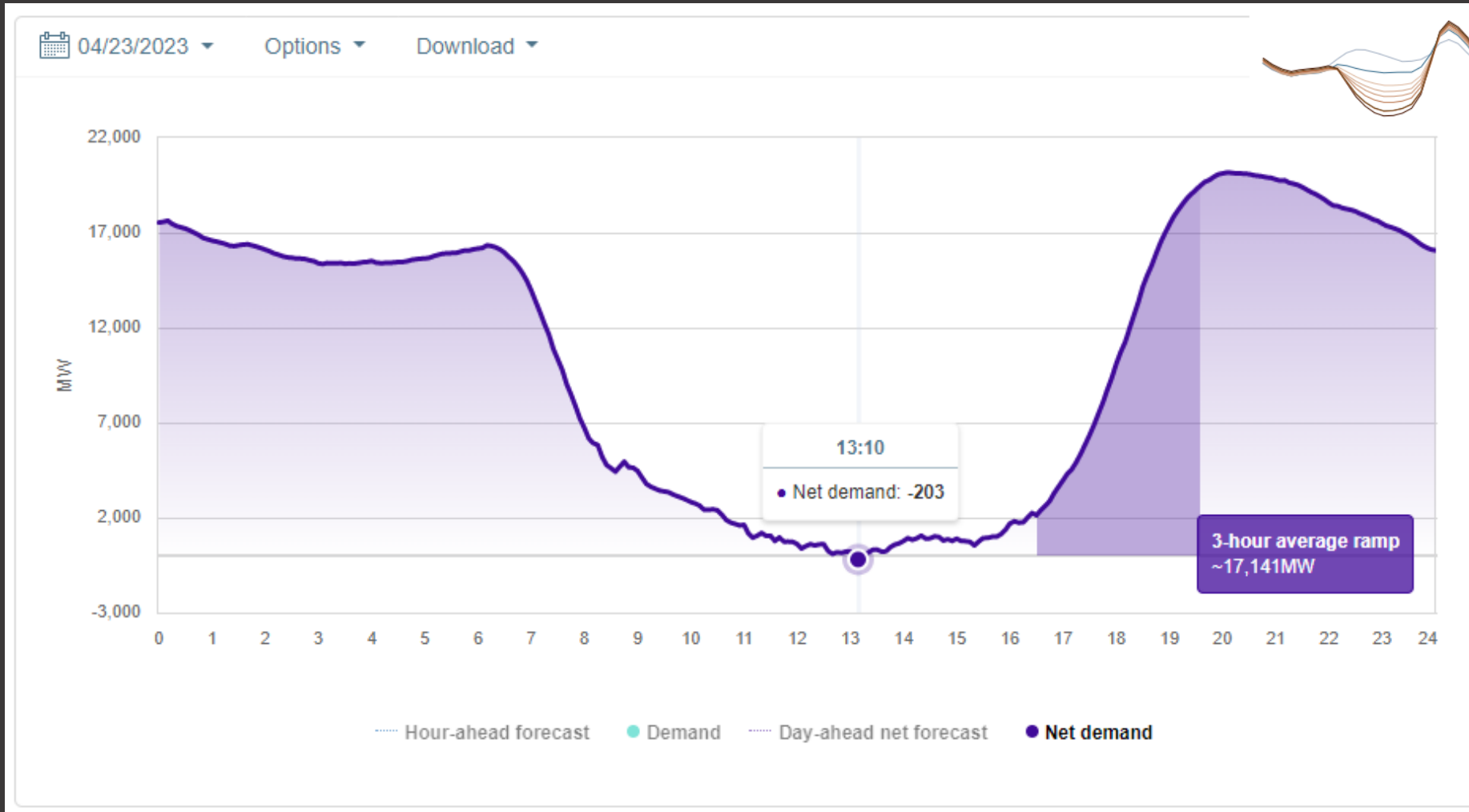
\$152/kWh

**28GW/
69GWh**

\$300/kWh

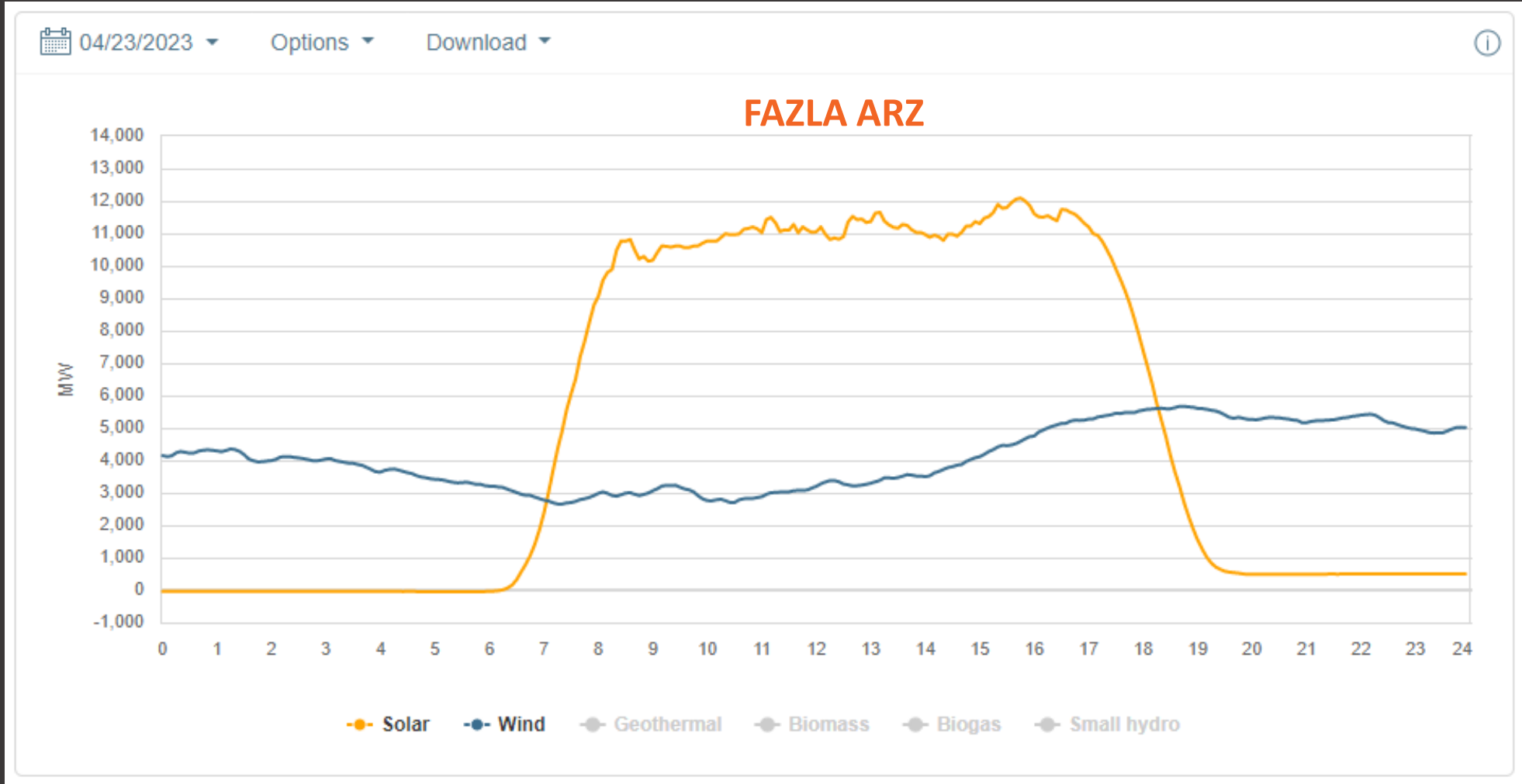
Kaynak: BloombergNEF

Neden enerji depolama?



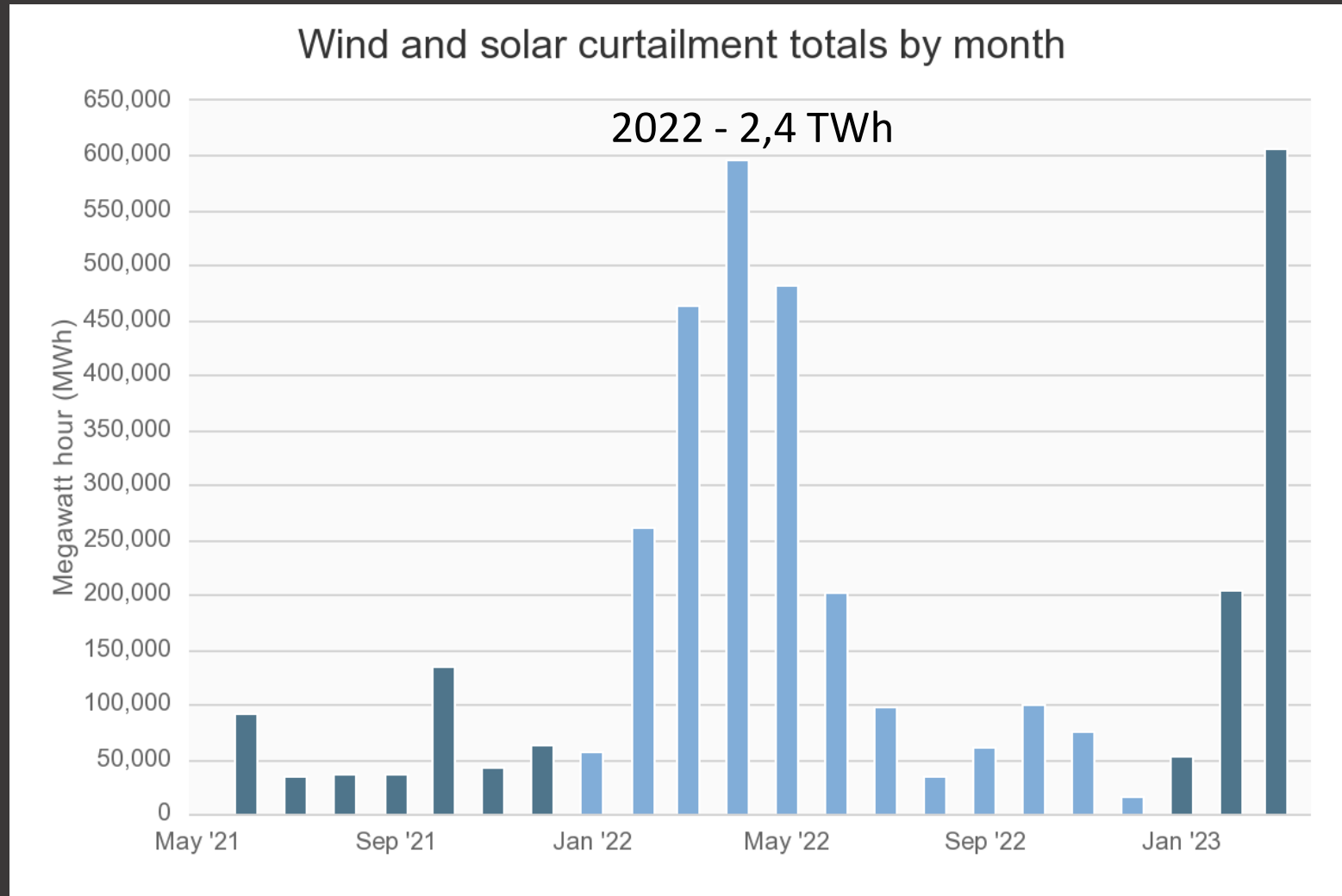
Kaynak: California Independent System Operator (CAISO)

Neden enerji depolama?



Kaynak: California Independent System Operator (CAISO)

Neden enerji depolama?

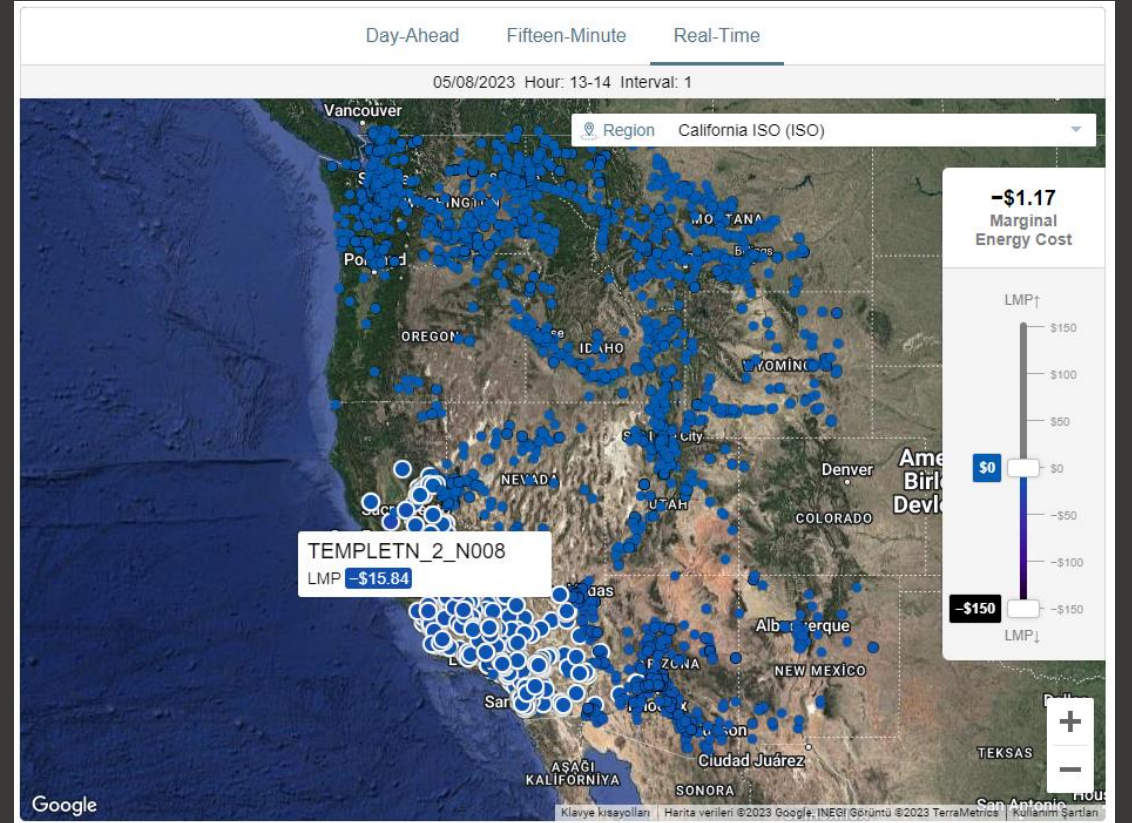
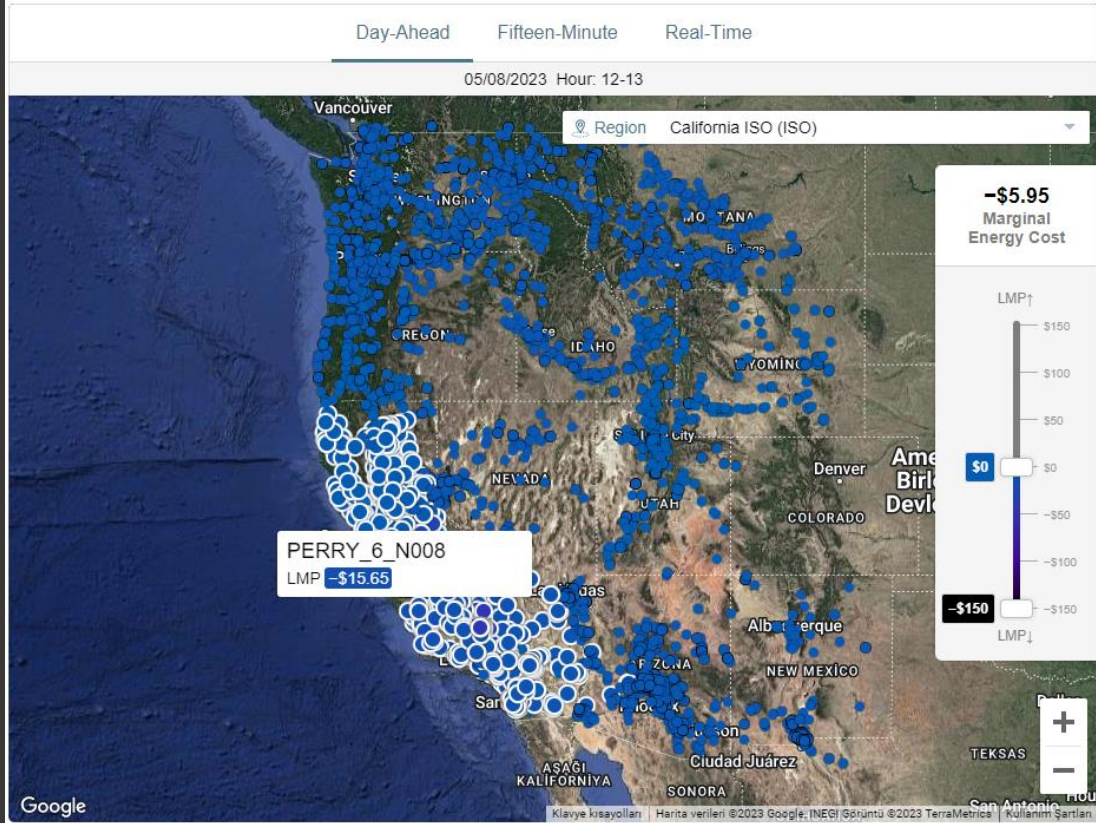


Neden enerji depolama?



Kaynak: California Independent System Operator (CAISO)

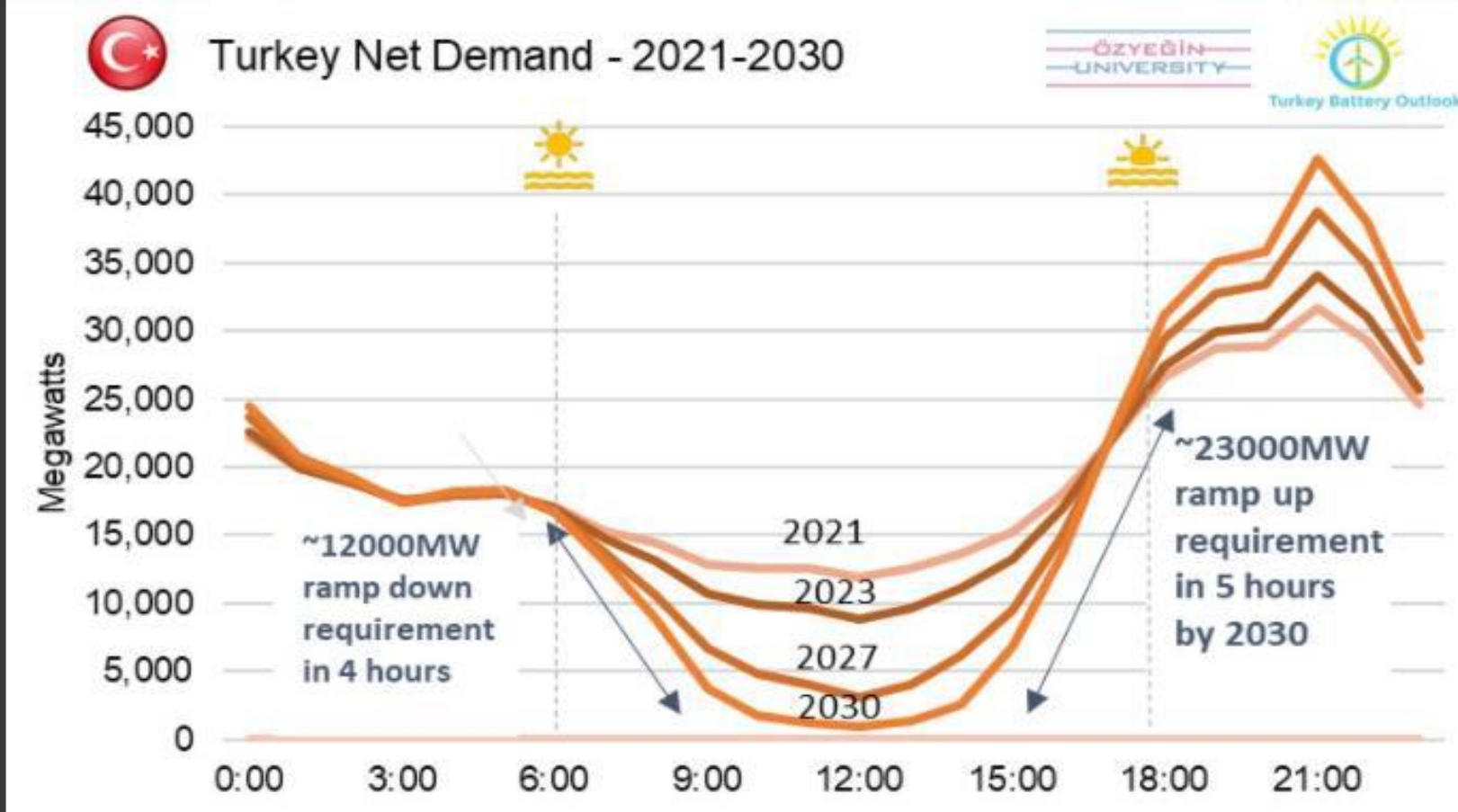
Neden enerji depolama?



Kaynak: California Independent System Operator (CAISO)

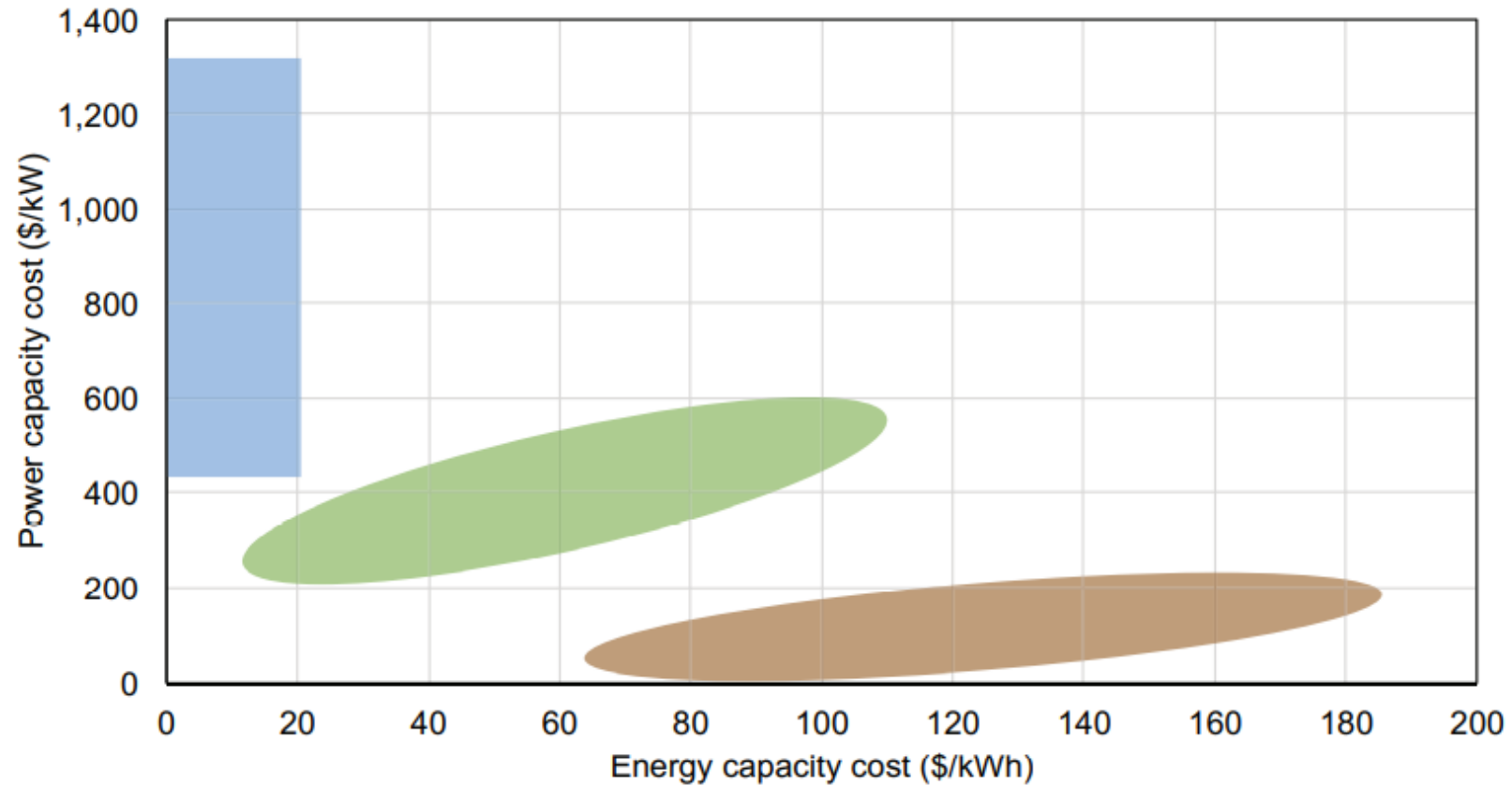
Neden enerji depolama?

%22
Rüzgar
+
Güneş



Kaynak: Özyeğin Üniversitesi

Enerji depolama teknolojileri

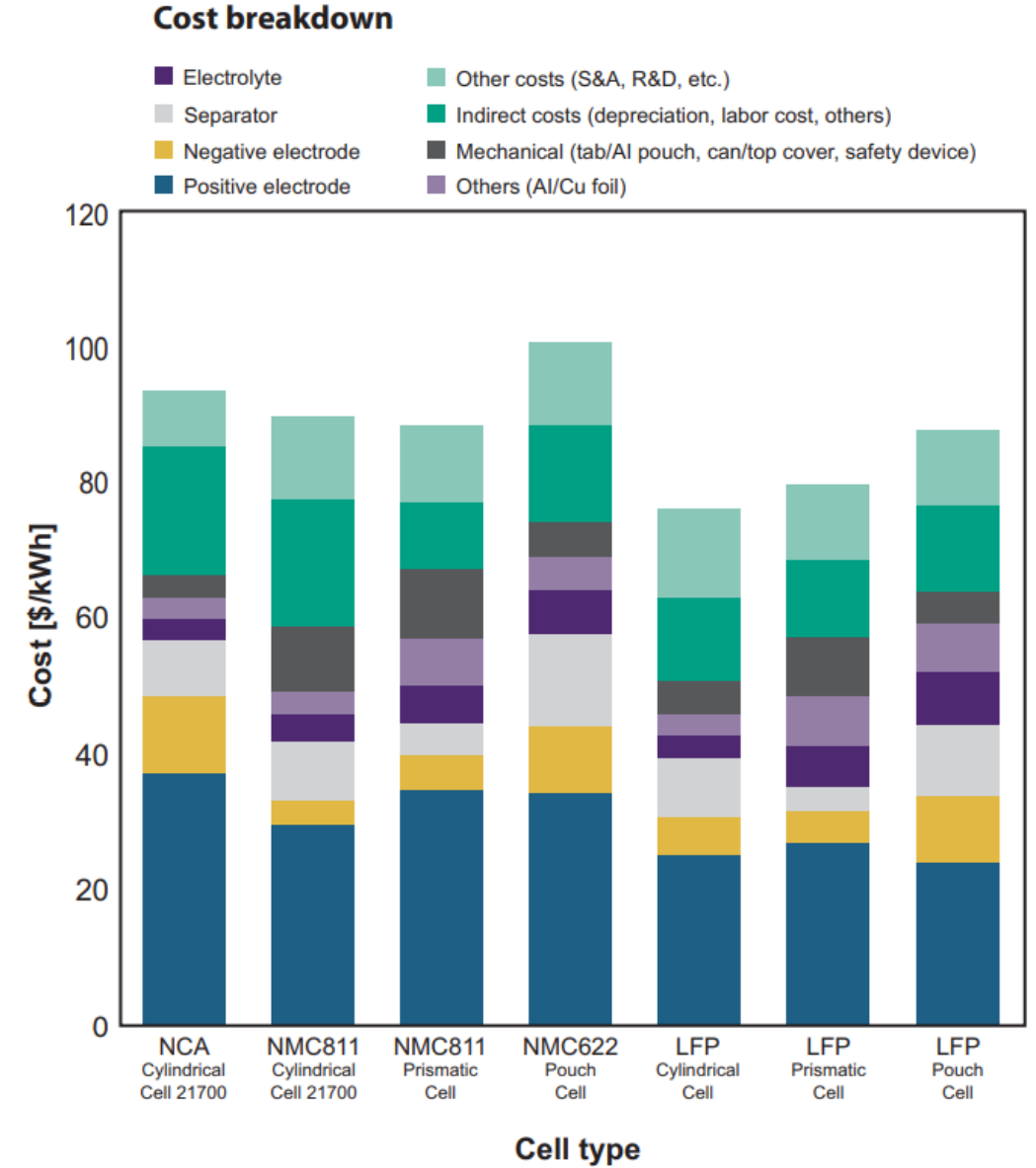


Kaynak: MIT future of energy storage 2022

Li-ion Bataryalar

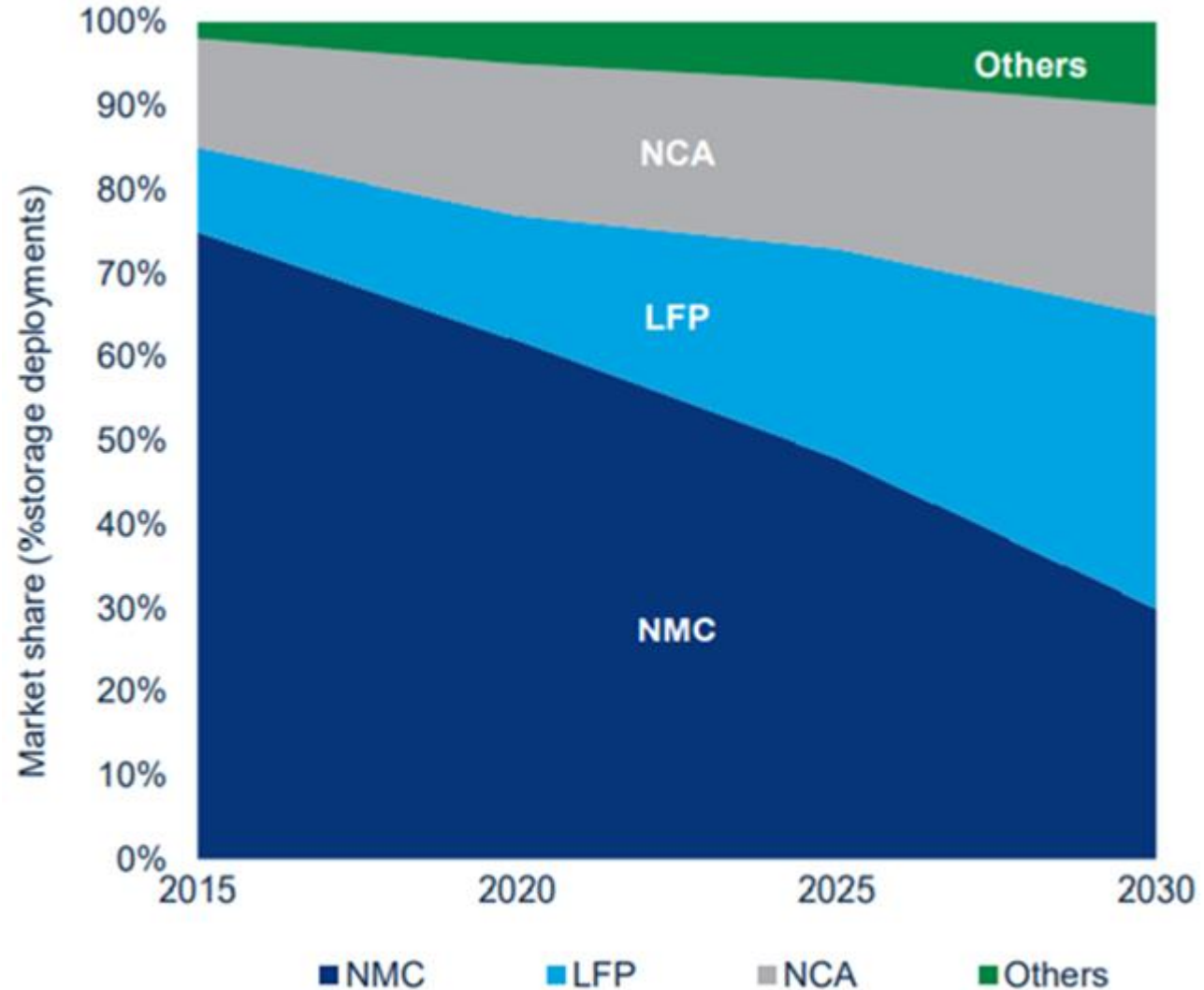
NCA = lithium nickel cobalt aluminum oxide,
NMC = lithium nickel manganese cobalt oxide,
LFP = lithium iron phosphate

Pozitif elektrot aktif materyali hücredeki en pahalı bileşendir ve diğer malzeme maliyetinin %30-50'sini temsil eder.



Li-ion pazar paylaşımı

Referans: Wood Mackenzie Energy Storage Service



Enerji Depolama İş Modelleri

Depolama
Donanımları



Hücre
Teknolojisi
Sağlayıcılar



PCS
Sağlayıcılar



Yazılım
Sağlayıcılar



Sistem
Entegratörleri

Enerji
Depolama
Projeleri

Son Kullanıcılar
(Utility,
Industry, C&I)

EPC Firmaları

Finans ve
Proje
Yönetimi

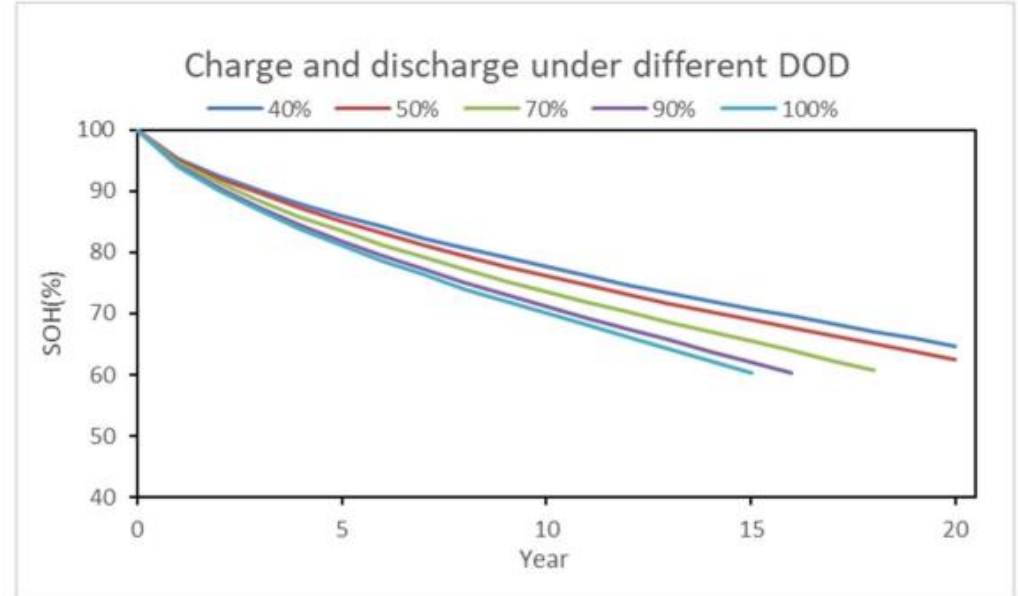
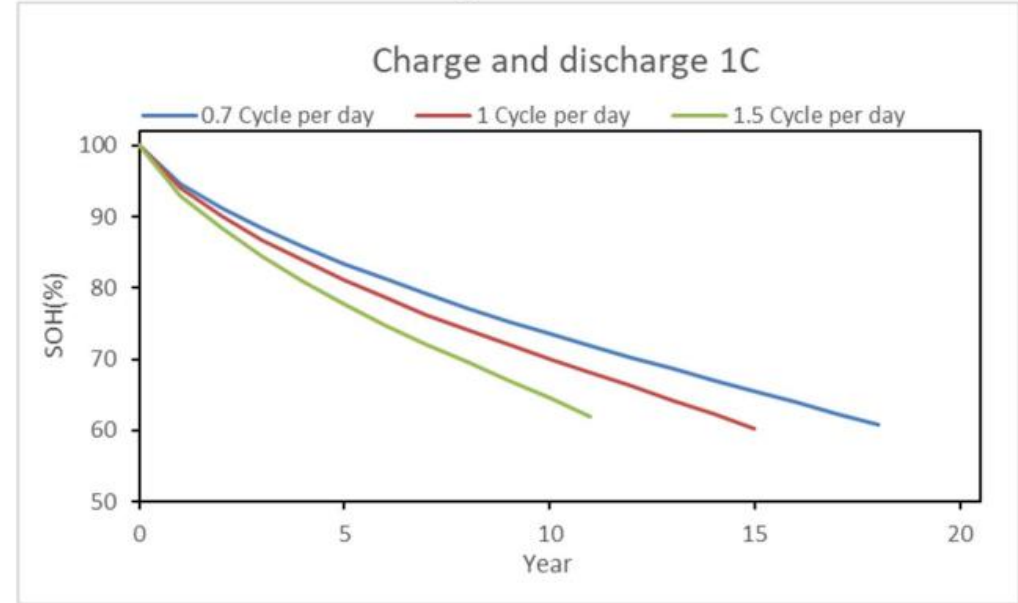
Danışmanlık ve Proje Geliştiriciler

Finansman Sağlayıcılar

Li-Ion Batarya Sistemleri

Önemli Parametreler

- State of Charge (SoC)
- State of Health (SoH)
- C-rate
- Kullanılabilir Kapasite (Usable Capacity)
- Ömür Sonu Kapasitesi (End of Life Capacity)
- Çevrim Verimliliği (Round Trip Efficiency)
- Deşarj Derinliği (Depth of Discharge)
- Çevrim sayısı (cycle)
- Çevrim ömrü (life cycle)



Depolama Sistemlerinde Karşılaşılan Problemler

Düşük Kullanılabilir Kapasite

Karmaşık O&M

Kısa Yaşam Ömrü

Yangın Riski



- Seri ve paralel bağlı batarya hücreleri arasındaki şarj tutarsızlığı daha düşük kullanılabilir kapasiteye yol açabilir.

- Sahada batarya montaj ve kablajın gerçekleştirilmesindeki zorluklar
- Uzman ekip tarafından düzenli SoC kalibrasyonun yapılması

- Konteyner/Kabin içerisindeki dengesiz ısı kontrolü, batarya hücreleri arasında 10°C'den fazla sıcaklık farkına ve hücre ömründe %25 azalmaya neden olur.

- Batarya hücresinin aşırı şarj olması, aşırı deşarj olması ve diğer hatalar
- Panolarda, kesici ve kontaktörlerdeki hataların arklanmaya sebep olması

Enerji Depolama Fonksiyonları



Enerji Yönetimi Fonksiyonları

- Tepe Tıraşlama & Yatırım Öteleme
- Enerji Kaydırma
- Arbitraj



Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu Fonksiyonları

- Üretim Dengesizliği Giderme
- Kapasite artırma



Şebeke Destek ve Güç Kalitesi İyileştirme Fonksiyonları

- Frekans Regülasyonu Desteği
- Gerilim Regülasyonu Desteği
- Aktif/Reaktif Güç Desteği



Mikroşebeke Fonksiyonu

Şebeke Ölçekli Çözümlerimiz

Sistem Tasarımı



- 20 Feet Konteyner
- LFP Batarya Hücreleri
- Kapasite: 2064 kWh
- Ağırlık: 28 ton (bataryalar dahil)

1- Dağıtık HVAC

6 adet @2H0, 8 adet@1H0

2- Batarya Modülleri

16 adet of 320Ah hücreler
& 1 adet of modül
kontrolcüsü



3- Batarya Dizisi

21 adet batarya modülü
Bir konteynerda 6 adet
batarya dizisi

4- Akıllı Dizi Kontrolcüsü

Her dizi bir dc-dc
dönüştürücüye bağlı

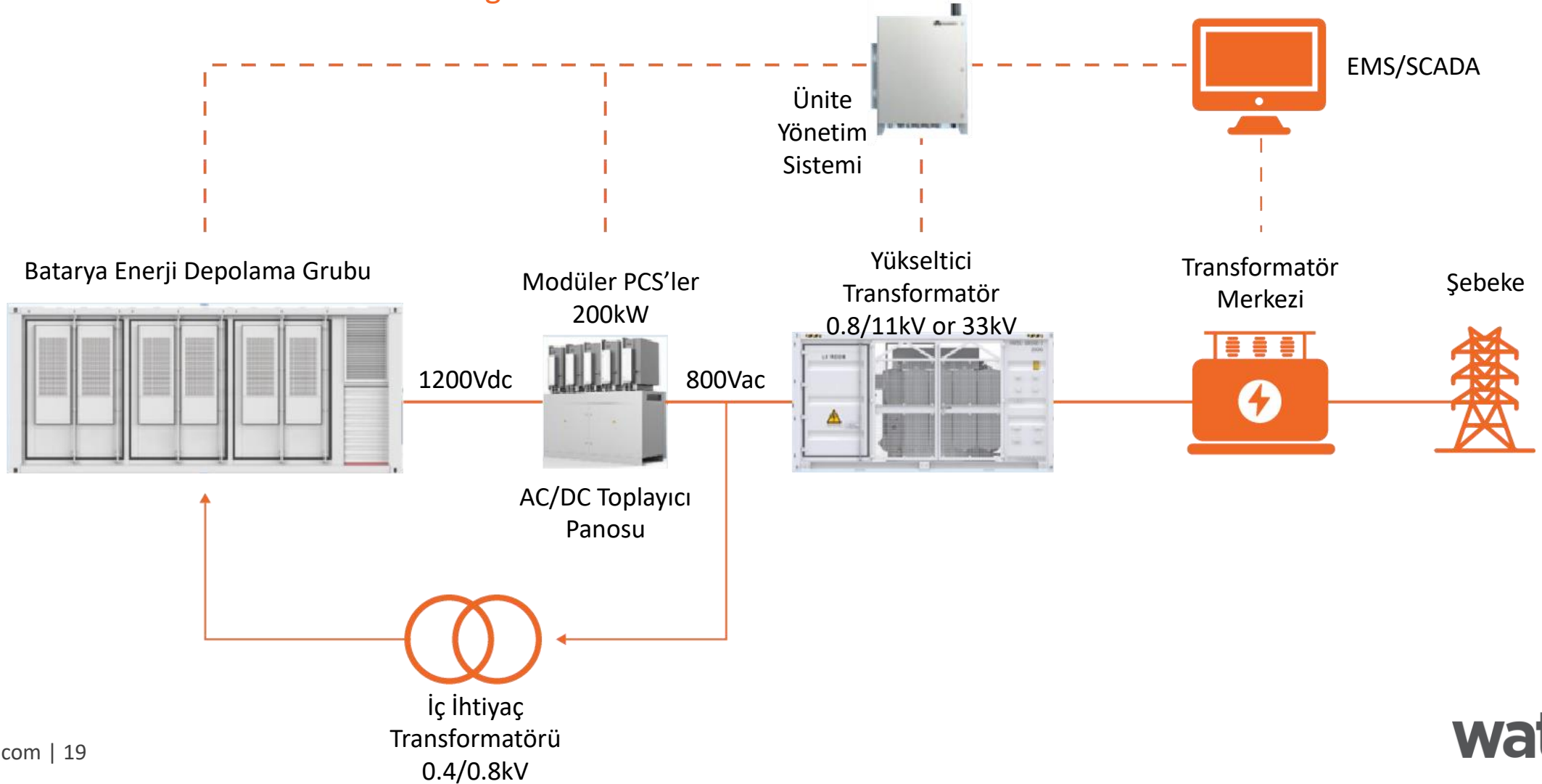


5- Kontrol Kabini ve Yangın Söndürme Sistemi

Şebeke Ölçekli Çözümlerimiz

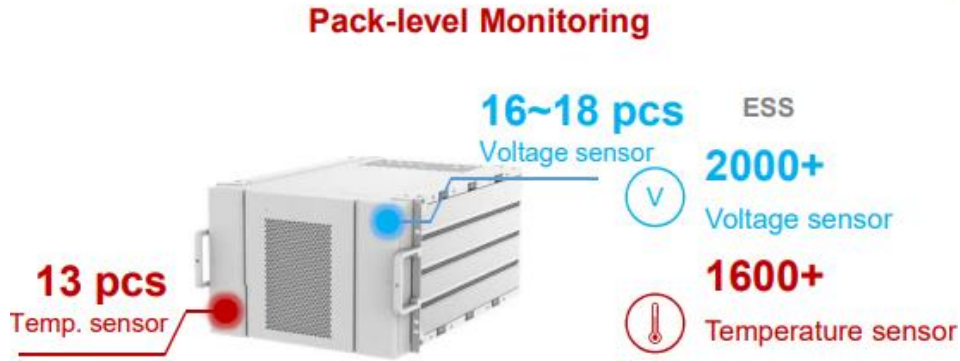
wattOX | HUAWEI

Sistem Mimarisi – HUAWEI Smart String ESS



Şebeke Ölçekli Çözümlerimiz

Batarya Paketi



- 1C ve 0,5C çözüm sunabilme esnekliği
- Her modül için pack optimizer
- Her rack için smart rack kontrolcüsü (DC/DC)
- Modül ve rack bazında aktif optimizasyon (otomatik SOC kalibrasyonu)
- Hücre ve modül seviyesinde yüksek izleme & güvenlik

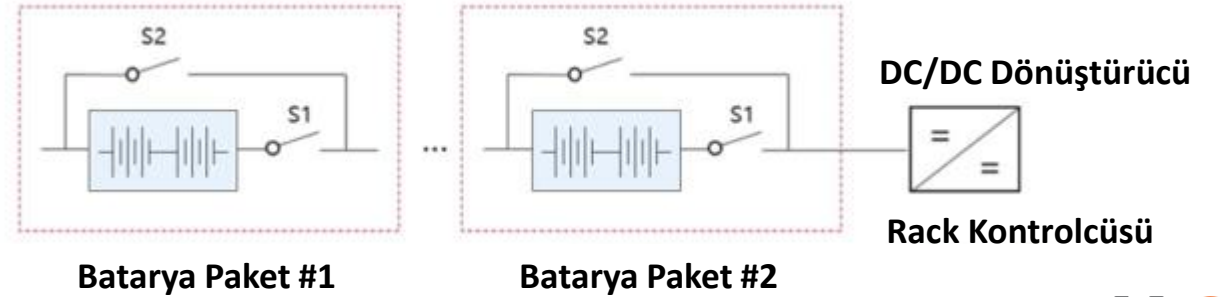
EVE® 亿纬锂能



Batarya Paketi

Teknik Özellikler

Hücre Teknolojisi	LFP
Modül Konfigürasyonu	16S 1 p
Anma Gerilimi	51.2 V
Anma Kapasitesi	320 Ah / 16.38 kWh
Şarj/Deşarj Oranı (C-rate)	≤ 1 C
Ağırlık	≤ 140 kg
Boyutlar (W x H x D)	442 x 308 x 660 mm



Şebeke Ölçekli Çözümlerimiz

Smart String – Enerji Depolama PCS

- String PCS yapısı sayesinde esnek güç aralığı belirleyebilme
- PCS arızaları kaynaklı ESS hizmet durmalarının minimize edilebilmesi
- Merkezi invertorlere göre dengeleme problemlerinin ortadan kaldırılması
- Outdoor yapısı sayesinde ekstra muhafaza ihtiyacının olmaması
- Four-quadrant 0-1 arasında çalışabilme
- Tedarik zinciri avantajı ve uygun sertifikasyon



Smart PCS
LUNA2000-200KTL-H0



Smart DC LV Panosu
DCBOX-9/5-H0

Smart PCS

Anma Gücü: 200KW
DC Giriş Gerilimi: 1200Vdc
AC Çıkış Gerilimi: 800Vac
Maks. Verim: 99%
IP Koruma Sınıfı: IP66
Korozyon Sınıfı: C5M
Boyutlar: 1075 x 555 x 300 mm

DC LV Panosu

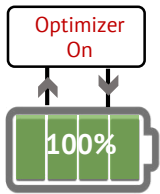
Maks. Batarya Dizi Sayısı: 9
Maks. PCS Sayısı: 5

Paket Düzeyinde Optimizasyon ve Daha Az Kapasite Kaybı

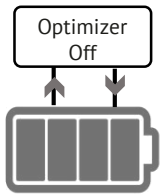
String ESS Çözümü



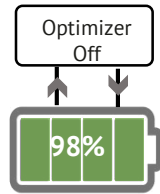
Paket



Paket



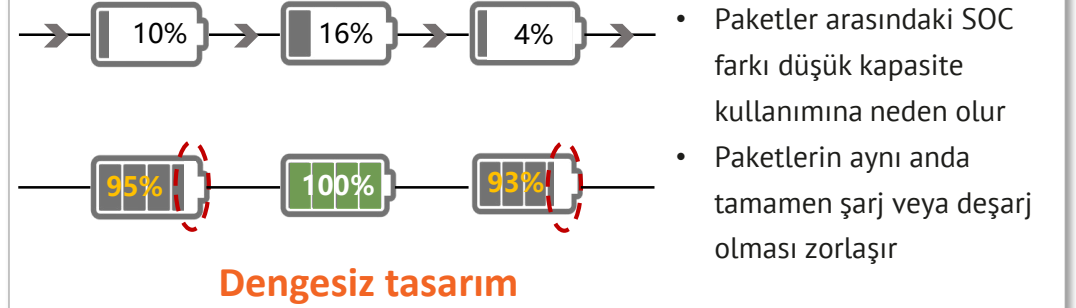
Paket



Paket seviyesinde optimizasyon

- **Daha fazla kullanılabilir kapasite**
Paketler arasındaki uyumsuzluk kaynaklı kapasite kaybını azaltma
- **Yüksek kullanılabilirlik**
Hasarlı paketlerin diğer paketleri etkilemeyecek şekilde ayrılabilmesi
- **Gelişmiş güvenlik tasarımı**
Elektrik çarpılmalarını önlemek için operasyon dışında paketler kapatılması

Merkezi Çözüm



- Eski ve yeni (değiştirilen) bataryaların birlikte kullanım optimizasyonu
- Kapasite artırabilme imkanı
- Arızalı modül olduğunda çalışmaya devam edilebilme, tüm rack veya sistemin durmaması

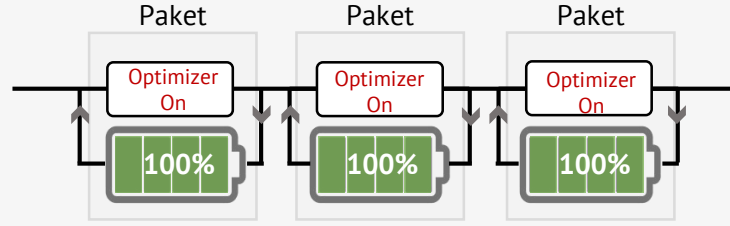
Yedek Batarya Paketlerini Doğrudan Tak Çalıştır

Yerinde sorun giderme için sahada uzmana gerek yoktur!

- ① O&M personeli saha ziyareti
- ② Paketin yerinde değiştirilmesi



Yeni batarya paketlerinin otomatik ayarlanması
Manuel ayarlama gerekmez!



Bakım Maliyeti

Seyahat masrafları	0 USD
Bakım işçilik maliyeti	~50 USD

Geleneksel Çözüm - Yedek paket ayarı için uzmanlar gerekir

- ① Uzman Saha Ziyareti
- ② Hasarlı paketin SOC tespiti
- ③ Yedek paketin SOC seviyesinin ayarlanması
- ④ Yedek Paketin Yerleştirilmesi

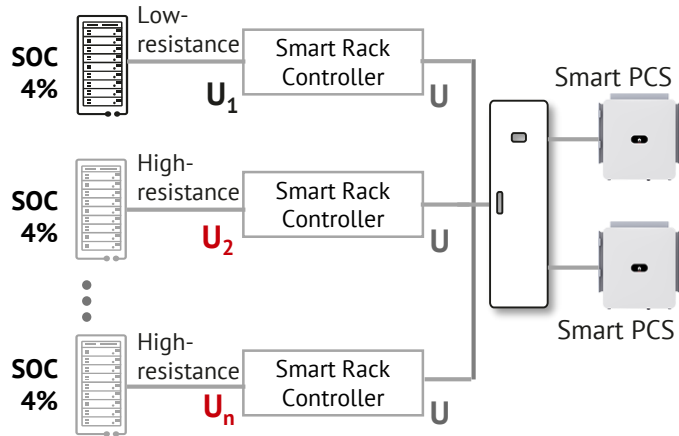


Bakım Maliyeti

Seyahat masrafları	~500 USD
Bakım işçilik maliyeti	~150 USD

Rack Düzeyinde Optimizasyon, Uyumsuzluktan Kaynaklı Kayıpları Önler

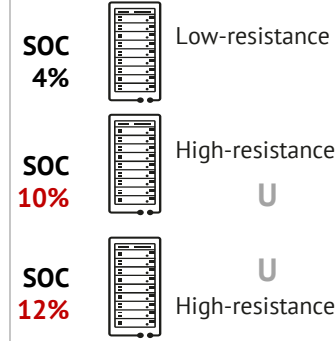
String ESS Çözümü



Rack seviyesinde optimizasyon

- Her rack, 1 akıllı rack denetleyicisi ile optimize edilmiştir.
- Her rackın tamamen şarj ve deşarj olmasını sağlar

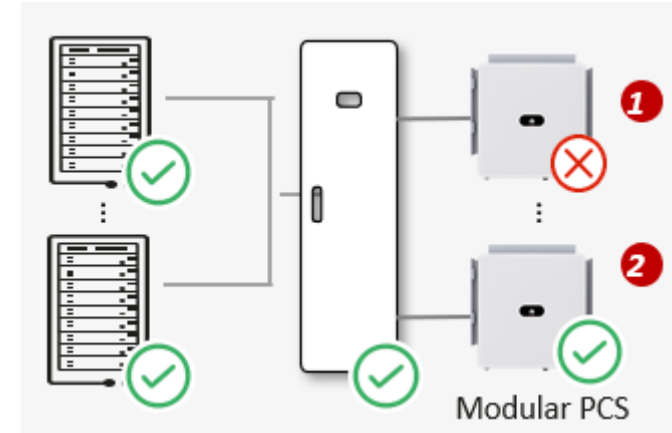
Merkezi Çözüm



Central PCS

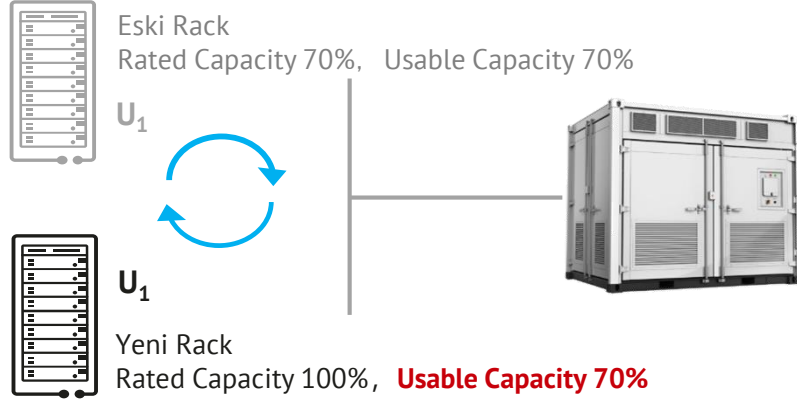
Tek barada çoklu rack bağlantısı

- Rackler 1 baraaya paralel bağlanır
- Rackler arasındaki uyumsuzluk kapasite kaybına neden olur ve deşarj enerjisini azaltır
- İç direnci daha yüksek olan racklar tam deşarj olamaz



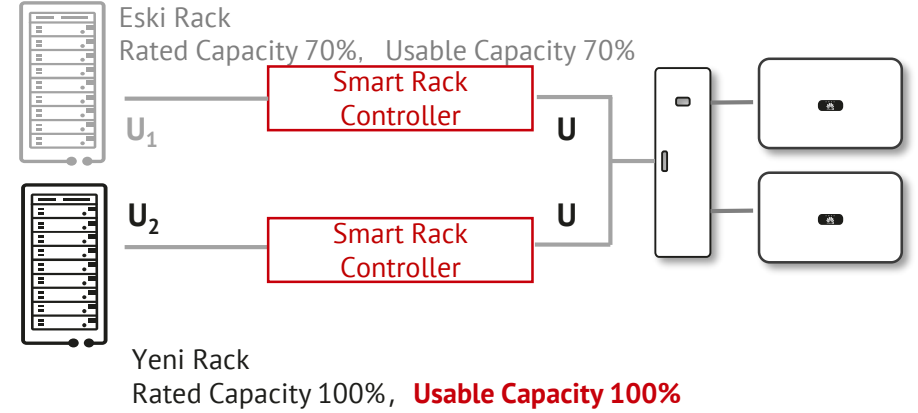
Eski ve Yeni Bataryaların Karma Kullanımı, Kapasite Artışının Sağlanabilmesi

Geleneksel Merkezi Çözüm



Merkezi çözüm kapasite artışı için uygun değildir!

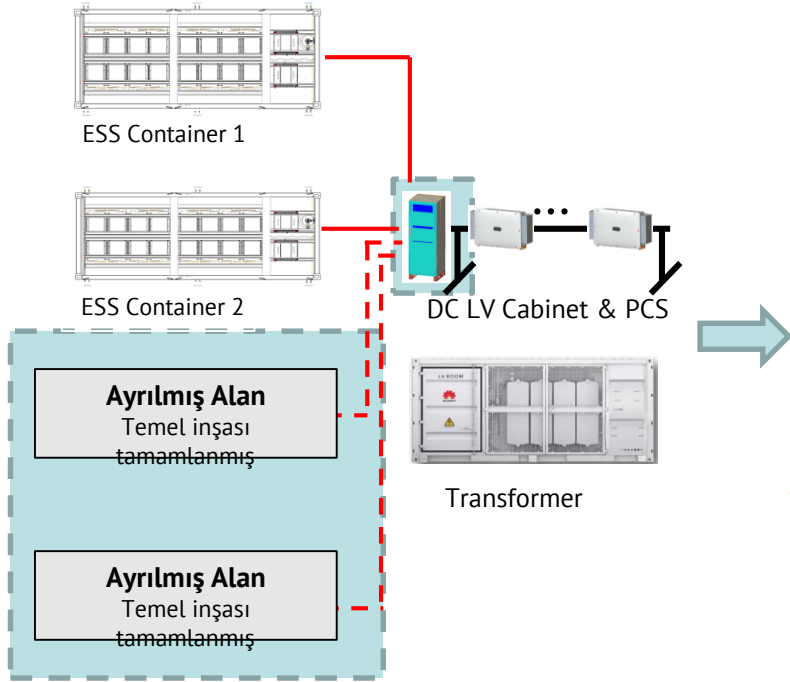
String Çözüm – Rack Seviyesinde Optimizasyon



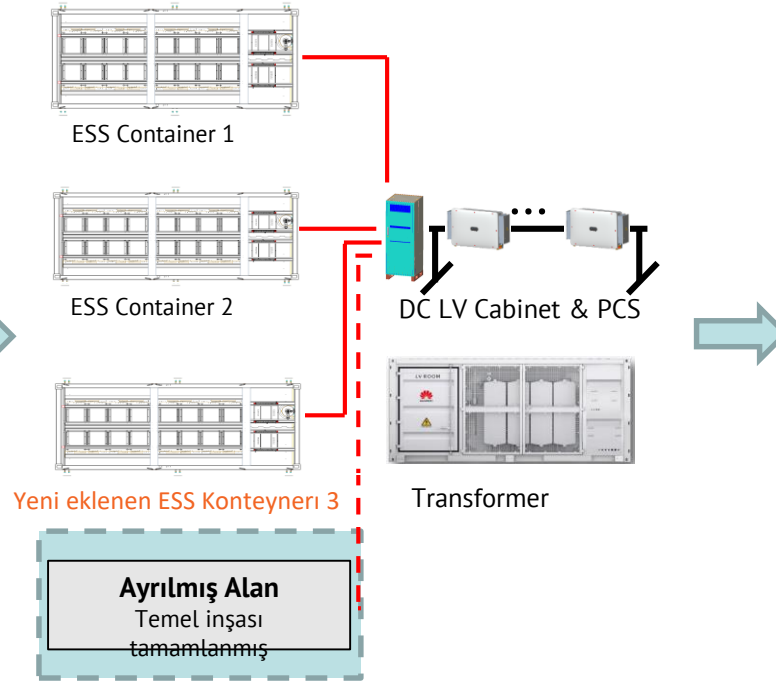
String çözüm kapasite artışı için uygundur!

Kapasite Artış Çözümü

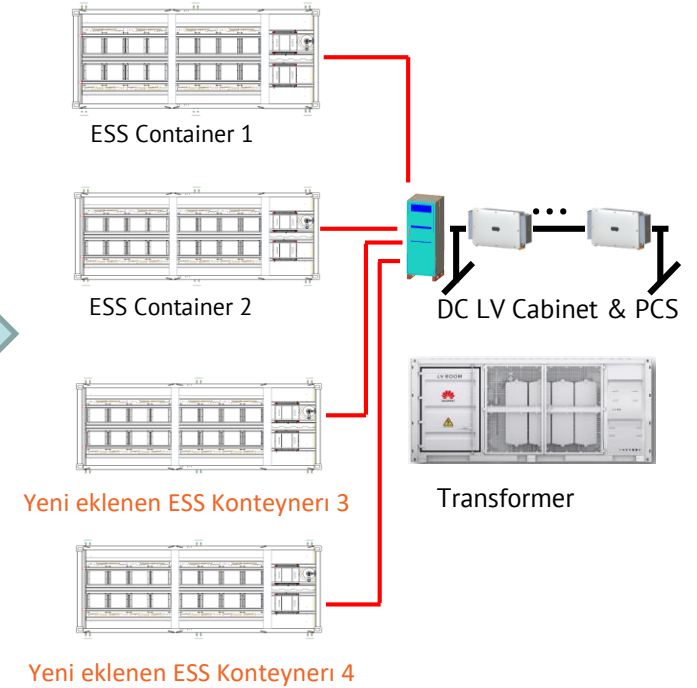
1. Aşama: İlk kurulum



2. Aşama: İlk kapasite artışı



3. Aşama: İkinci kapasite artışı



İnşaat & Devreye alma

1. Tüm proje kullanım ömrü seneryolarına göre tasarlanır (1. Aşama, 2. Aşama...)
2. Birinci aşamada tüm inşaat ve elektriksel işler gelecekteki kapasite artışları öngörülerek gerçekleştirilir.
3. İkinci ve üçüncü aşamalarda kapasite artış planlarına bağlı olarak yeni ESS konteyneları eklenir

Yapay Zeka Destekli Dahili Kısa Devre Analizi

Yangın Tehlikesini Önceden Tahmin Edin

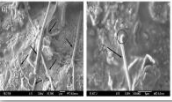


İç kısa devre, termal kaçığı tetikleyebilir ve yangına neden olabilir

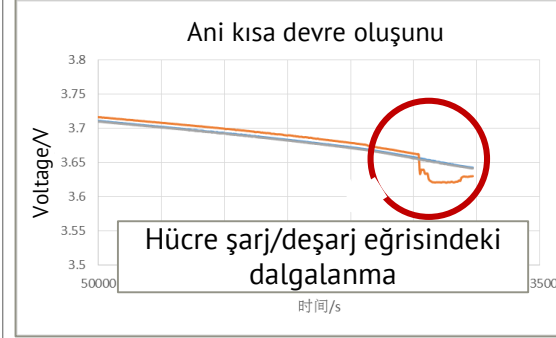
Separator bozunumu
Yüksek iç sıcaklık vb. problemlere neden olabilir



Yüksek şarj/deşarj akımları meydana gelebilir

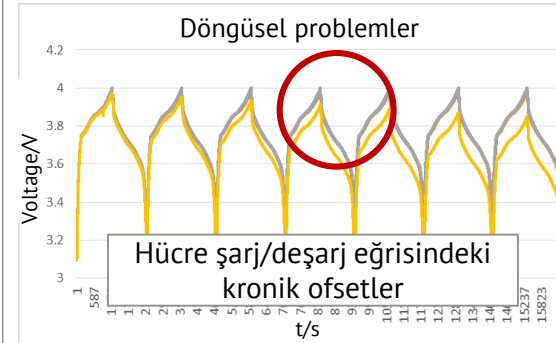


Akıllı Kısa Devre Analizi Algoritması



Ani dahili kısa devre tanımlama algoritması

- Şarj/deşarj eğrisindeki dalgalanmayı %100 yakalar.
- Sistem güvenliği için tehlike içeren paketleri anında belirler ve devreden çıkarır

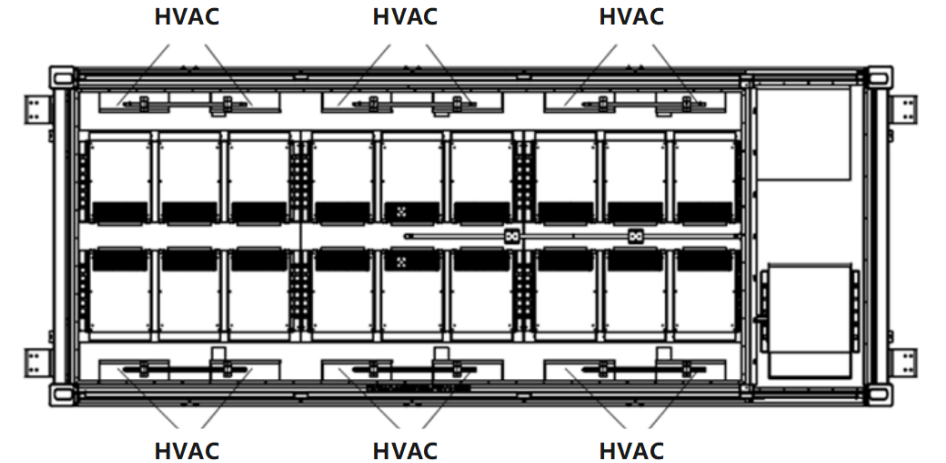
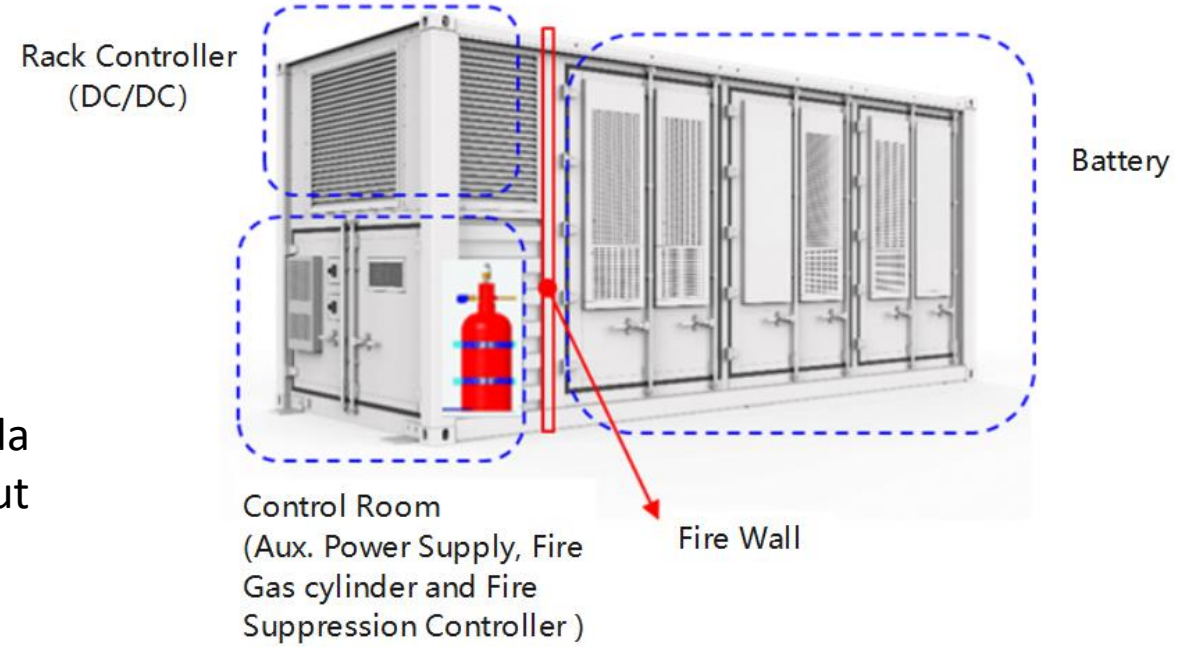


Yapay zeka ile anormalliklerin tespiti

- İç direncin doğru bir şekilde hesaplanması ve direnç değişiminin neden olduğu eğrideki hafif sapmaların yakalanması
- Potansiyel riskleri doğru bir şekilde doğru bir şekilde önceden tespit edilmesi

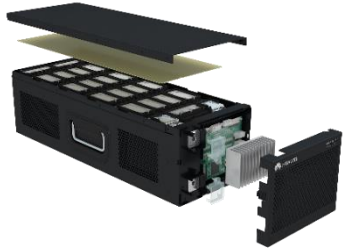
Optimum ve güvenilir sistem tasarımı

- 20 ft konteyner - 2MWh kapasite, modüler yapı
- Dağıtılmış HVAC yapısı sayesinde zorlu çevre şartlarında çalışma ($-30^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$), nem $0 \sim 100\%$ (Without Condensation) ve uzun yaşam döngüsü
- Batarya gruplarının yangın duvarı ile ayrılması
- Termal difüzyonu önlemek için pil paketindeki “Sanal Yangın Duvarı” teknolojisi



Akıllı Soğutma Tasarımı, Konteyner içindeki sıcaklık artışı <math><5^{\circ}\text{C}</math> @1C

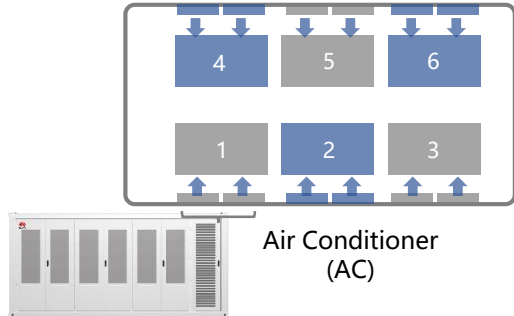
Pack – Eşit soğutma



Paket içerisindeki hücreler arasındaki sıcaklık farkı <math><5^{\circ}\text{C}</math>@1C

Optimum batarya kullanımı için hücreler arasındaki sıcaklık farkı azaltılır

Konteyner – Dağıtık soğutma



Merkezi soğutma sistemi yerine dağıtık soğutma

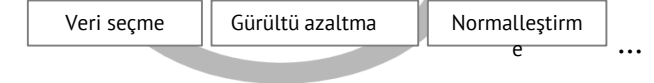
Konteynerdeki sıcaklık artış farkını en aza indirmek için her rack ayrı ayrı soğutulur

Algoritma – Akıllı soğutma otomasyonu

1 Çoklu sensörler
Veriler tamamen toplanır ve kontrol sistemlerine gönderilir

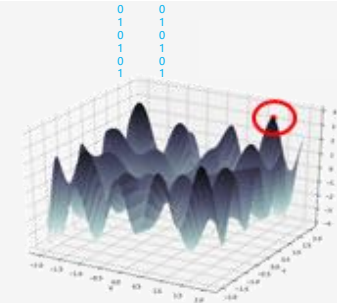


2 Otomatik veri filtresi
Sıcaklık kontrolü ilgili verilerin filtrelenmesi

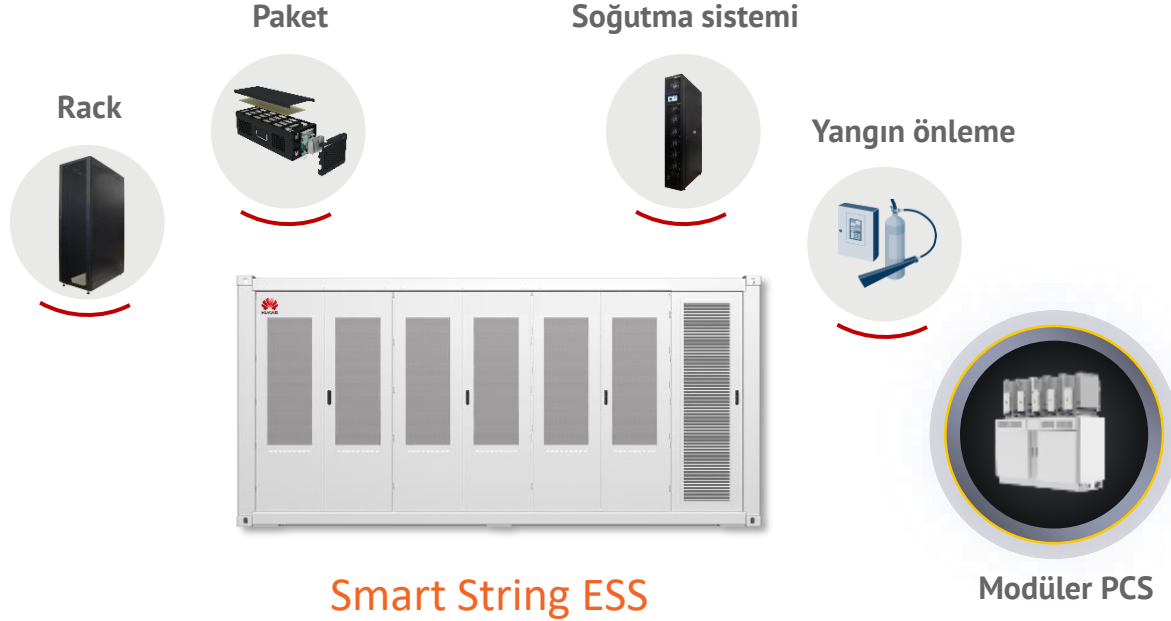


3 Akıllı soğutma algoritması optimizasyonu
Optimum yaşam döngüsü için soğutma kontrolünün canlı olarak gerçekleştirilmesi

Verilerin yayınlanması



Optimum Konteynır Tasarımı- Daha Basit Yerde Kurulum, %2~3 Maliyet Azaltımı



Yüksek enerji kapasiteli tasarım

20ft konteyner, ağırlık < 30t. Bataryalar konteyner içinde sevk edilebilir. Yerde bataryaların yerleştirilmesine gerek yok



Hızlı kurulum

Batarya grupları ve diğer bileşenler sistem içerisinde önceden yerleştirilmiştir. Bu sayede yerde kurulum maliyetlerinde verimlilik sağlanır.

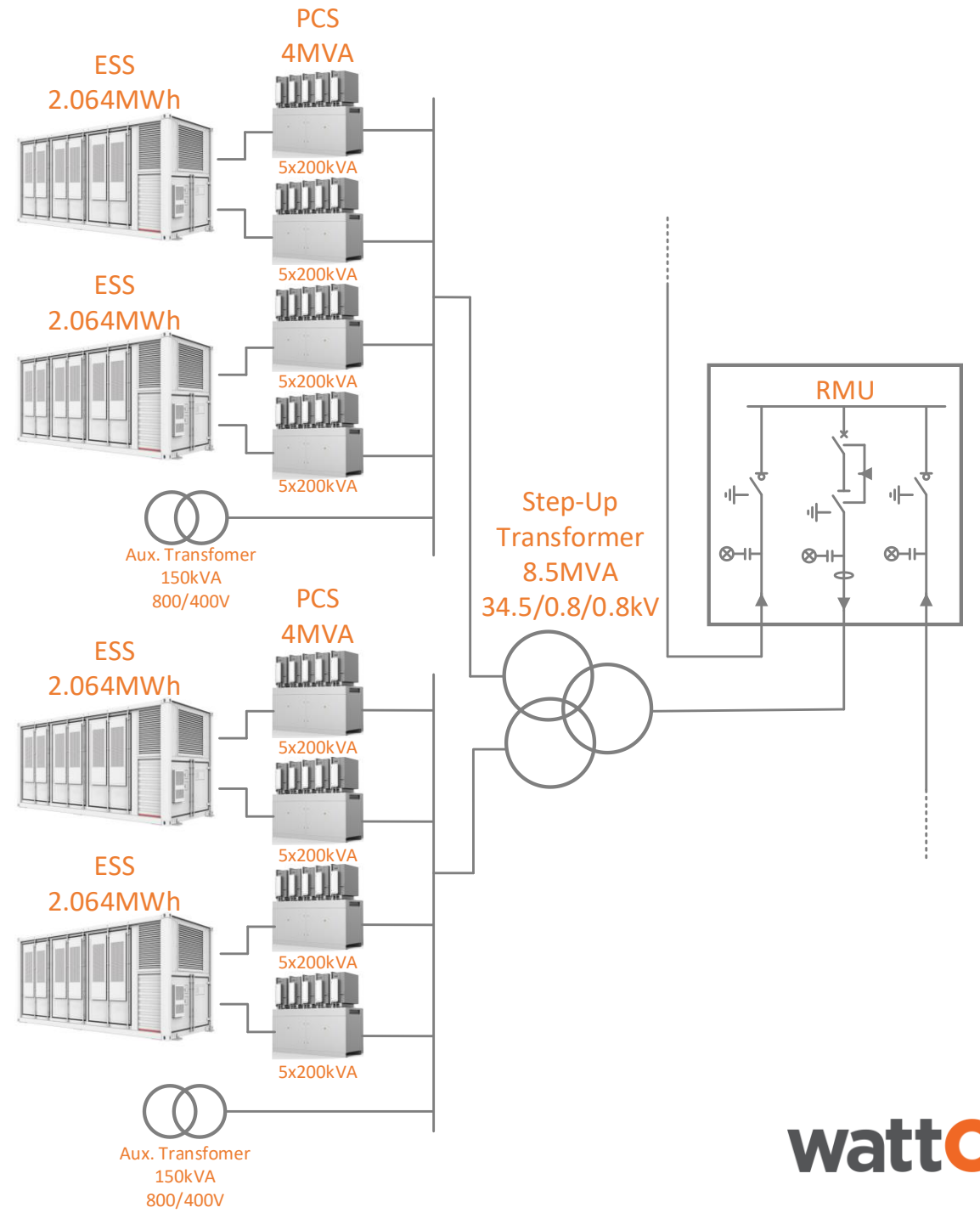
Devreye alma takvimi

Gün 1	Gün 2	Gün 3	Gün 4	Gün 5
Sahanın kontrol edilmesi	Kurulum ve eğitim	Bataryaların kablajı ve devreye alınması	Kurulum kontrolleri	Devreye alma
				Kabul testlerinin gerçekleştirilmesi

Şebeke Ölçekli Depolama Projesi

8MW/8MWh (1C)

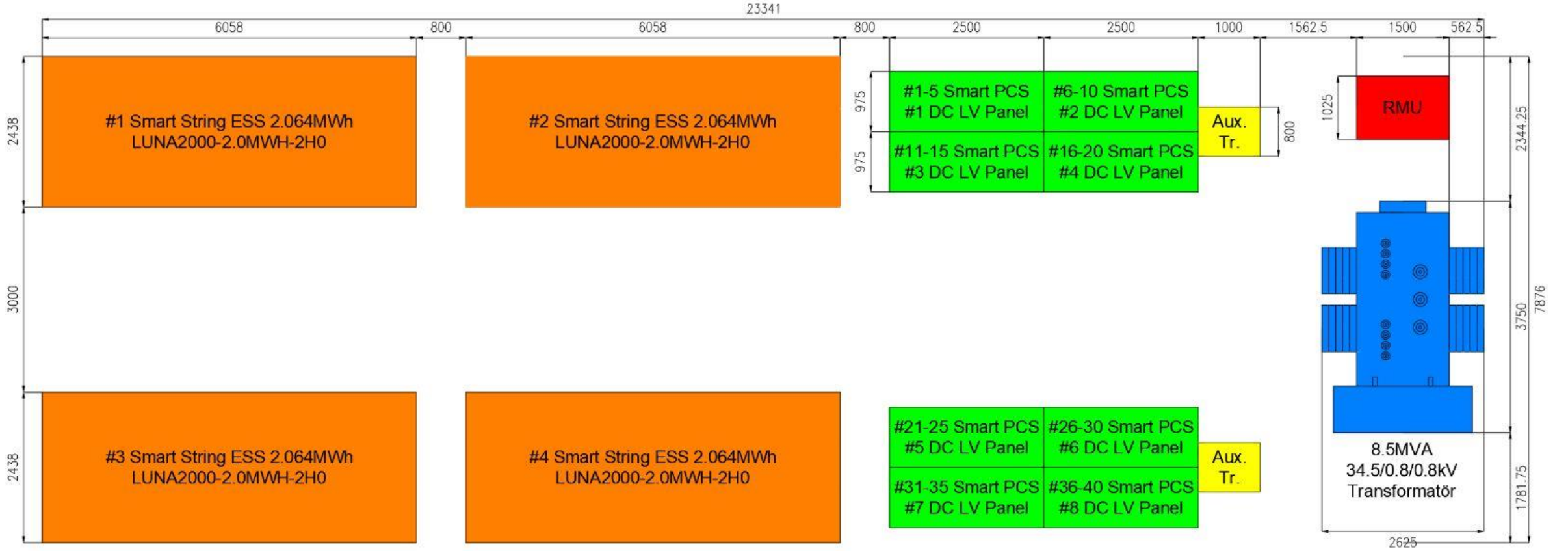
Ürün	Adet
2MWh Batarya Konteynerı	4
DC Box	8
200kW PCS	40
8.6 MVA Güç Transformatörü	1
RMU	1



Şebeke Ölçekli Depolama Ünitesi

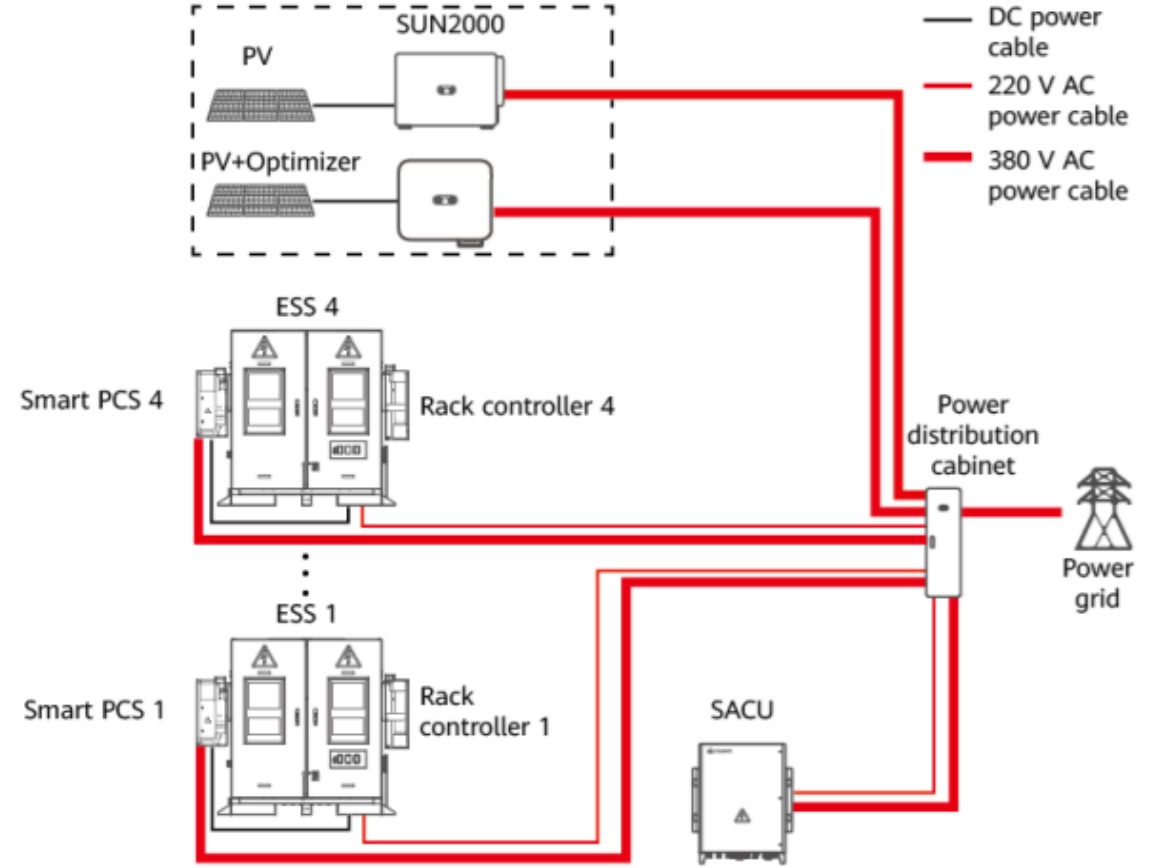
8MW/8MWh (1C)

Vaziyet Planı



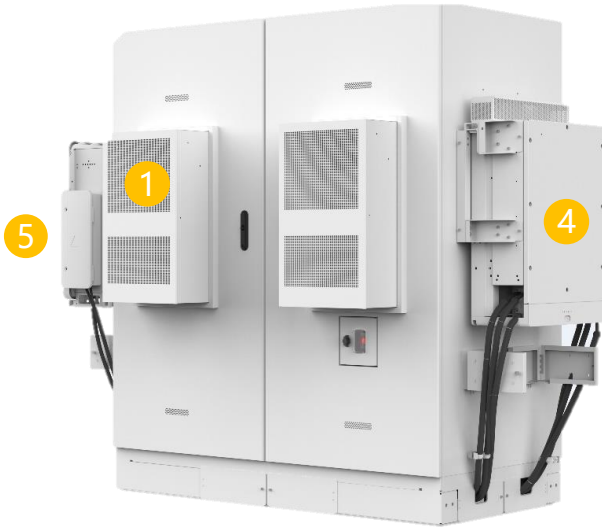
Ticari ve Dağıtım Ölçekli Çözümlerimiz

Dış Ortam Kabinli Depolama Çözümlerimiz



Ticari ve Dağıtım Ölçekli Çözümlerimiz

Dış Ortam Kabinli Depolama Çözümlerimiz



Hücre	LFP
Gerilim	57.6 V
Nominal kapasite	16.13 kWh
Ağırlık	≤ 140 kg



1- Dağıtık HVAC

Her cabinet için 2 adet

2- Batarya Paketi + Optimizer

18 adet of 290Ah hücreler
& her pakette optimizer

3- Batarya Rack

12 adet batarya modülü @1 rack
Her kabin için 1 rack

4- Akıllı Dizi Kontrolcüsü

Her cabinet için DC/DC
dönüştürücü

5- Smart PCS (100kW)

Toplam Enerji Kapasitesi
200 kWh

Şarj/Deşarj Gücü
100 kW@0.5C

Ölçüler (W*H*D)
2570 x 2100 x 950 mm

Ağırlık
<2.6 t

Huawei dünyanın en büyük Enerji Depolama Sistemi Projesini Gerçekleştiriyor

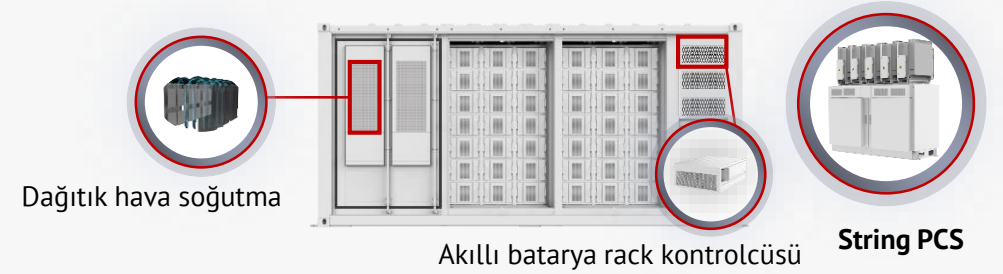
Dünyanın En Büyük Mikroşebeke Projesi



- **Lokasyon** : Suudi Arabistan - Kızıldeniz
- **Kapasite** : 400MW PV + 1300MWh BESS
- 100% Yenilenebilir Enerji
- Yüksek Sıcaklık, Yüksek Nem, Yüksek Tuz

Huawei Smart String Enerji Depolama Çözümü

Konfigürasyon : 595*LUNA2000, 1302*PCS, 36*STS



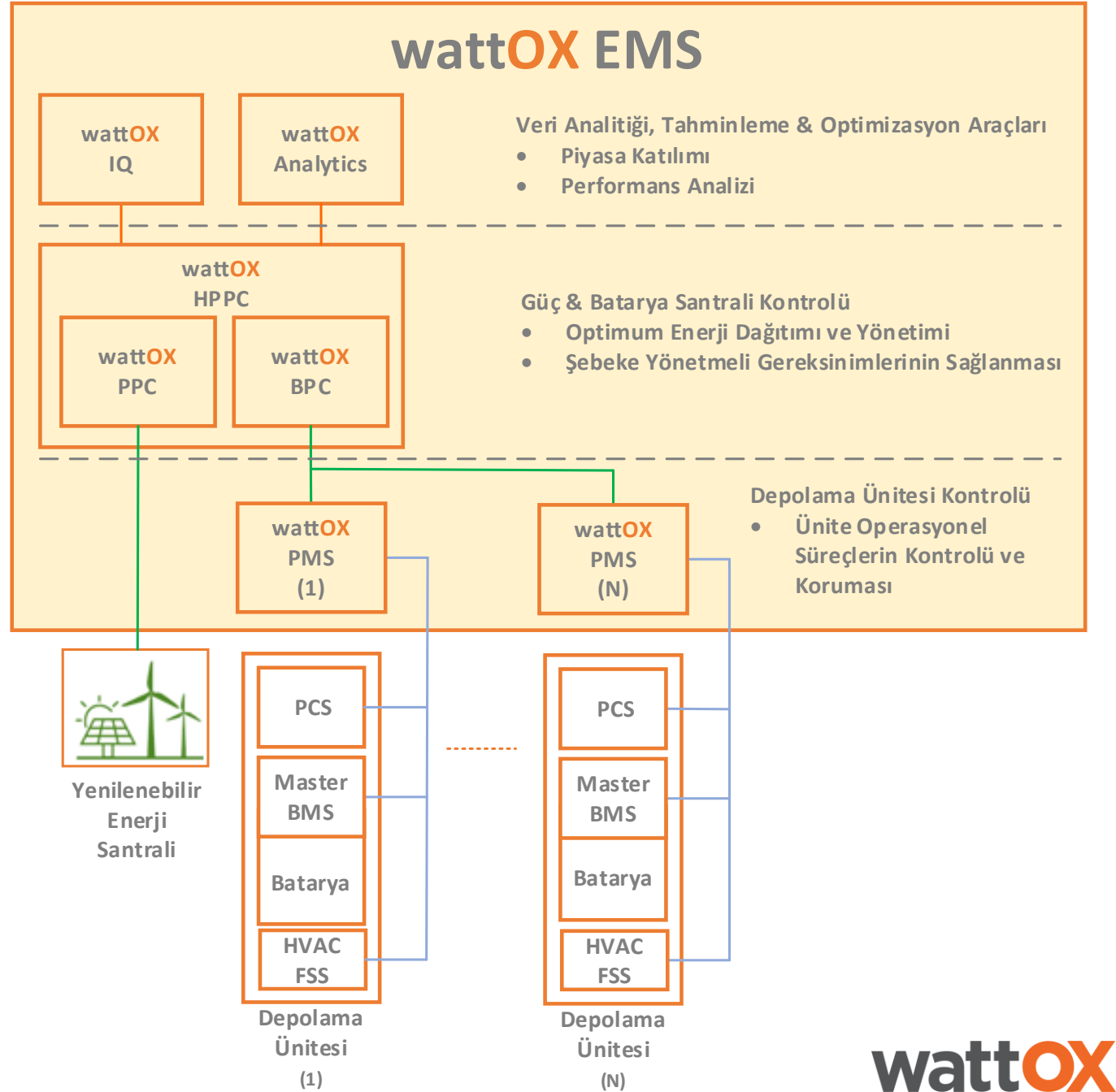
- Şebeke oluşturma
- Rack seviyesinde optimizasyon
- Dağıtılmış sıcaklık kontrolü
- Hızlı devreye alma
- Basit O&M
- Güvenli ve sürdürülebilir

Bir tekstil fabrikası için 400kWh EDS Çözümü

- Sistem: (LUNA2000-200KWH)
- Fonksiyonlar: Kullanıcı tarifesine göre (ToU) yük kaydırma

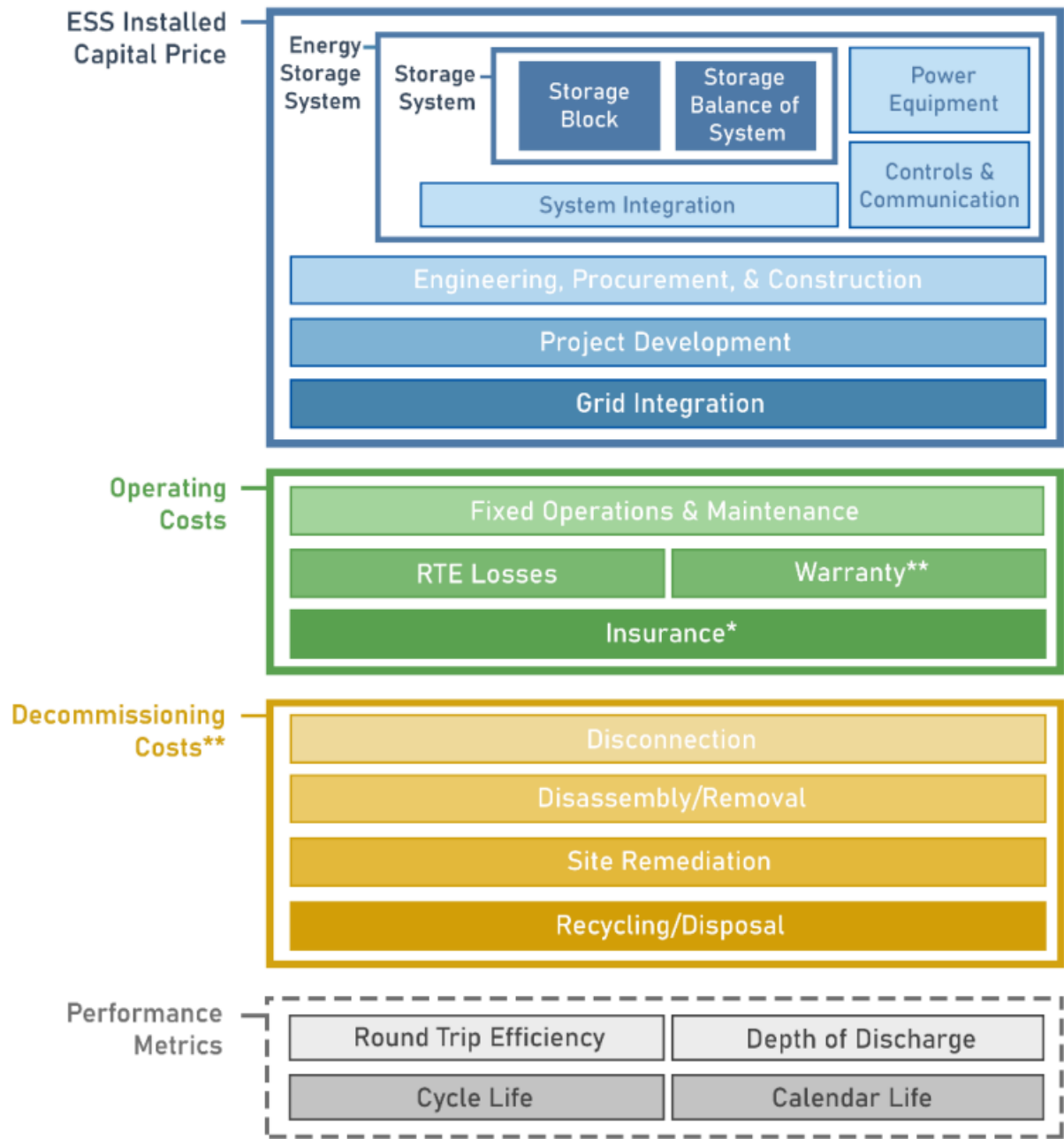


Şebeke Ölçekli Depolama Çözümleri için wattOX EMS Mimarisi



Enerji Depolama Maliyet Kısımları

- Enerji Depolama Sistemi kurulum maliyetleri
- İşletme, bakım ve garanti maliyetleri
- Sistem performans maliyetler,
- Demontaj ve geri geri dönüşüm maliyetleri



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
ANKARA ŞUBESİ



UCTEA
THE CHAMBER OF ELECTRICAL ENGINEERS
ANKARA BRANCH

Teşekkürler

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI ANKARA ŞUBESİ

İhlamur Caddesi No:10 Kızılay Ankara, Türkiye Telefon: +90 312 231 44 74 Faks: +90 312 232 10 88 GSM:+90 530 773 09 37, +90 530 773 09 38



ankara.emo.org.tr



ankara@emo.org.tr



[emoankara](https://twitter.com/emoankara)



[emoankara](https://facebook.com/emoankara)



[emoankara](https://instagram.com/emoankara)



[emoankarasubesi](https://youtube.com/emoankarasubesi)



[emoankarasubesi](https://linkedin.com/company/emoankarasubesi)