

TESPAM

Türkiye Enerji Stratejileri ve Politikaları Araştırma Merkezi

KÜRESEL ENERJİ DEPOLAMA DENKLEMİ:

Kapasite, Maliyet, Kritik Mineral Hâkimiyeti ve Türkiye'nin Konumu Üzerine Bir Değerlendirme

TESPAM Enerji Politikaları Değerlendirme Raporu

Ağustos 2026

Ankara

Telif Hakkı ve Yasal Uyarı

© 2026 TESPAM, Türkiye Enerji Stratejileri ve Politikaları Araştırma Merkezi. Tüm hakları saklıdır.

Bu raporun içeriği TESPAM'ın kurumsal araştırma ve değerlendirme faaliyetleri kapsamında, gönüllülük esasına dayalı akademik ve stratejik çalışma birikimiyle hazırlanmıştır. Raporun tamamı veya herhangi bir bölümü, kaynak gösterilmeksizin çoğaltılamaz, elektronik veya basılı ortamda dağıtılamaz, alıntılanamaz ya da ticari amaçla kullanılamaz. Akademik ve gazetecilik amaçlı kullanımlarda TESPAM'a ve rapor başlığına usulüne uygun biçimde atıf yapılması zorunludur.

Raporda yer alan görüş, yorum ve politika değerlendirmeleri, TESPAM'ın kurumsal bakış açısını yansıtmakta olup, herhangi bir resmî kurum veya kuruluşun görüşü olarak yorumlanamaz. Rapor içerisinde atıfta bulunulan sayısal veriler, istatistikler ve projeksiyonlar, ilgili kaynak kuruluşlara (Uluslararası Enerji Ajansı, BloombergNEF, ABD Enerji Bilgi İdaresi, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu ve diğer belirtilen kurumlar) aittir; bu verilerin doğruluğu ve güncelliği ilgili kaynak kuruluşların yayın tarihleri itibarıyla geçerlidir.

Bu çalışma, kamuya açık ikincil kaynaklardan derlenen bilgiler ışığında hazırlanmış bir politika değerlendirme ve strateji raporu niteliğindedir; yatırım tavsiyesi, hukuki görüş veya finansal danışmanlık teşkil etmez. Raporda yer alan öngörü ve senaryolar, mevcut eğilimlerin makul bir dışa dönük izdüşümü olarak değerlendirilmeli, kesin sonuç iddiası taşıyan ifadeler olarak okunmamalıdır.

Yayın Bilgileri

Yayınlayan: TESPAM, Türkiye Enerji Stratejileri ve Politikaları Araştırma Merkezi

Rapor Türü: Enerji Politikaları Değerlendirme Raporu

Yayın Tarihi: Ağustos 2026

Yayın Yeri: Ankara, Türkiye

Hazırlayan: TESPAM

Yönetici Özeti

Küresel enerji sistemi, üretim merkezli bir mimariden depolama merkezli bir mimariye doğru hızla evrilmektedir. BloombergNEF'in 2026 yılı ilk yarı Enerji Depolama Piyasası Görünümü raporuna göre, pompajlı hidroelektrik hariç küresel enerji depolama kurulumları 2025 yılında 112 GW/307 GWh ile tarihî bir rekor kırmış, 2026 yılı için ise yüzde 41'lik bir artışla 158 GW/459 GWh düzeyine ulaşması öngörülmektedir. Bu rapor, söz konusu büyüme dalgasını TESPAM'ın analitik çerçevesi içinde ele almakta; depolama teknolojilerinin tipolojisini, maliyet yapısını, kritik mineral bağımlılığını ve Türkiye'nin bu küresel denklemdeki konumunu bütüncül bir perspektifle değerlendirmektedir.

Raporun temel bulgusu, enerji depolamasının artık yalnızca teknik bir tamamlayıcı unsur değil, enerji egemenliği, tedarik zinciri güvenliği ve jeopolitik kaldıraç meselelerinin kesiştiği stratejik bir alan hâline geldiğidir. Depolama maliyetlerinin üç bileşeni, yani hücre ve malzeme maliyeti, sistem entegrasyonu ve finansman maliyeti, büyük ölçüde kritik mineral tedarik zincirindeki jeopolitik gelişmelere bağlı kalmaya devam etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2026 yılı Küresel Kritik Mineraller Görünümü raporu, Çin'in nisan 2025'te başlattığı ve ekim 2025'te genişlettiği ağır nadir toprak elementi ihracat kısıtlamalarının, tam uygulanması hâlinde Çin dışındaki yıllık yaklaşık 6,5 trilyon dolarlık üretimi risk altına sokabileceğini ortaya koymaktadır.

Türkiye özelinde rapor, ülkenin depolamalı yenilenebilir enerji proje havuzunun 33 GW'a ulaştığını, ancak bu projeler için öngörülen toplam enerji kapasitesinin yalnızca yaklaşık 37 GWh düzeyinde kaldığını, dolayısıyla ortalama enerji-güç oranının 1,1 saat gibi görece kısa bir süreye işaret ettiğini tespit etmektedir. Eti Maden'in bor rafinasyonu atığından lityum karbonat geri kazanım teknolojisi ve EÜAŞ-TENMAK hibrit depolama projesi, Türkiye'nin kritik mineral ve teknoloji portföyü çeşitlendirmesi bakımından attığı somut adımlar olarak değerlendirilmektedir. Buna karşılık, EPDK'nın şebeke bağlantı kapasitesindeki doluluk gerekçesiyle nisan 2026'da yeni depolama kapasitesi tahsisini durdurma kararı, düzenleyici öngörülebilirliğin Türkiye'nin depolama denklemindeki konumunu belirleyecek kritik değişken olmaya devam ettiğini göstermektedir.

TESPAM'ın politika önerileri üç ekseninde toplanmaktadır: düzenleyici öngörülebilirliğin ve şebeke bağlantı kapasitesinin hızla genişletilmesi, bor-lityum entegrasyonunun sınai ölçekte büyütülmesi ve teknoloji portföyünün vanadyum redoks akış bataryaları ile sodyum-iyon gibi alternatif kimyalarla çeşitlendirilmesi. Rapor, Türkiye'nin coğrafi avantajlarını sınai ve düzenleyici kapasiteyle taçlandırması hâlinde, bölgesel bir depolama ve batarya montaj/entegrasyon üssüne dönüşme potansiyeli taşıdığı sonucuna varmaktadır.

İÇİNDEKİLER

Yönetici Özeti.....	3
I. Giriş: Depolamanın Enerji Denkleminin Merkezine Yerleşmesi.....	5
II. Küresel Depolama Pazarının Güncel Görünümü	5
III. Depolama Türleri: Teknolojik Tipoloji ve Maliyet Yapısı.....	6
IV. Depolama Neden Bu Denli Belirleyici Hâle Geldi?	7
IV.I. Yenilenebilir Enerjinin Kesintili Doğası.....	7
IV.II. Veri Merkezleri ve Yapay Zekâ Yükü	7
IV.III. Şebeke İstikrarı ve Yardımcı Hizmetler	7
IV.IV. Elektrifikasyon Dalgası	7
V. Maliyetlerin Bağlayıcılığı: Neden 'Fiyat' Belirleyici Aktördür?	8
VI. Kritik Mineraller ve Nadir Toprak Elementleri: Depolamanın Görünmeyen Denklemi.....	9
VI.I. Kontrol Kimde? Çin'in İşleme ve Rafinaj Ağırlığı	9
VI.II. Çeşitlendirme Çabaları ve Sınırları	10
VII. Türkiye'nin Konumu: Depolamada ve Genel Denkleme	10
VII.I. Depolama Altyapısında Mevcut Durum	10
VII.II. Kritik Mineral Denkleminde Türkiye: Bor Üzerinden Lityum	11
VII.III. Düzenleyici Çerçeve ve Yatırımcı Beklentisi	11
VII.IV. Genel Denkleme Türkiye'nin Konumu	12
VIII. TESPAM Öngörülleri: 2030 Ufkuna Doğru Senaryolar	12
VIII.I. Temel Senaryo: Kademeli Çeşitlenme	12
VIII.II. Kırılgan Senaryo: Kaynak Egemenliğinin Derinleşmesi.....	12
VIII.III. Sıçrama Senaryosu: Alternatif Kimyaların Hızlı Olgunlaşması	12
IX. Sonuç ve Politika Değerlendirmesi.....	13
Kaynakça.....	14

I. Giriş: Depolamanın Enerji Denkleminin Merkezine Yerleşmesi

Küresel enerji sistemi, üretimin merkeziyetçi ve öngörülebilir olduğu bir mimariden, üretimin dağınık, hava koşullarına bağlı ve kesintili hâle geldiği yeni bir paradigmaya geçiş yapmaktadır. İşte tam bu dönüşümün ortasında enerji depolama, yalnızca teknik bir tamamlayıcı unsur olmaktan çıkıp sistemin bütünlüğünü ayakta tutan bel kemiği hâline gelmektedir. Güneş ve rüzgârın kurulu güçteki payının hızla artması, üretim ile tüketim arasındaki zamansal uyumsuzluğu derinleştirmekte; bu uyumsuzluk giderilmediği sürece yenilenebilir yatırımların vaat ettiği arz güvenliği kâğıt üzerinde kalmaktadır.

Nitekim uluslararası piyasa istihbaratı kuruluşlarının 2026 yılı ortasında yayımladığı projeksiyonlar, bu dönüşümün hızını somut biçimde ortaya koymaktadır. BloombergNEF'in Energy Storage Market Outlook 1H 2026 raporuna göre, pompalı hidroelektrik santralleri hariç tutulduğunda küresel enerji depolama kurulumları 2025 yılında 112 GW/307 GWh ile tarihinde ilk kez 100 gigavat eşikliğini aşmış, bir önceki yıla göre yüzde 48 oranında büyümüştür. Aynı kaynağa göre 2026 yılında bu rakamın yüzde 41 artışla 158 GW/459 GWh düzeyine ulaşması, 2036 yılına kadar ise kümülatif kapasitenin 2,9 terravat/10,5 terravat-saat seviyesine, yani 2025 yılının yaklaşık on katına çıkması beklenmektedir. Bu rapor, söz konusu büyüme dalgasını TESPAM'ın kendi değerlendirme çerçevesi içinde ele almakta; depolama türlerini, maliyet yapılarını, kritik mineral bağımlılığını ve Türkiye'nin bu denklemdaki konumunu bütüncül bir bakışla incelemektedir.

Bununla birlikte, bu büyümenin yalnızca bir batarya satışı meselesi olmadığını altını çizmek gerekir. Elektrifikasyon dalgası, elektrikli ulaşımdan ısı pompalarına ve özellikle yapay zekâ destekli veri merkezlerinin katlanarak artan elektrik iştahına kadar uzanan geniş bir cephede talebin doğasını değiştirmektedir. Bu değişim, şebekelerin esneklik ihtiyacını ve dolayısıyla depolama talebini yapısal ve kalıcı bir eğilim hâline getirmektedir. Bu bağlamda TESPAM'ın konuya yaklaşımı, depolamayı tek başına bir teknoloji pazarı olarak değil; enerji egemenliği, tedarik zinciri güvenliği ve jeopolitik kaldıraç meselelerinin kesiştiği çok katmanlı bir stratejik alan olarak konumlandırmaktadır. İzleyen bölümlerde bu çerçeve, küresel pazarın güncel görünümünden başlanarak, teknoloji tipolojisi, maliyet dinamikleri, kritik mineral denklemi ve son olarak Türkiye'nin konumu ekseninde adım adım derinleştirilecektir.

II. Küresel Depolama Pazarının Güncel Görünümü

2025 yılı sonu itibarıyla Çin Halk Cumhuriyeti ve Amerika Birleşik Devletleri, dünya genelindeki kurulu batarya depolama kapasitesinin yaklaşık yüzde 74,6'sını elinde bulundurmaktadır; bu oran, depolama pazarının hâlâ son derece az sayıda aktör etrafında yoğunlaştığını göstermesi bakımından dikkat çekicidir. BloombergNEF verilerine göre Çin, 2025 yılı küresel kurulumların yüzde 54'ünden fazlasını tek başına gerçekleştirmiş, Amerika Birleşik Devletleri ise yaklaşık yüzde 16'lık bir payla ikinci sırada yer almıştır. ABD pazarı, 2025 yılında devreye aldığı 57,6 GWh'lık yeni kapasite ile toplam şebeke ölçekli kurulu kapasitesini 137 GWh seviyesine taşımış; 2026 yılının ilk çeyreğinde ise bir önceki yılın aynı dönemine kıyasla yüzde 32'lik bir artışla 9,7 GWh'lık ilave kapasite kazanmıştır. ABD Enerji Bilgi İdaresi'nin 2026 yılı için öngördüğü 24 GW'lık şebeke ölçekli batarya devreye alma hedefi de, bu ivmenin süreceğine işaret etmektedir.

Küresel tabloya bakıldığında, büyümenin artık yalnızca Çin ve ABD ile sınırlı kalmadığı, yeni pazarların da devreye girdiği görülmektedir. BloombergNEF'in analizine göre, gigavat-saat ölçeğindeki depolama projeleri 2024 yılından itibaren Suudi Arabistan, Güney Afrika, Avustralya, Hollanda, Şili, Kanada ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde de inşa hâline gelmiş veya işletmeye alınmıştır. Suudi Arabistan, 2025 yılında

Orta Doğu bölgesindeki kapasite artışının yaklaşık yüzde 87'sini tek başına gerçekleştirerek 2,1 GW/7,8 GWh'lik kurulum yapmış; bu gelişme, depolama pazarının coğrafi olarak derinleşmekte olduğunun somut bir göstergesi olmuştur. Hindistan'ın 2036 yılına kadar dünyanın altıncı büyük pazarı hâline gelmesi beklenmekte, Birleşik Arap Emirlikleri ve Mısır gibi pazarların ise 2027 itibarıyla ölçeklenmeye başlaması öngörülmektedir.

Teknolojik eğilim tarafında ise sektör, iki saatlik batarya konfigürasyonlarından dört saatlik ve daha uzun süreli sistemlere doğru belirgin bir yönelim içindedir. Bunun temel gerekçesi, güneş ve rüzgârın üretim profilindeki payının büyümesiyle birlikte, üretim zirvesi ile talep zirvesi arasındaki zamansal makasın açılmasıdır; dört saatlik sistemler, öğle saatlerinde üretilen güneş enerjisinin akşam talep tepesine aktarılmasını mümkün kılmaktadır. Kaliforniya eyaletinin bu standardı düzenleyici çerçevesine dahil etmesi, İngiltere ve Orta Doğu'da benzer eğilimlerin belirmesi, dört saatlik depolamanın yakın gelecekte fiilî bir küresel norm hâline geleceğinin işaretidir. Bunun ötesinde, BloombergNEF'in 2026 raporuna göre altı saat ve üzeri süreli uzun süreli enerji depolama kurulumlarının 2026 yılında dört katına çıkarak 2 GW düzeyine ulaşması beklenmekte, bu büyümenin büyük kısmının lityum dışı teknolojilerden ve ağırlıklı olarak Çin merkezli projelerden geleceği tahmin edilmektedir.

III. Depolama Türleri: Teknolojik Tipoloji ve Maliyet Yapısı

Depolamanın tek tip bir teknoloji olmadığının anlaşılması, TESPAM'ın bu alandaki değerlendirmesinin ilk ilkesidir. Her depolama teknolojisi, farklı bir süre (duration), farklı bir maliyet eğrisi ve farklı bir olgunluk düzeyi ile öne çıkmakta; bu nedenle şebekenin ihtiyaç duyduğu esneklik, tek bir teknolojiyle değil, birbirini tamamlayan bir teknoloji portföyüyle karşılanmaktadır. Aşağıdaki tablo, başlıca depolama teknolojilerinin tipik süre aralıklarını, yaklaşık düzeltilmiş depolama maliyetlerini (LCOS), olgunluk düzeylerini ve başlıca kullanım alanlarını karşılaştırmalı olarak özetlemektedir.

Depolama Türü	Tipik Süre	Yaklaşık LCOS (USD/MWh)	Olgunluk Düzeyi	Başlıca Kullanım Alanı
Lityum-iyon (LFP ağırlıklı)	1-4 saat	120-200	Ticarî olgun	Şebeke ölçekli kısa/orta vadeli dengeleme, GES entegrasyonu
Vanadyum redoks akış bataryası	4-12 saat	150-260	Erken ticarileşme	Uzun süreli, yüksek çevrim sayılı sabit tesis depolaması
Sodyum-iyon	1-4 saat	100-170 (düşüş eğiliminde)	Ticarileşme aşamasında	Lityum ikamesi, düşük maliyetli sabit depolama
Pompajlı hidroelektrik depolama (PHES)	6-20+ saat	80-150	Olgun (yüzyıllık teknoloji)	Büyük hacimli, uzun süreli mevsimsel/günlük dengeleme
Sıkıştırılmış hava / termal depolama	4-24 saat	110-200	Ticarileşme aşamasında	Uzun süreli, coğrafyaya bağlı büyük ölçekli depolama
Hidrojen tabanlı depolama (P2G2P)	Günler-mevsimlik	250-400+	Ar-Ge / pilot ölçek	Mevsimsel dengeleme, sanayi ile ortak kullanım
CO2 bataryası	8-10 saat	Ticarî fiyatlandırma netleşmedi	Pilot / erken ticarî	Uzun süreli, coğrafi kısıt olmaksızın sabit tesis

*LCOS: Levelized Cost of Storage, depolanan enerjinin birim başına düzeltilmiş maliyeti. Değerler, kamuya açık sektör raporlarından derlenen kaba aralıklardır; proje ölçeği, coğrafya, finansman maliyeti ve çevrim ömrüne göre önemli ölçüde değişebilir.

TESPAM'ın öngörüsü, 2030'a kadarki büyümenin ağırlıklı olarak lityum-iyon, özellikle LFP kimyası, teknolojisi üzerinden gerçekleşeceği; ancak dört saatlik ve üzeri sürelerde vanadyum redoks akış bataryaları ile sodyum-iyon teknolojisinin pazar payını kayda değer ölçüde artıracığı yönündedir. Bunun gerekçesi nispeten açıktır: lityum-iyonun maliyet avantajı kısa ve orta sürelerde belirgin, süre uzadıkça hücre maliyeti toplam maliyetin daha büyük bir kısmını oluşturmakta ve bu durum alternatif kimyaları, özellikle hammadde arzı görece bol olan sodyum-iyonu, rekabetçi kılmaktadır. Nitekim CATL ile HyperStrong arasında imzalanan 60 GWh'lik çok yıllık sodyum-iyon tedarik anlaşması, bu teknolojinin artık pilot ölçekten sınai ölçeğe geçtiğinin somut bir göstergesi olarak okunmalıdır. Öte yandan, uzun süreli depolama alanındaki maliyet karşılaştırmalarının evrensel bir eşik ortaya koymadığı da belirtilmelidir; Pasifik Kuzeybatı Ulusal Laboratuvarı'nın on saatlik depolama modellemesi, lityum demir fosfat teknolojisinin belirli koşullar altında vanadyum akış bataryalarından hâlâ daha düşük maliyetli kalabildiğini göstermekte, dolayısıyla teknoloji seçiminde projeye özgü değişkenlerin belirleyici olduğu anlaşılmaktadır.

IV. Depolama Neden Bu Denli Belirleyici Hâle Geldi?

IV.I. Yenilenebilir Enerjinin Kesintili Doğası

Güneş ve rüzgâr santralleri, üretimi kontrol edilebilir değil, hava koşullarına bağlı bir kaynaktan devşirmektedir; bu nedenle bu kaynakların şebekedeki payı arttıkça, depolama olmaksızın arz güvenliğini sağlamak fiilen imkânsız hâle gelmektedir. Depolama, üretim eğrisi ile talep eğrisi arasındaki farkı zamansal olarak taşıyan tek mekanizmadır. Güneş enerjisinin öğle saatlerinde yarattığı arz fazlası ile akşam saatlerinde beliren talep tepesi arasındaki uyumsuzluk, birçok gelişmiş piyasada artık günlük fiyat oynaklığının başlıca kaynağı hâline gelmiş; bu durum, depolamayı yalnızca bir mühendislik tercihi değil, piyasa istikrarının doğrudan bir bileşeni konumuna taşımıştır.

IV.II. Veri Merkezleri ve Yapay Zekâ Yükü

Yapay zekâ modellerinin eğitim ve çıkarım süreçlerinin gerektirdiği hesaplama gücü, veri merkezlerinin elektrik talebini kısa sürede katlamaktadır; bu talep artışı, hem sürekli hem de anlık yüksek güç kalitesi gerektirdiğinden, depolamayı veri merkezi operatörleri için stratejik bir bileşen hâline getirmektedir. Büyük teknoloji şirketlerinin veri merkezi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla temiz enerji ve kesintisiz elektrik arzına yönelik doğrudan yatırım ve satın alma anlaşmalarına girişmesi, bu eğilimin yalnızca teorik değil fiilî bir yatırım kalemi hâline geldiğini göstermektedir. Nitekim veri merkezi kaynaklı talep artışının, önümüzdeki on yıl içinde birçok gelişmiş piyasada şebeke esnekliği yatırımlarının başlıca itici gücü olması beklenmektedir.

IV.III. Şebeke İstikrarı ve Yardımcı Hizmetler

Depolama sistemleri, yalnızca enerji zamanlaması değil; frekans regülasyonu, gerilim desteği ve kara başlangıç (black-start) kapasitesi gibi şebeke güvenilirliği hizmetlerini de üstlenebilmektedir. Bu çok işlevlilik, depolamayı yardımcı sistem konumundan çıkarıp kritik altyapının asli bileşenlerinden biri hâline getirmektedir. Özellikle yüksek oranda yenilenebilir kaynağa dayanan şebekelerde, geleneksel santrallerin devre dışı kalmasıyla azalan atalet kütlelerinin (inertia) yerini, hızlı tepki verebilen batarya sistemlerinin doldurması, depolamanın şebeke güvenilirliğindeki rolünü daha da pekiştirmektedir.

IV.IV. Elektrifikasyon Dalgası

Ulaşımın, ısıtmanın ve sanayi proseslerinin elektrifikasyonu, toplam elektrik talebini büyütürken talep profilini de değiştirmektedir; bu değişim, şebekelerin gün içi esneklik ihtiyacını artırmakta ve depolamayı elektrifikasyon hedeflerinin sessiz ama vazgeçilmez ön koşulu hâline getirmektedir. Elektrikli araç filosunun büyümesi ve ısı pompalarının yaygınlaşması, özellikle kış aylarında akşam saatlerinde oluşan talep tepelerini derinleştirmekte; bu da depolamanın yalnızca üretim tarafında değil, tüketim tarafında da esneklik sağlayan bir araç olarak konumlanmasını gerektirmektedir.

V. Maliyetlerin Bağlayıcılığı: Neden 'Fiyat' Belirleyici Aktördür?

TESPAM'ın vurguladığı temel tespit şudur: depolama pazarındaki büyümenin sürdürülebilirliği, nihayetinde teknolojik olgunluktan çok, maliyet eğrisinin seyrine bağlıdır ve bu durum, maliyetleri yalnızca ekonomik bir değişken değil, aynı zamanda jeopolitik bir bağlayıcı unsur hâline getirmektedir. Zira depolama maliyetinin üç bileşeni bulunmaktadır: hücre ve malzeme maliyeti, sistem entegrasyonu ve dengeleme maliyeti, ve finansman (sermaye) maliyeti. Bu üç bileşenden ilki doğrudan kritik mineral fiyatlarına ve tedarik güvenliğine bağlıdır; ikincisi ölçek ekonomisi ve öğrenme eğrisiyle iyileşmektedir; üçüncüsü ise küresel faiz ortamına ve ülke risk primine bağlı olarak, gelişmekte olan ekonomilerde depolama yatırımlarını orantısız biçimde pahalılaştırmaktadır.

2025 ve 2026 yıllarına ait güncel veriler, maliyetlerin bağlayıcılığını somut biçimde teyit etmektedir. IEA'nın Küresel Kritik Mineraller Görünümü 2026 raporuna göre, dört yıllık düşüş eğiliminin ardından kritik mineral fiyatları 2025 ve 2026'nın ilk yarısında belirgin biçimde toparlanmıştır; bakır, alüminyum ve kalay gibi temel metallerin fiyatları ocak 2025 ile nisan 2026 arasında yaklaşık üçte bir oranında artmış, batarya hammaddelerinde ise lityum fiyatları güçlü enerji depolama talebi nedeniyle iki katından fazla yükselmiş, stratejik küçük mineral fiyatları da genel olarak iki katına çıkmış, bu grupta tungsten fiyatları ise altı kat artmıştır. Bu tablo, depolama maliyetlerinin sabit bir aşağı yönlü eğri izlemediğini, aksine jeopolitik gelişmelere karşı yüksek düzeyde duyarlı olduğunu göstermektedir.

- Hücre maliyeti bağlayıcıdır, çünkü lityum, kobalt, nikel ve grafit fiyatlarındaki oynaklık, projelerin finansal modellenebilirliğini doğrudan etkilemekte; ihracat kısıtlamaları veya arz şokları, planlanan projelerin ekonomik varsayımlarını kısa sürede geçersiz kılabilir.
- Baskın üretici ülkeler dışındaki projelerde yatırım maliyetlerinin yüzde 20 ila yüzde 150'nin üzerinde, işletme maliyetlerinin ise ortalama yüzde 50 daha yüksek seyrettiği yönündeki uluslararası bulgular, tedarik zincirinin coğrafi yoğunlaşmasının maliyetler üzerindeki doğrudan ve ölçülebilir etkisini teyit etmektedir.
- Finansman maliyeti, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde, teknolojik maliyetten bağımsız olarak projelerin fizibilitesini belirleyen ayrı bir eşik hâline gelmektedir; yüksek reel faiz ortamı, düşen batarya fiyatlarının sağladığı avantajı önemli ölçüde aşındırabilmektedir.

Bu üç bulgu birlikte değerlendirildiğinde, maliyetler neden bağlayıcıdır sorusunun yanıtı netleşmektedir: depolama, bir kez kurulduğunda onlarca yıl hizmet veren, ancak kurulum kararının anlık fiyat ve finansman koşullarına son derece duyarlı olduğu bir yatırım kategorisidir. Bu nedenle, maliyet eğrisini domine eden aktör, yani kritik mineral tedarik zincirini ve rafinaj kapasitesini elinde tutan aktör, fiilen küresel depolama pazarının hızını ve yönünü de belirleme gücüne sahiptir. İzleyen bölümde bu bağlayıcı ilişkinin somut kaynağı, yani kritik mineral denklemi ayrıntılı biçimde ele alınacaktır.

VI. Kritik Mineraller ve Nadir Toprak Elementleri: Depolamanın Görünmeyen Denklemi

Lityum, kobalt, nikel, grafit, bakır ve nadir toprak elementleri, bataryalı depolamanın fiziksel temelini oluşturmaktadır; bu minerallerin arzı, işlenmesi ve rafinajı, artık yalnızca madencilik sektörünün değil, ulusal güvenlik gündeminin de bir parçası hâline gelmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2026 yılı Küresel Kritik Mineraller Görünümü raporu, artan jeopolitik gerilimlerin, arzın az sayıda ülkede yoğunlaşmasına ilişkin endişeyi teorik bir kırılganlık olmaktan çıkarıp acil bir ekonomik güvenlik sorununa dönüştürdüğünü belirtmektedir (IEA, 2026). Raporun İcra Direktörü Fatih Birol'un vurguladığı üzere, görece küçük hacimli kritik minerallerin arkasında son derece büyük bir ekonomik değer bulunmakta, bu da yüksek yoğunlaşmış tedarik zincirlerini kırılgan kılmaktadır.

VI.I. Kontrol Kimde? Çin'in İşleme ve Rafinaj Ağırlığı

Kritik mineraller denkleminde asıl belirleyici olan, ham maden sahipliği değil, işleme ve rafinaj aşamasındaki hâkimiyettir. Mevcut değerlendirmelere göre Çin, küresel kritik mineral üretiminin yarısından fazlasını ve işleme-rafinaj kapasitesinin yaklaşık yüzde 87'sini denetlemekte; nadir toprak minerallerinin yaklaşık yüzde 70'ini üretmekte, yüksek güçlü nadir toprak mıknatıslarının yaklaşık yüzde 93'ünü imal etmekte ve gerekli ağır işlemlerin yaklaşık yüzde 95'ini gerçekleştirmektedir. Bu tablo, bir ülkenin lityum veya kobalt madenine sahip olmasının, kendi başına stratejik özerklik sağlamadığını; asıl kaldıracın, hammaddeyi katma değerli ürüne dönüştürecek teknoloji ve tesis kapasitesinde yattığını göstermektedir. Aşağıdaki tablo, depolama teknolojilerinin temel girdisi olan başlıca kritik minerallerin küresel hâkim aktörlerini, yoğunlaşma riskini ve depolama zincirindeki rolünü özetlemektedir.

Kritik Mineral / Girdi	Küresel Hâkim Aktör(ler)	Yoğunlaşma Riski	Depolama Zincirindeki Rolü
Lityum (rafine/karbonat)	Çin (rafinaj), Avustralya/Şili (çıkartım)	Yüksek	Li-ion hücre katot/elektrolit
Kobalt	DR Kongo (çıkartım), Çin (rafinaj)	Çok yüksek	NMC kimyası katodu (LFP'de düşük)
Nikel	Endonezya, Filipinler (çıkartım), Çin (rafinaj)	Yüksek	Yüksek enerji yoğunluklu katotlar
Grafit (doğal/sentetik)	Çin (üretim/işleme)	Çok yüksek	Anot malzemesi
Nadir toprak elementleri	Çin (üretim, rafinaj, mıknatıs)	Çok yüksek	Güç elektroniği, motor/jeneratör mıknatısları
Bakır	Şili, Peru (çıkartım); dağınık rafinaj	Orta-Yüksek (talep kaynaklı)	Şebeke bağlantısı, kablolama, dönüştürücüler
Vanadyum	Çin, Rusya, Güney Afrika	Yüksek	Redoks akış bataryası elektroliti

2025 yılı nisan ayında Çin'in yedi ağır nadir toprak elementinin ihracatına getirdiği kısıtlamalar, bazı otomotiv üreticilerini üretim düşürmeye veya faaliyetlerini geçici olarak durdurmaya zorlamış; bu kısıtlamalar ekim 2025'te, Çin kaynaklı nadir toprak içeren veya Çin teknolojisiyle üretilen uluslararası ürünleri de kapsayacak biçimde genişletilmiştir. Aynı dönemde Çin, batarya tedarik zincirinin kritik darboğaz noktaları olan katot malzemeleri, katot öncülleri ve grafit anot malzemeleri ile batarya üretim ekipman ve teknolojilerine yönelik ihracat kontrollerini de devreye almıştır. Söz konusu genişletilmiş önlemlerin kasım 2026'ya kadar bir yıl ertelenmesine karşın, tam yürürlüğe girmesi hâlinde Çin dışındaki yıllık yaklaşık 6,5 trilyon dolarlık üretimin risk altına girebileceği tahmin edilmektedir (IEA, 2026). Aynı raporda, batarya sınıfı

grafit ticaretinin tamamen kesintiye uğraması durumunda, Çin dışında yılda 300 milyar doların üzerinde bir üretim hacminin risk altında kalacağı da vurgulanmaktadır. Bu veriler tek başına, kritik mineral tedarik zincirinin artık bir sanayi girdisi meselesi değil, doğrudan bir jeopolitik kaldiraç meselesi olduğunu göstermeye yetmektedir.

Ayrıca Mayıs 2026'da Çin'in kükürt asidi ihracatına getirdiği kısıtlamalar, bakır, lityum, kobalt, nikel ve nadir toprak elementleri gibi minerallerin işlenmesinde temel girdi olan sülfürik asit tedarikini de etkilemiş; bu gelişme, kritik mineral güvenliği tartışmasının yalnızca nihai ürünlerle sınırlı kalmadığını, üretim zincirinin ara girdilerine kadar uzandığını ortaya koymuştur. IEA'nın tespitine göre, Çin'in ihracat kontrolüne tabi mineral tarife kodu sayısı 2023'ten bu yana üç kata çıkmış; bu eğilim yalnızca Çin'e özgü kalmamış, Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nin kobalt kotaları, Zimbabve'nin lityum ihracatına yönelik önlemleri ve Mozambik'in grafit tedbirleri ile birlikte, üretici ülkelerin genelinde kaynak egemenliğini önceleyen bir düzenleyici eğilimin güçlendiğini göstermiştir.

VI.II. Çeşitlendirme Çabaları ve Sınırları

Batılı ekonomiler, tedarik zincirini çeşitlendirme çabasını hızlandırmış; gelişmiş ekonomilerde kritik mineral projelerine yönelik kamu finansmanı taahhütleri 2023-2025 döneminde dört kattan fazla artarak yaklaşık 65 milyar dolara ulaşmıştır. Bu çabaların bazı somut sonuçları da görülmeye başlanmıştır: Amerika Birleşik Devletleri'nde yeni projelerin devreye girmesi ve Malezya'da üretimin artmasıyla, nadir toprak rafinajında lider ülkenin küresel payı 2023'te yüzde 90'ın üzerinden 2025'te yüzde 85'e gerilemiş, planlanan projelerin zamanında hayata geçmesi hâlinde bu payın 2035'e kadar yüzde 70'e inmesi öngörülmektedir. Buna karşılık IEA'nın değerlendirmesine göre yalnızca madencilik yatırımı yeterli değildir; rafineri ve üretim kapasitesinin de eşzamanlı güçlendirilmesi gerekmektedir. Zira 2035'e kadar planlanan nadir toprak rafineri kapasitesi, beklenen maden üretiminin üçte ikisini işleyebilecek olsa da, müknaatıs üretim kapasitesi bunun ancak üçte birini karşılayabilecek; batarya katodu üretim kapasitesi de öngörülen lityum üretiminin yaklaşık üçte biri seviyesinde kalacaktır.

Bu yapısal darboğazlara paralel olarak, kritik mineral yatırımları 2025 yılında yüzde 9 gerileyerek uzun süredir devam eden büyüme eğilimini sonlandırmış; lityum şirketlerinin yatırımları yüzde 40, batarya metallerine yönelik sermaye harcamaları ise yüzde 20'nin üzerinde düşmüştür. Buna karşılık, şebeke ve elektrifikasyon talebiyle bakır yatırımları yüzde 8 artmış; IEA, bakır arzının 2035'e kadar talebin gerisinde kalacağını ve açığın toplam talebin yaklaşık yüzde 25'ine ulaşabileceğini öngörmektedir (IEA, 2026). Bu gelişmeler ışığında, çeşitlendirme çabalarının doğru yönde ancak hâlâ yetersiz bir hızda ilerlediği, dolayısıyla depolama pazarının 2030'a kadarki büyümesinin teknolojik değil, jeopolitik bir darboğazla sınırlanma riski taşıdığı sonucuna varılabilir; bu tespit, TESPAM'ın önceki değerlendirmeleriyle de tutarlılık göstermektedir.

VII. Türkiye'nin Konumu: Depolamada ve Genel Denklemede

VII.I. Depolama Altyapısında Mevcut Durum

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun 2026 yılı şubat ayı verilerine göre, üretim lisansı alan 23 depolamalı proje toplam 1.070 MW güce ulaşmış; bunun fiilen işletmeye alınan kısmı ise yaklaşık 208 MW seviyesinde kalmıştır. Türkiye'nin depolamalı güneş ve rüzgâr proje havuzu yaklaşık 33 GW'a ulaşmakla birlikte, bu projeler için öngörülen toplam enerji kapasitesi yalnızca yaklaşık 37 GWh düzeyindedir; bu da lisanslı ve önlisanslı proje havuzunun toplu enerji/güç oranının ortalama 1,1 saat gibi görece kısa bir süreye işaret ettiğini göstermektedir. Bu oran, hem küresel ortalamanın (2025 itibarıyla yaklaşık 2,5 saat) hem de

EPDK'nın kendi 2035 hedeflerinin belirgin biçimde altında kalmaktadır. Bu tablo, Türkiye'nin depolama alanında proje havuzu bakımından hacimli, ancak fiili devreye alma ve süre derinliği bakımından hâlâ erken bir aşamada olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu tabloya son dönemde eklenen bir başka gelişme, EPDK'nın TEİAŞ Genel Müdürlüğü'nün nisan 2026 tarihli teknik raporunu esas alarak, şebeke bağlantı noktalarındaki doluluk oranı gerekçesiyle depolamalı üretim tesisleri için yeni kapasite tahsisini geçici olarak durdurma kararıdır. Bu gelişme, Türkiye'nin depolama alanındaki temel darboğazının artık yalnızca finansman veya teknoloji erişimi değil, iletim ve dağıtım şebekesinin fiziksel taşıma kapasitesi olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, şebeke yatırımlarının depolama kapasitesi artışıyla eşzamanlı olarak planlanması, önümüzdeki dönemde Türkiye'nin depolama hedeflerine ulaşmasının önkoşullarından biri hâline gelmektedir.

Öte yandan, EÜAŞ ile Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu'nun (TENMAK) 2025 yılında imzaladığı protokol kapsamında geliştirilen hibrit depolama projesi, bir güneş enerjisi santraline vanadyum redoks akış bataryaları ile lityum-iyon bataryaların birlikte entegre edilmesini hedeflemektedir; bu, Türkiye'nin tek bir teknolojiye bağımlı kalmaksızın, kısa süreli ve uzun süreli depolama ihtiyaçlarını hibrit mimarilerle karşılama yönünde attığı somut bir adım olarak okunmalıdır. EPDK Başkanı'nın kamuoyuyla paylaştığı değerlendirmeye göre, depolamalı projeler ve müstakil depolama tesislerinin devreye alınmasıyla 2035 yılına kadar Türkiye'de yaklaşık 35 GW batarya depolama kapasitesinin kurulması mümkün görünmektedir; bu hedefin gerçekleşmesi, hem şebeke yatırımlarının hızlanmasına hem de düzenleyici çerçevenin öngörülebilir hâle gelmesine bağlı olacaktır.

VII.II. Kritik Mineral Denkleminde Türkiye: Bor Üzerinden Lityum

Türkiye, klasik anlamda bir lityum rezervine sahip değildir; ne var ki dünyanın en büyük bor yataklarına sahip olması, dolaylı ama stratejik bir açılım sunmaktadır. Eti Maden'in geliştirdiği teknoloji, bor rafinasyonu sırasında ortaya çıkan sıvı atıktan lityum karbonat geri kazanımını mümkün kılmakta; bu, Türkiye'nin lityum ihtiyacının bir kısmını yerli kaynaktan karşılamasına imkân tanımaktadır. Bununla birlikte, Türkiye hâlen lityum ihtiyacının büyük bölümünü ithalat yoluyla karşılamaktadır ve bor kaynaklı lityum üretiminin ölçeği, küresel talebin yanında sınırlı kalmaktadır. TESPAM'ın değerlendirmesi, bu bor-lityum bağlantısının Türkiye'yi kritik mineral denkleminde tam bir üretici ülke konumuna taşımasa da, en azından kısmi bir tedarik güvenliği ve teknolojik know-how avantajı sağladığı yönündedir; bu, işleme ve rafinaj kapasitesinin küresel ölçekte bu denli az sayıda ülkede yoğunlaştığı bir dönemde hafife alınmaması gereken bir konumdur.

VII.III. Düzenleyici Çerçeve ve Yatırımcı Beklentisi

Sektör paydaşları, EPDK'nın hazırladığı ve Resmî Gazete'de yayımlanması beklenen nihai Depolama Taslağı'nı, 2025-2026 dönemindeki yatırım kararlarını şekillendirecek temel düzenleyici referans olarak görmektedir. Bu taslağın netleşmesi, Türkiye'deki depolama yatırımlarının finansman maliyetini ve proje geri dönüş sürelerini doğrudan etkileyecek; dolayısıyla depolama pazarının Türkiye'de ne hızla olgunlaşacağı, teknolojik hazırlıktan çok, düzenleyici öngörülebilirliğe bağlı olacaktır. Nitekim EPDK'nın 2026 yılı haziran ayı dönemine ilişkin kurul kararlarında, depolama şartlı yenilenebilir enerji üretim lisanslarının şebeke altyapısının korunması ve yerli kaynak kullanımının artırılması amacıyla teşvik edilmeye devam ettiği görülmekte, bu da düzenleyici çerçevenin kademeli biçimde olgunlaştığına işaret etmektedir.

VII.IV. Genel Denkleimde Türkiye'nin Konumu

TESPAM'ın bütüncül değerlendirmesi, Türkiye'yi küresel depolama denkleminde şu üç eksenle konumlandırmaktadır: birincisi, coğrafi olarak güneş ve rüzgâr kaynağı bakımından zengin, dolayısıyla depolama talebi yapısal olarak yüksek bir pazar; ikincisi, bor üzerinden kısmi bir lityum tedarik kapasitesine sahip olmakla birlikte, işleme-rafinaj zincirinin büyük ölçüde dışına bağımlı bir ülke; üçüncüsü ise, düzenleyici çerçevesini henüz olgunlaştırma sürecinde olan, bu nedenle yatırım hacminin potansiyelinin gerisinde seyrettiği bir pazar. Bu üç eksenin kesişimi, Türkiye'nin ne tam bir kural koyucu ne de tam bir kural alıcı olmadığı; ancak doğru düzenleyici ve sınai politika tercihleriyle, bölgesel bir depolama ve batarya montaj/entegrasyon üssüne dönüşme potansiyeli taşıdığı sonucunu doğurmaktadır.

VIII. TESPAM Öngörülleri: 2030 Ufkuna Doğru Senaryolar

TESPAM'ın konuya ilişkin öngörü çerçevesi, tek bir doğrusal senaryo yerine, kritik mineral tedarik zincirindeki jeopolitik seyrin belirleyeceği üç olası patika üzerinden kurulmaktadır. Bu minvalde, aşağıdaki senaryolar mevcut eğilimlerin makul bir dışa dönük izdüşümü olarak okunmalı; kehanet değil, politika yapıcılar için bir hazırlık çerçevesi olarak değerlendirilmelidir.

VIII.I. Temel Senaryo: Kademeli Çeşitlenme

Bu senaryoda, Batılı ekonomilerin rafina ve işleme kapasitesine yönelik yatırımları kademeli olarak meyve vermekte; Çin'in hâkimiyeti aşınmakta ama sona ermemektedir. Lityum-iyon fiyatları orta vadede yeniden düşüş eğilimine dönmekte, dört saatlik sistemler standart hâline gelmekte, sodyum-iyon ve vanadyum redoks teknolojileri pazar payını kademeli olarak artırmaktadır. TESPAM, bu senaryonun 2030'a kadarki en olası patika olduğunu değerlendirmekte; küresel depolama kapasitesindeki çok katlı büyüme öngörüsünün büyük ölçüde bu senaryo altında gerçekleşebileceğini öngörmektedir. Bu senaryoda nadir toprak rafinajında lider ülkenin payının 2035'e kadar yüzde 70'e gerilemesi, çeşitlendirme çabalarının kademeli biçimde meyve verdiğinin göstergesi olarak okunabilir.

VIII.II. Kırılgan Senaryo: Kaynak Egemenliğinin Derinleşmesi

Bu senaryoda, başta Çin olmak üzere üretici ülkelerin ihracat kısıtlamaları sıklaşmakta ve genişlemekte; kobalt, grafit ve nadir toprak elementlerinde tekrarlayan arz şokları, depolama maliyetlerinde dalgalı ama yukarı yönlü bir baskı yaratmaktadır. Bu senaryo altında depolama pazarının büyüme hızı yavaşlamakta; yatırımcılar, teknoloji seçiminde tedarik güvenliğini maliyetin önüne koymaya başlamaktadır. Bu durum, paradoksal biçimde, daha pahalı ama tedarik riski daha düşük teknolojilerin, örneğin yerli kaynaklı sodyum-iyonun, pazar payını artırmasına yol açabilmektedir. Kasım 2026'da yürürlüğe girmesi muhtemel genişletilmiş Çin ihracat kısıtlamalarının tam uygulanması, bu senaryonun tetikleyicisi olabilecek somut bir gelişme olarak izlenmelidir.

VIII.III. Sıçrama Senaryosu: Alternatif Kimyaların Hızlı Olgunlaşması

Bu senaryoda, sodyum-iyon ve akış bataryası teknolojilerindeki maliyet düşüşü beklenenden hızlı gerçekleşmekte; bu da lityum ve kobalt üzerindeki jeopolitik baskıyı kısmen etkisizleştirmektedir. TESPAM, bu senaryonun olasılığını düşük fakat artan olarak değerlendirmekte; özellikle Çin'in kendi iç pazarında sodyum-iyonu agresif biçimde desteklemesinin ve CATL gibi büyük üreticilerin çok yıllık tedarik anlaşmalarına girişmesinin, bu teknolojinin öngörülenden erken küresel ölçeğe ulaşmasını hızlandırabileceğine dikkat çekmektedir.

Bu üç senaryonun ortak paydası şudur: hangi patika gerçekleşirse gerçekleşsin, kritik mineral tedarik zincirindeki kontrol dağılımı, depolama pazarının hızını ve yönünü belirleyen asıl değişken olmaya devam edecektir. Türkiye özelinde ise, hangi senaryo gerçekleşirse gerçekleşsin, düzenleyici çerçevenin netleşmesi, şebeke bağlantı kapasitesinin genişletilmesi ve bor-lityum entegrasyonunun ölçeklendirilmesi, ülkenin depolama denklemindeki konumunu iyileştirecek üç temel değişken olarak öne çıkmaktadır.

IX. Sonuç ve Politika Değerlendirmesi

Küresel enerji depolama pazarının önümüzdeki on yıl içinde kat kat büyüyeceği yönündeki öngörü, teknik bir istatistikten öte, enerji sisteminin mimarisinin köklü biçimde değiştiğinin bir göstergesidir. Bu değişimin merkezinde, artık üretim kapasitesi değil, depolama ve onun görünmez ama belirleyici girdisi olan kritik mineraller bulunmaktadır. Nitekim maliyetlerin bağlayıcı olması da tam bu nedenledir: depolama, hücre kimyasının hammadde maliyetiyle, finansmanın sermaye maliyetiyle ve tedarik zincirinin jeopolitik riskiyle iç içe geçmiş bir yatırım kategorisidir; bu üç unsurdan herhangi birindeki bir sarsıntı, tüm denklemi yeniden şekillendirebilmektedir.

TESPAM'ın nihai değerlendirmesi, Türkiye'nin bu denkleme edilgen bir konumda kalmaması için üç ekseninde hareket etmesi gerektiği yönündedir:

- Düzenleyici öngörülebilirliğin ve şebeke kapasitesinin hızla tesis edilmesi: EPDK'nın nihai Depolama Taslağı'nın yatırımcı beklentilerini netleştirecek biçimde tamamlanması ve şebeke bağlantı kapasitesindeki darboğazın giderilmesi, mevcut 33 GW'lık proje havuzunun fiilî yatırıma dönüşüm hızını belirleyecektir.
- Bor-lityum entegrasyonunun sınai ölçekte büyütülmesi: Eti Maden'in geliştirdiği teknolojinin, sembolik üretim hacminden, ülkenin lityum ihtiyacının anlamlı bir kısmını karşılayacak sınai ölçeğe taşınması gerekmektedir.
- Teknoloji portföyünün çeşitlendirilmesi: TENMAK-EÜAŞ hibrit projesinde görüldüğü üzere, tek bir kimyaya bağımlı kalmaksızın, vanadyum redoks ve sodyum-iyon gibi alternatif teknolojilere erken aşamada yatırım yapılması, ileride oluşabilecek lityum ve kobalt kaynaklı arz şoklarına karşı bir sigorta işlevi görecektir.

Nihai kertede, enerji depolama alanındaki küresel yarış, yalnızca kimin daha fazla batarya kurduğu değil, kimin hammaddeyi, işlemeyi ve finansmanı kontrol ettiği yarışıdır. Türkiye'nin bu yarışta kalıcı bir konum edinmesi, coğrafi avantajlarını sınai ve düzenleyici kapasiteyle taçlandırmasına bağlı olacaktır. TESPAM, bu değerlendirmesini önümüzdeki dönemde güncel piyasa ve düzenleyici gelişmeler ışığında periyodik olarak yenilemeye devam edecektir.

Kaynakça

BloombergNEF. (2026). Energy Storage Market Outlook, 1H 2026. BloombergNEF.

Eti Maden. (2020-2026). Bor kaynaklı lityum karbonat üretim tesisi faaliyet verileri. Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu [EPDK]. (2026). Depolamalı üretim lisansları verileri, Şubat 2026. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu [EPDK]. (2026). Kurul kararları, Haziran 2026 dönemi. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.

GlobalData. (2026). Global Battery Energy Storage Systems (BESS) Market Outlook 2025-2030. GlobalData plc.

International Energy Agency [IEA]. (2026). Global Critical Minerals Outlook 2026. IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2026>

International Energy Agency [IEA]. (2026, Temmuz). Supply concentration, export restrictions and declining investment put critical mineral security at risk. IEA News. <https://www.iea.org/news/supply-concentration-export-restrictions-and-declining-investment-put-critical-mineral-security-at-risk>

Pacific Northwest National Laboratory [PNNL]. (2025). Long-duration energy storage cost comparison modelling. U.S. Department of Energy.

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. [TEİAŞ]. (2026). Şebeke bağlantı kapasitesi teknik değerlendirme raporu, Nisan 2026. TEİAŞ Genel Müdürlüğü.

Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu [TENMAK] / EÜAŞ. (2025). Hibrit depolama projesi işbirliği protokolü. TENMAK.

U.S. Energy Information Administration [EIA]. (2026). Short-Term Energy Outlook / Battery Storage Additions 2026. U.S. Department of Energy. <https://www.eia.gov>

TESPAM

Türkiye Enerji Stratejileri ve Politikaları Araştırma Merkezi

TESPAM, Türkiye'nin enerji güvenliği, enerji jeopolitiği ve enerji politikaları alanındaki stratejik konumunu güçlendirmeyi amaçlayan, gönüllülük esasına dayalı bir araştırma merkezidir. Merkez, enerji arz güvenliği, kritik mineral tedarik zincirleri, yenilenebilir enerji dönüşümü, enerji depolama teknolojileri ve bölgesel enerji diplomasisi gibi başlıklarda, akademik titizlikle hazırlanmış politika değerlendirme raporları ve strateji belgeleri üretmektedir.

Bu rapor, TESPAM'ın enerji politikaları değerlendirme raporları serisinin bir parçası olarak, küresel enerji depolama pazarının kapasite, maliyet ve kritik mineral boyutlarını, Türkiye'nin bu denklemdaki konumu ekseninde ele almaktadır.

TESPAM

Ağustos 2026, Ankara