



Enerji Depolama Sistemleri PCS & BESS

Güç Dönüşüm Sistemleri & Batarya Enerji Depolama Çözümleri
30kW Ticari Sistemlerden 1MW Endüstriyel Ölçeğe

Tarih: Ocak 2026
Version: 1.1

DATASHEET

Gridvar G Serisi

Sistem Genel Bakış

Forte Teknik Enerji Depolama Sistemleri, yenilenebilir enerji entegrasyonu, şebeke stabilizasyonu ve endüstriyel güç yönetimi ihtiyaçlarına yönelik kapsamlı PCS (Power Conversion System) ve BESS (Battery Energy Storage System) çözümleri sunar. 30kW ticari ölçekten 1MW endüstriyel ölçeğe kadar modüler ve ölçeklenebilir mimari ile her ölçekte proje gerçekleştirilebilir.

Tüm sistemler SiC (Silikon Karbür) IGBT tabanlı 3 seviyeli topoloji ile tasarlanmış olup çift yönlü AC/DC güç dönüşümü gerçekleştirir. Infineon SiC modülleri sayesinde %99'a varan dönüşüm verimliliği elde edilir. Sistem, şebeke oluşturma (grid-forming), sanal senkron jeneratör (VSG), PQ kontrol ve VF kontrol modlarını destekler.

Çalışma Prensipleri

PCS, batarya sistemi ile AC şebeke arasında çift yönlü enerji akışını yönetir. Şarj modunda AC şebeke enerjisi DC'ye dönüştürülerek bataryalara depolanır; deşarj modunda ise bataryalardaki DC enerji AC'ye dönüştürülerek şebekeye veya yerel yüklerle aktarılır. DSP + FPGA tabanlı kontrol sistemi, anlık yük değişimlerine 200µs altında tepki vererek kesintisiz güç akışı sağlar.

Hibrit konfigürasyonda PCS, MPPT (Maximum Power Point Tracker) üzerinden solar PV panellerle entegre çalışır. STS (Static Transfer Switch) ile şebeke ve ada modu arasında 20ms'de geçiş yapılır. EMS (Energy Management System) tüm bileşenleri koordine ederek enerji akışını optimize eder — pik traş, yük kaydırma, frekans regülasyonu ve talep yönetimi stratejilerini uygular.

Temel Teknolojik Özellikler

- SiC IGBT 3-Seviye Topoloji — Infineon SiC modülleri, %99 dönüşüm verimliliği
- Grid-Forming Kabiliyeti — VSG (Virtual Synchronous Generator) modu ile şebeke oluşturma
- Black Start — Harici enerji kaynağı olmadan sistemi sıfırdan başlatma
- LVRT/HVRT — Düşük ve yüksek gerilim hatalarında şebekede kalma (EN 50549)
- THDi < %1.6 — IEEE 519 ve IEC 61000-3-12 standartlarının çok altında harmonik
- Geniş Sıcaklık Aralığı — 50°C'de derating olmadan tam kapasite çalışma
- Modüler Yapı — Arızalı modül çalışırken değiştirilebilir (hot-swap)
- Paralel Çalışma — Birden fazla PCS kabineti paralel bağlanarak MW seviyesine ölçekleme
- Koruma Sınıfı — IP54 endüstriyel koruma

PCS Modül Serisi — Teknik Özellikler**105kW / 125kW PCS Modülü**

Nominal Güç	105kW / 125kW
Topoloji	3-Seviye, Çift Yönlü AC/DC
Güç Yarı İletken	Infineon SiC IGBT Modülü
DC Gerilim Aralığı	250V – 750V DC
AC Gerilim	400V $\pm 20\%$ (3 faz)
AC Frekans	50/60 Hz $\pm 5\%$
Maksimum Verimlilik	%99
THDi	< %1.6 (tam yükte)
Güç Faktörü	-1 ~ +1 ayarlanabilir
Kontrol Modu	VSG / PQ / VF / Droop
Tepki Süresi	< 200 μ s
Soğutma	Akıllı fan sistemi
Haberleşme	RS485, CAN, Ethernet, Modbus
Koruma Sınıfı	IP20 (kabin içi modül)
Boyutlar (GxDxY)	442 x 620 x 310 mm
Ağırlık	45 kg
Çalışma Sıcaklığı	-25°C ~ +55°C
Sertifikalar	CE, TÜV, IEC 62477, IEC 62040

30kW PCS Modülü (Kompakt Serisi)

Nominal Güç	30kW
Entegre STS	Evet — kesintisiz şebeke anahtarlama
DC Gerilim	250V – 750V DC
Kullanım	Konut & küçük ticari mikrogrid
Paralel	6 üniteye kadar 150kW

PCS Kabinet Ürün Gaması

Model	Güç	Modül	DC Gerilim	Batarya Grup	Koruma
Compact 105	105kW	1x105kW PCS	250-750V	1	IP54
Compact 125	125kW	1x125kW PCS	250-750V	1	IP54
Hybrid 105	105kW	PCS+MPPT+STS+EMS	250-750V	1	IP54
Hybrid 125	125kW	PCS+MPPT+STS+EMS	250-750V	1	IP54
Hybrid 250	250kW	2x125kW PCS	250-750V	1-2	IP54
500kW PCS	500kW	4x125kW PCS	250-750V	1-4	IP54
1MW PCS	1000kW	8x125kW PCS	250-750V	1-8	IP54



Hybrid 105/125kW



Hybrid 250kW



500kW PCS

Sistem Bileşenleri**50/63kW DC/DC Modülü (MPPT)**

Yüksek verimli DC/DC dönüştürücü modülü, solar PV panellerden gelen enerjiyi batarya gerilim seviyesine dönüştürür. Entegre MPPT (Maximum Power Point Tracking) algoritması ile PV verimini maksimize eder. >%99 dönüşüm verimliliği ile minimum enerji kaybı sağlar.



Nominal Güç	50kW / 63kW
Giriş Gerilim (PV)	200V – 1000V DC MPPT
Çıkış Gerilim	250V – 750V DC (batarya tarafı)
Verimlilik	> %99
MPPT Kanalı	2 bağımsız MPPT
Koruma	Aşırı gerilim, kısa devre, toprak arızası

Sistem Bileşenleri (devam)

200/500kW STS Modülü (Static Transfer Switch)

STS, şebeke ve inverter güç kaynakları arasında ultra hızlı anahtarlama gerçekleştirir. Şebeke kesintisi algılandığında 20ms içinde ada moduna (off-grid) geçiş sağlar. Kritik yükler için kesintisiz güç sürekliliği garanti edilir.



Nominal Güç	200kW / 500kW
Anahtarlama Süresi	20ms
Giriş	2 bağımsız AC kaynak
Çıkış	1 kritik yük hattı
Koruma	Aşırı akım, kısa devre, faz kaybı

Sistem Bileşenleri (devam)

EMS — Enerji Yönetim Sistemi

EMS, enerji depolama sisteminin beynidir. Gerçek zamanlı izleme ve kontrol ile enerji akışını optimize eder. Gelişmiş algoritmalar ile şarj/deşarj stratejileri, yük önceliklendirme, tarife optimizasyonu ve talep yönetimi gerçekleştirir. Web tabanlı arayüz ve mobil uygulama üzerinden uzaktan izleme ve kontrol sağlar.

İzleme	Gerçek zamanlı PCS, batarya, PV, yük ve şebeke durumu
Kontrol Stratejileri	Pik traş, yük kaydırma, frekans reg., arbitraj
Batarya Yönetimi	SOC/SOH takibi, hücre dengeleme, termal yönetim
Haberleşme	Modbus TCP/RTU, IEC 61850, REST API
Arayüz	Web dashboard + mobil uygulama

Yardımcı Kabinetler

500kW MPPT Kabinet

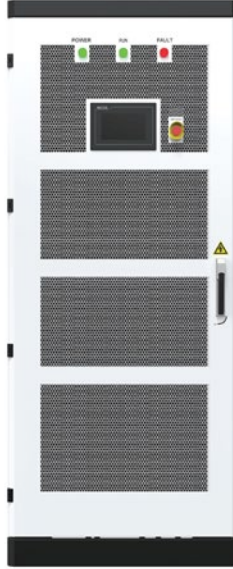
10 adet 50kW DC/DC modülünden oluşan MPPT kabineti. Büyük ölçekli solar PV entegrasyonu için tasarlanmış olup 20 bağımsız MPPT kanalı ile farklı yönlere bakan panel dizilerini bağımsız olarak optimize eder.



500kW MPPT Kabinet (10 × 50kW DC/DC)

500/800kW STS Kabinet

Çoklu güç kaynakları arasında kesintisiz anahtarlama sağlayan STS kabineti. Yüksek hızlı, güvenilir çalışma ile kritik yük uygulamaları için tasarlanmıştır.



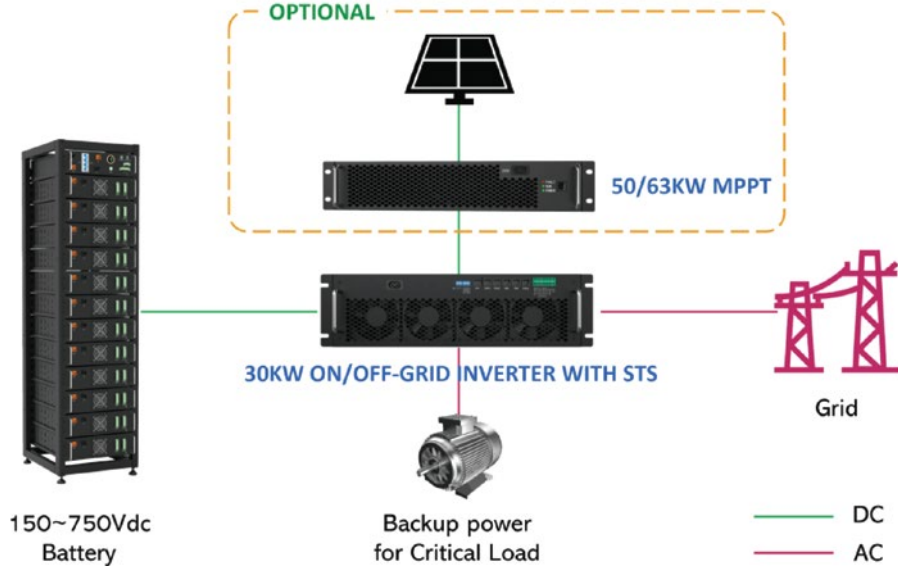
500/800kW STS Kabinet

Hibrit BESS Çözümleri

Forte hibrit enerji depolama sistemleri, solar PV üretimi ile batarya depolamayı tek bir entegre çözümde birleştirir. PCS, MPPT, STS ve EMS bileşenlerinin koordineli çalışması ile maksimum enerji verimliliği ve kesintisiz güç sağlanır.

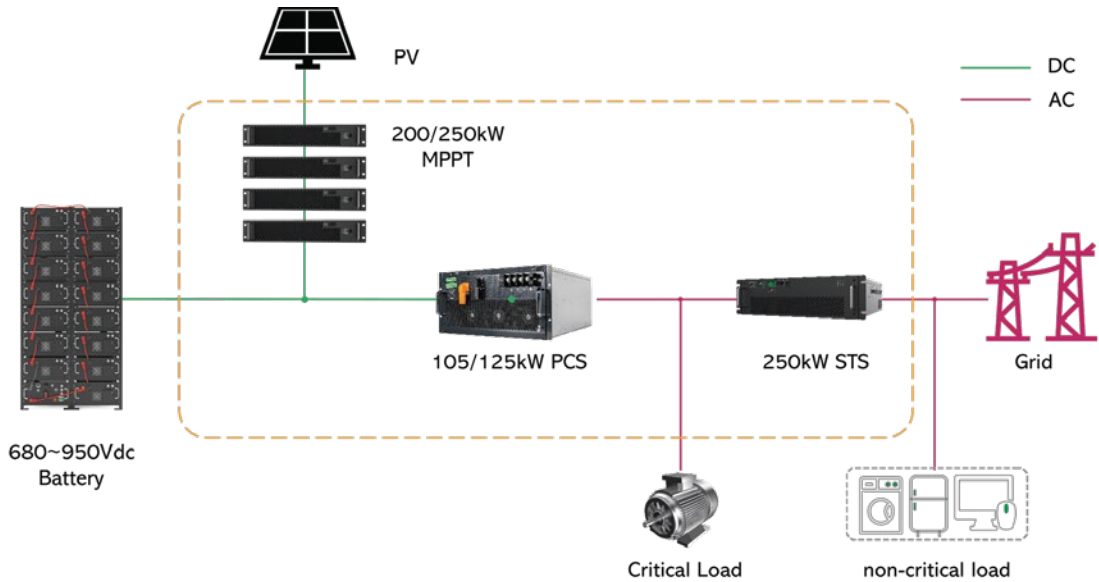
30kW Hibrit Enerji Depolama

Küçük işletmeler ve konut mikrogridleri için tasarlanmış kompakt çözüm. 30kW on-grid/off-grid PCS, entegre STS ve 50/63kW MPPT modülü içerir. 6 üniteye kadar paralel bağlantı ile 150kW'a ölçeklenebilir.



105/125kW Hibrit Enerji Depolama

Ticari ve endüstriyel (C&I) uygulamalar için modüler hibrit sistem. PCS, MPPT, STS ve EMS'nin tek kabin içinde entegrasyonu. 3 üniteye kadar paralel bağlantı ile 375kW kapasiteye ulaşılır. Yüksek verimli enerji yönetimi ile pik traş ve yük kaydırma stratejileri uygulanır.

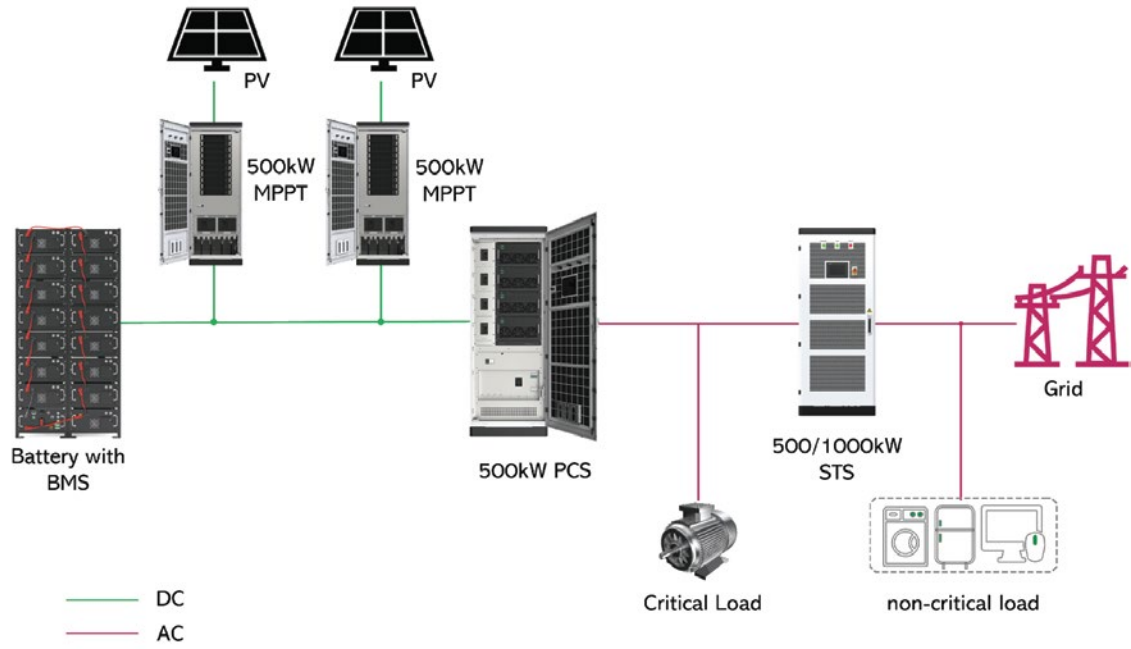




105/125kW Hibrit PCS Kabinet

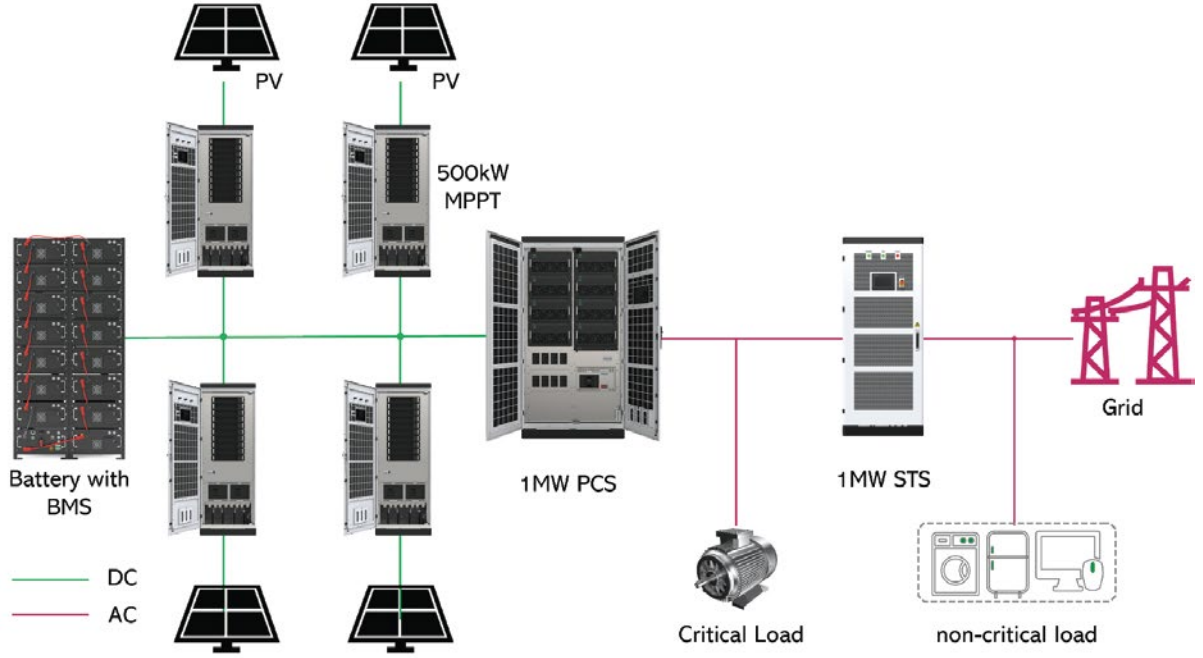
500kW Hibrit BESS

Büyük ölçekli endüstriyel uygulamalar için esnek sistem mimarisi. Çoklu PCS, MPPT ve STS kabinetleri ile ihtiyaca göre yapılandırılır. Endüstriyel tesisler ve şebeke destek projeleri için idealdir.



1MW Hibrit BESS

Enerji santralleri ve şebeke uygulamaları için yüksek kapasiteli sistem. 8 adet 125kW PCS modülü ile 1MW güç çıkışı. Çoklu batarya grubu desteği ve paralel çalışma ile MW seviyesine kadar ölçeklenebilir.



Hibrit BESS Ürün Karşılaştırma

Sistem	PCS Gücü	Paralel	Maks. Güç	Hedef Segment
30kW	30kW	6 ünite	150kW	Konut & küçük ticari mikrogrid
105/125kW	105-125kW	3 ünite	375kW	Ticari & endüstriyel (C&I)
500kW	500kW	Çoklu	MW+	Büyük endüstriyel tesisler
1MW	1000kW	Çoklu	MW+	Şebeke & enerji santralleri

Uygulama Alanları

• Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu

Solar ve rüzgar enerji santrallerinde üretim dalgalanmalarını dengeleyerek şebekeye düzgün enerji akışı sağlar. Curtailment (kesinti) kayıplarını minimize eder.

• Pik Traş (Peak Shaving)

Endüstriyel tesislerde puant saatlerdeki talep piklerini batarya deşarjı ile karşılayarak kontrat gücü aşımını önler ve enerji maliyetlerini %20-40 oranında düşürür.

• Yük Kaydırma (Load Shifting)

Düşük tarife saatlerinde şarj edilen bataryalar, yüksek tarife saatlerinde deşarj edilerek enerji arbitrajı gerçekleştirilir. 3 zamanlı tarifede ciddi maliyet avantajı sağlar.

• Frekans Regülasyonu

Şebeke frekans sapmaları anlık olarak algılanarak PCS üzerinden aktif güç enjeksiyonu veya absorbe edilmesi sağlanır. Primer ve sekonder frekans regülasyonu desteklenir.

• Mikrogrid & Ada Operasyonu

Şebeke bağlantısı olmayan veya kesintiye uğrayan bölgelerde bağımsız enerji sistemi oluşturulur. VSG modu ile gerilim ve frekans referansı sağlanır. Black start kabiliyeti.

• EV Şarj İstasyonları

Yüksek güçlü DC hızlı şarj istasyonlarının şebeke üzerindeki etkisini batarya tamponu ile azaltır. Trafo kapasitesini aşmadan daha fazla şarj noktası kurulabilir.

• Yedek Güç (Backup Power)

Hastaneler, veri merkezleri ve kritik tesisler için kesintisiz güç kaynağı. STS ile 20ms geçiş süresi. Dizel jeneratörlere temiz alternatif.

• Endüstriyel Güç Kalitesi

Ağır yük başlatma, ark ocağı ve kaynak makinesi gibi değişken yüklerin şebeke üzerindeki dalgalanma etkisini tamponlayarak gerilim stabilitesi sağlar.

Yeşil Enerji Dönüşümü — EBRD GEFF Uyumluluğu

Forte Teknik enerji depolama çözümleri, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) Yeşil Ekonomi Finansman Programı (GEFF II) kapsamında yeşil yatırım kriterlerini karşılamak üzere tasarlanmıştır. Yenilenebilir enerji entegrasyonunu artırarak, enerji verimliliğini iyileştirerek ve karbon emisyonlarını azaltarak Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefine katkı sağlar.

• Karbon Emisyon Azaltımı

BESS, yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımını sağlayarak fosil yakıt bazlı peak üretim ihtiyacını azaltır. 1MW BESS sistemi yılda yaklaşık 400-600 ton CO tasarrufu sağlar.

• Yenilenebilir Enerji Payının Artırılması

Solar ve rüzgar santrallerinin intermittent (aralıklı) üretim profilini dengeleyerek yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke penetrasyon oranını artırır.

• Enerji Verimliliği İyileştirmesi

Pik traş ve yük kaydırma stratejileri ile genel enerji sistemi verimliliğini artırır. Trafo, kablo ve şebeke kayıplarını azaltarak toplam enerji tüketimini düşürür.

• Şebeke Modernizasyonu

Grid-forming kabiliyeti ve frekans regülasyonu ile şebeke altyapısını güçlendirir. Dağıtık enerji kaynaklarının entegrasyonunu destekleyerek akıllı şebeke dönüşümüne katkı sağlar.

• Dizel Jeneratör Alternatifi

Yedek güç uygulamalarında dizel jeneratörlere temiz ve sessiz alternatif sunar. Yakıt maliyetini ve emisyonları sıfıra indirir, bakım gereksinimlerini minimumda tutar.

Sertifikasyonlar ve Standartlar

Güvenlik	IEC 62477-1, IEC 62040-1
EMC	IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4
Şebeke Bağlantı	EN 50549-1/2, IEC 61727, VDE-AR-N 4105/4110/4120
Batarya Güvenliği	IEC 62619, UN 38.3, UL 1973
Çevresel	IP54 endüstriyel koruma
Kalite	ISO 9001:2015
CE İşareti	Avrupa Birliği direktiflerine uygunluk

Garanti ve Destek

- Standart 5 yıl ürün garantisi (uzatılabilir)
- 7/24 uzaktan izleme ve destek (EMS üzerinden)
- Yerinde bakım ve servis hizmeti
- Yedek parça garantisi — Türkiye stok deposundan hızlı teslimat
- Projelendirme ve mühendislik desteği — fizibilite'den devreye almaya



FORTE TEKNİK MAKİNA A.Ş.

Ulukent San. Böl. 29 Ekim Mah.
10002 Sok. No:16/5 B Blok
Menemen - İzmir / Türkiye
info@fortechnic.com

www.fortechnic.com