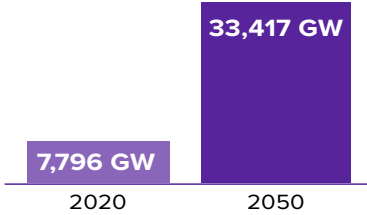


ELEKTROKİMYASAL DIŞI ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ

“Enerji depolama teknolojileri, yenilenebilir enerji üretimindeki arz-talep dalgalanmalarını dengeleyerek şebeke stabilitesini ve güvenilirliğini artırarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından etkili bir şekilde faydalanılmasını sağlar ve daha sürdürülebilir bir enerji sistemine geçişi destekler. Bu kapsamda, Elektrokimyasal Enerji Depolama Teknolojileri yaygın olarak kullanılırken, Elektrokimyasal Dışı Enerji Depolama Teknolojileri, batarya tabanlı sistemlerin ötesinde alternatif yöntemler sunarak enerji üretimi ve tüketimi arasındaki dengeyi sağlamada önemli hizmetler sunmaktadır.”

Küresel Enerji Depolama Kapasite Öngörüsü*

Enerji sektörü, hızla artan enerji talebi ve iklim değişikliği ile mücadele çerçevesinde bir dönüşüm yaşamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre, 2020’de 7.796 GW olan enerji depolama kapasitesinin, 2050’de 33.417 GW’a ulaşması öngörülmektedir. Bu büyüme, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonundaki artış ve enerji güvenliğini sağlama gerekliliği ile bağlantılıdır.



*Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre

Elektrokimyasal Dışı Enerji Depolama Teknolojileri Neleri Kapsar?

1. Mekanik Enerji Depolama Teknolojileri:

Pompajlı hidroelektrik, yerçekimine dayalı, volan sistemler, sıkıştırılmış hava ve sıvılaştırılmış hava/gaz ile

2. Termal Enerji Depolama Teknolojileri:

Gizli ısı, akıllı ısı, termokimyasal

3. Kimyasal Enerji Depolama Teknolojileri:

Hidrojen ve sentetik yakıt

4. Elektriksel Enerji Depolama Teknolojileri:

Süper kapasitör, süpermanyetik

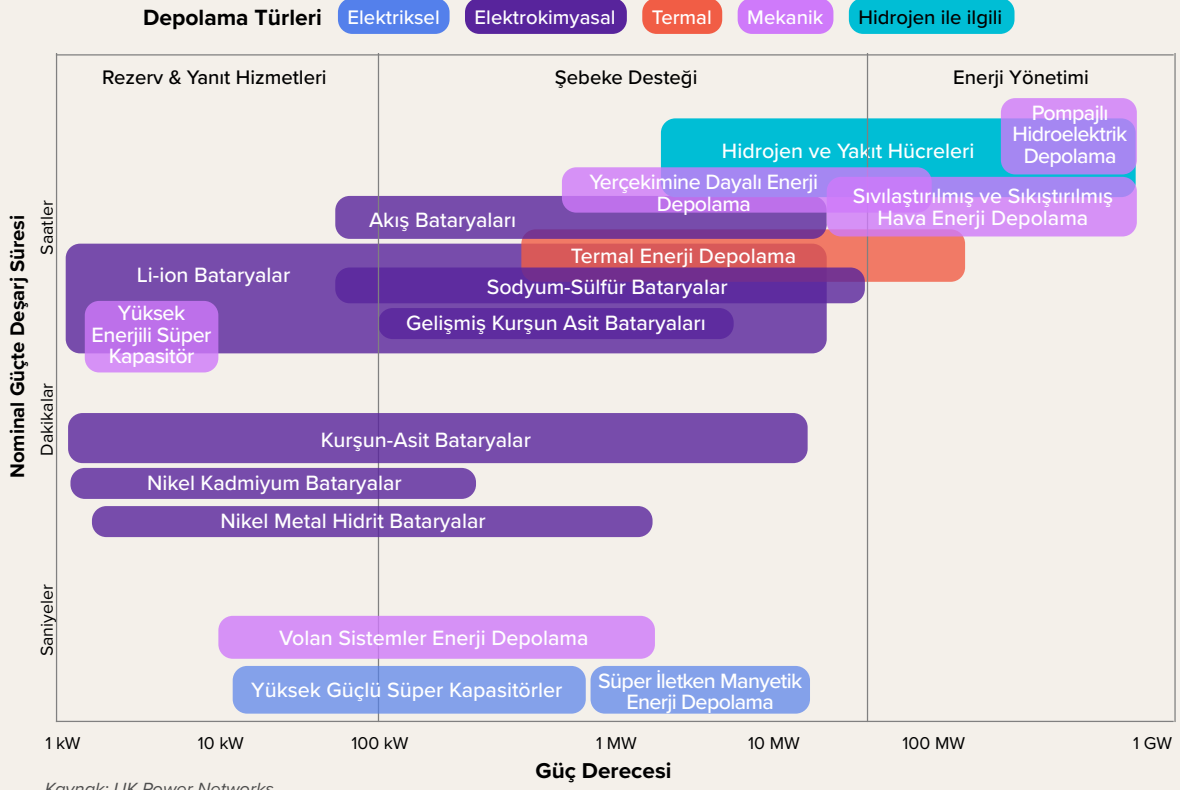
Türkiye’nin Enerji Depolama Potansiyeli Nedir?

Mart 2024 itibarıyla Türkiye’nin enerji üretim kapasitesi yaklaşık 108.000 MW olup, bu üretimlerin %29,6’sı hidroelektrik, %23,2’si doğal gaz, %20,2’si kömür, %11,7’si güneş, %11,2’si rüzgar, %1,6’sı jeotermal ve %2,5’i diğer kaynaklardan sağlanmaktadır. Fosil yakıtların toplam üretimdeki payı %40’ı aşmaktadır. Türkiye, 2035 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesini %65’e çıkarmayı hedeflemekte olup, bu hedef doğrultusunda şebekede yeni önlemler ve esneklikler sağlanması gereklilikleri ortaya çıkacaktır.

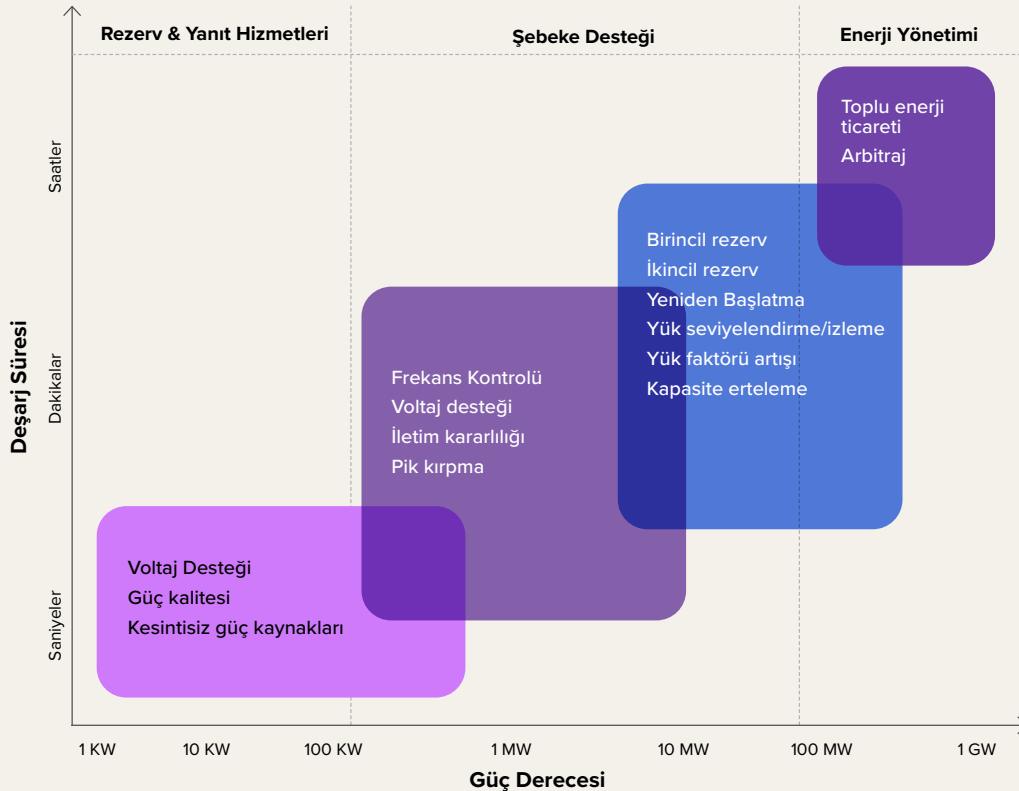


TTGV Öncül Projeler Yatırım Programı kapsamında hazırlanan **‘Şebeke Ölçeğinde Uzun Süreli Elektrokimyasal Enerji Depolama Raporu’** ve **‘Temiz Hidrojen Teknolojileri’** raporlarından detaylı bilgilere ulaşabilirsiniz.

Enerji Depolama Teknolojilerinin Uygulama Alanlarına ve Karakteristik Özelliklerine Göre Değerlendirilmesi



Enerji depolama sistemleri, farklı güç aralıklarında çeşitli hizmetler sunarak enerji sistemlerinin verimliliğini ve güvenilirliğini artırır.



Enerji Depolama Teknolojileri Kapasite/Deşarj Süresi- Kurulum Maliyetleri (2023) Karşılaştırma Tablosu



Grafikler; enerji depolama teknolojileri, için yıla, güç kapasitesine (MW) ve süreye (saat) göre toplam kurulum maliyet aralıklarının öngörülmesi sonucunu sunmaktadır. 2023'ten 2030'a kadar enerji depolama maliyetlerinin düşmesi ve küresel taleple birlikte farklı depolama teknolojilerinin kullanımının artması beklenmektedir. Bu kapsamda, elektrokimyasal enerji depolama teknolojilerinin yanı sıra Pompajlı Hidroelektrik Depolama, Termal Enerji Depolama, Hidrojen ve Yerçekimine Dayalı Enerji Depolama teknolojileri de ön plana çıkmaktadır.

Enerji Depolama Teknolojileri Kapasite/Deşarj Süresi- Kurulum Maliyetleri (2030)



- × Kurşun Asit
- Lityum-iyon Lityum Demir Fosfat
- ◇ Lityum-iyon Nikel Mangan Kobalt
- △ Vanadyum Redoks Akışı
- ▽ Çinko
- Sıkıştırılmış Hava/Gaz (CAES)
- * Yerçekimsel
- + Hidrojen
- △ Pompajlı Hidroelektrik (PSH)
- ▽ Termal

Kaynak: Pacific Northwest National Laboratory, PNLL



Elektrokimyasal Dışı Enerji Depolama Teknolojileri TRL Seviyeleri ve Kullanım Alanları

Elektrokimyasal Dışı Enerji Depolama Teknolojisi		TRL Seviyesi	Uygulama Alanları
Mekanik Enerji Depolama Teknolojileri	Pompajlı Hidroelektrik Depolama (PSH)	9	Büyük ölçekli enerji depolama, şebeke frekansı ve voltajstabilizasyonu
	Yerçekimine Dayalı Depolama	6-9	Yenilenebilir enerji entegrasyonu, enerji yoksun bölgeler
	Sıkıştırılmış Hava/Gaz ile Depolama (CAES)	9	Şebeke entegrasyonu, enerji depolama ve elektrik üretimi
	Sıvılaştırılmış (Likit) Hava/Gaz ile Depolama (LAES)	9	Yüksek enerji yoğunluğu, coğrafi esneklik, uzun süreli depolama
	Volan Sistemler (Flywheels)	7-9	Kısa süreli yüksek güç gerektiren uygulamalar, frekans regülasyonu
Termal Enerji Depolama Teknolojileri	Akıllı Termal Depolama	4-9	Sanayi uygulamaları, binaların ısıtma sistemleri
	Gizli ısı Depolama	1-9	İklimlendirme, güneş enerjisi sistemleri, endüstriyel süreç ısı geri kazanımı
	Termokimyasal Depolama	4-6	Güneş enerjisi, endüstriyel atık ısı kullanımı, uzay uygulamaları
Elektriksel Enerji Depolama Teknolojileri	Süper Kapasitörler	9	Elektrikli ve hibrit araçlar, telekomünikasyon ekipmanları
	Süperiletken Manyetik Depolama (SMES)	6-7	Güç kalitesi yönetimi, ani güç dalgalanmalarını dengeleme
Kimyasal Enerji Depolama Teknolojileri	Hidrojen Depolama	6-9	Ulaştırma, sanayi, konut ısıtma sistemler
	Sentetik Yakıtlar	4-7	Ulaştırma sektörü, sanayi prosesleri, enerji üretimi



Elektrokimyasal dışı enerji depolama teknolojileri, sağladıkları çeşitli hizmetler ve ölçeklenebilir yapıları sayesinde enerji güvenliğini ve sistem stabilitesini desteklemekte, farklı ihtiyaçlara yanıt verebilmektedir. İlk yatırım maliyetlerinin zamanla azalması, yeni enerji gereksinimlerinin ortaya çıkması, uygun piyasa koşullarının regülasyonlar ile desteklenmesiyle birlikte, bu teknolojilerin daha geniş uygulama alanlarına sahip olması öngörülmektedir. Özellikle aşağıdaki elektrokimyasal dışı enerji depolama yöntemleri ve uygulamaları, enerji depolama alanında önemli bir potansiyel barındırmaktadır:

- Termal Enerji Depolama Sistemleri
- Yerçekimine Dayalı Enerji Depolama Sistemleri
- Volan Enerji Depolama Sistemleri
- Süperkapasitör Teknolojileri

Bu kapsamda, net sıfır emisyon ve enerji bağımsızlığı hedeflerine ulaşmak amacıyla, Türkiye'nin aşağıdaki stratejik adımları atması kritik öneme sahiptir:

- Yenilikçi enerji üretim teknolojilerini geliştirmek
- Enerji depolama kapasitesini artırmak
- Altyapı yatırımlarını güçlendirmek
- Sürdürülebilir enerji politikalarını etkin bir şekilde uygulamak

Bu adımlar, ülkenin enerji geleceğini güvence altına alırken, küresel iklim hedeflerine de önemli katkılar sağlayacaktır. Elektrokimyasal dışı enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, sürdürülebilir enerji sistemlerine geçişi hızlandırarak hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlayacaktır.