

Türkiye'nin Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Kaynakların Artan Payı İletim Şebekesi Yatırım ve Esneklik Seçenekleri

9. Türkiye Enerji Zirvesi, Antalya

9 Ekim 2018, 16:45-17:30



SHURA'nın hedefleri

- Türkiye'de enerji sektörünün tüm paydaşları için
 - ortak bir değerlendirme platformu olarak,
 - teknoloji, ekonomi ve enerji politikaları ile ilgili
 - veri bazlı, tarafsız, bağımsız teknik araştırma ve analizlerle
 - Türkiye'nin enerji dönüşümü ile ilgili tartışmalara katkıda bulunmayı
- hedeflemektedir

SHURA'nın devam eden çalışmaları

Enerji dönüşümü

- «Türkiye başarılı bir enerji dönüşümünü nasıl sağlar» - Temmuz
- «Türkiye'de enerji dönüşümünü hızlandırmak için uluslararası tecrübeler» - Kasım
- «Özel sektörün enerji dönüşümündeki rolü» - Ekim

Elektrik sektörünün dönüşümü

- «Türkiye'nin elektrik sektöründe yenilenebilir kaynakların artan payı» - Mayıs
- «Rüzgâr ve güneş enerjisi yatırımlarının sistem odaklı yerleştirilmesi»
- «Rüzgâr ve güneş enerjisi mevzuatının güçlendirilmesi» - Ekim
- «Esneklik teknolojilerinin fayda-maliyet analizi» - Şubat 2019

Finansman

- «Düşük Karbonlu Ekonomiye Geçiş İçin Gerekli Finansmanın Sürdürülebilirliğinin Sağlanması» - Eylül
- «Türkiye'de enerji fiyatlandırma stratejileri» - Kasım

Diğer konular

- «Elektrikli araçların enerji dönüşümündeki rolü» - Aralık

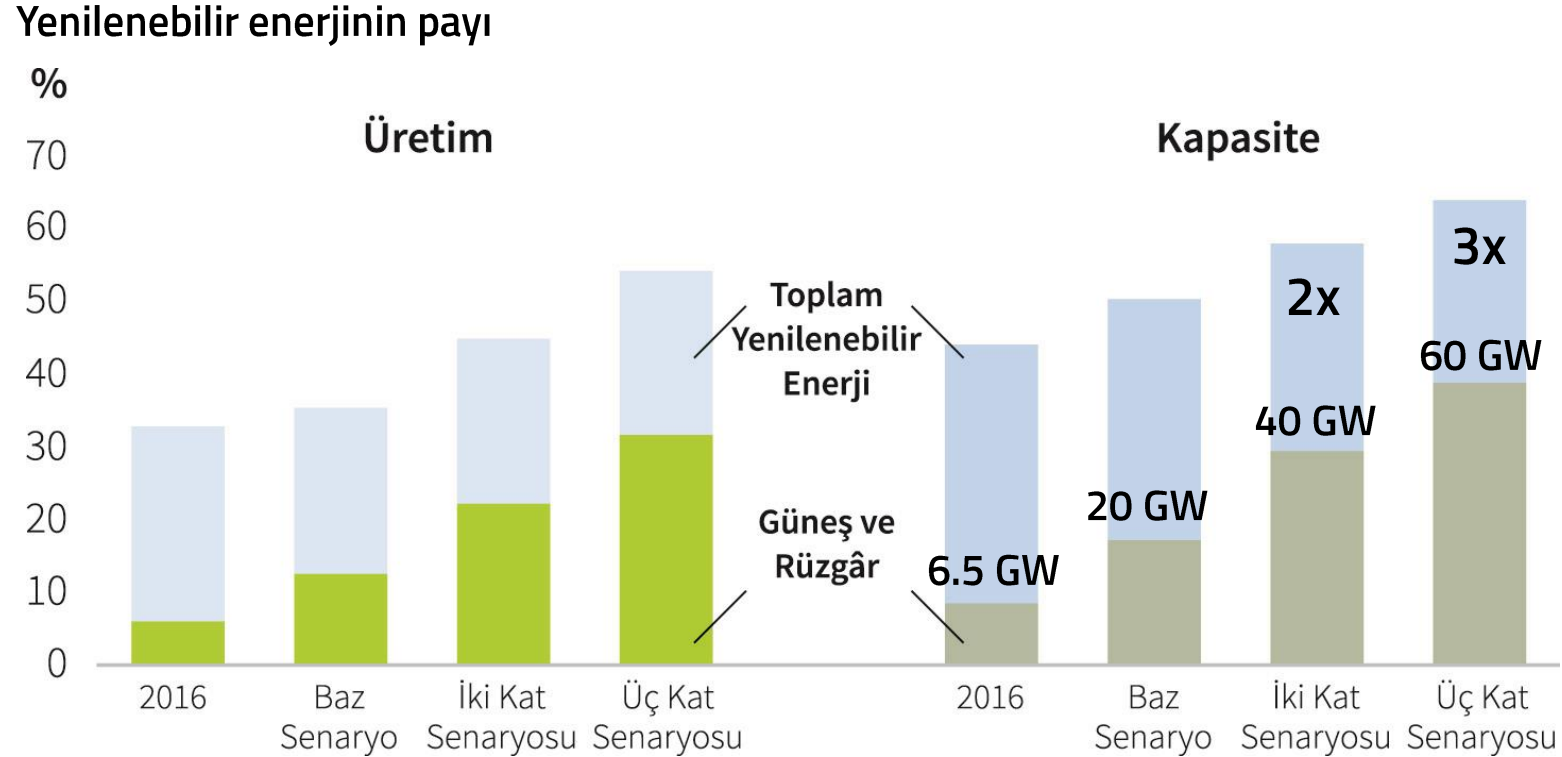


Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı, Türkiye elektrik sektöründe TEİAŞ'ın hazırladığı On Yıllık Şebeke Gelişim Planı'nda öngörülen rüzgâr ve güneş enerjisi kapasitesinin üzerinde bir seviyede kapasite kullanımı durumunda ortaya çıkacak sonuçları değerlendirmektir. Yapılan çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:

- İletim şebekesi ilave **yatırımın yeri ve kapsamı** nedir?
- Yenilenebilir kaynakların yüksek payı; **rezerv** ihtiyaçları, konvansiyonel enerji üretiminin **YAL/YAT** (yük alma/yük atma) **talimatı** ve yenilenebilir kaynaklarda yapılan **kesintiler** üzerinde nasıl bir etkisi bulunuyor?
- Yeni kurulan rüzgâr ve güneş enerjisi **santrallerinin yerleşimi** elektrik sistemini nasıl etkiliyor?
- Türkiye'nin elektrik sisteminin **esnekliğini artırmanın** faydaları nelerdir?

Rüzgar ve güneş enerjisi kapasitesinin artışı için üç farklı senaryo değerlendirilmiştir



2016-2026 yılları arasını kapsayan çalışmanın Baz Senaryosu TEİAŞ'ın mevcut planları doğrultusunda İki Kat ve Üç Kat senaryolarında güneş ve rüzgâr enerjisi kurulu güçleri eşit varsayıldı

Ana sonuçlar

- Türkiye'nin **ilk yenilenebilir enerji şebeke entegrasyonu** çalışması
- Çalışma TEİAŞ'ın mevcut çalışmalarını tamamlayıcı nitelikte ve planlama kapsamını genişletmekte
- **Planlanan güneş ve rüzgar kurulu gücünü iki kat arttırarak 2026'da 40 GW'a** erişilmesinin **sistem planlama ve operasyona büyük bir etkisi olmayacaktır.** Bu da Türkiye'nin **elektrik üretiminin %20'sinden fazlasına eşittir**
- Herhangi bir **ek iletim şebeke yatırımı maliyeti olmayacak** ve üretimden kesinti ve yük dağıtımı üzerindeki etkisi de sınırlı olacaktır
- Rüzgar ve güneş santrallerinin, **yerel şebeke kapasitesi ve toplam elektrik talebi dikkate alınarak seçildiği ve sistem esnekliği arttırıldığı takdirde,** planlanan kurulu gücün **üç katına çıkarılması (60 GW) az bir maliyetle mümkün**
- Bulgular enerji planlayıcılarına öncelikli alanlar hakkında ve Türkiye elektrik sektörüne düşük karbon yol haritasının ilk adımı konusunda bilgi sağlamakta



Yöntem ve Kullanılan Veriler

Senaryolar ve Stratejiler

Yenilenebilir Enerji Şebekesi Entegrasyonu Stratejileri		Simülasyon Senaryoları			Sonuçların Değerlendirilmesi için Parametreler
Ana Senaryolar Kaynak Odaklı Dağıtım	Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Üretimini Kaynak Kalitesini Göre Ayırma	Baz Senaryo 20 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Kaynak Odaklı	İki Kat (x2) 40 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Kaynak Odaklı	Üç Kat (x3) 60 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Kaynak Odaklı	<ul style="list-style-type: none"> İletim Yatırımları (milyon Euro cinsinden) YAL/YAT Talimatı Miktarları (TWh/yıl ve toplam üretiminin %'si cinsinden) Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Kesintisi (TWh/yıl ve toplam üretiminin %'si cinsinden) Hatlarda Kısıt Süresi (yıllık saat cinsinden)
Strateji 1 Sistem Odaklı Dağıtım	Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Üretimini Kaynak Kalitesi ve Yerel Talebi Dengeleyerek Yeniden Dağıtma		40 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Sistem Odaklı	60 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Sistem Odaklı	
Strateji 2 Esneklik Seçenekleri	Depolama Sistemleri (Pompaj Depolama ve Batarya) Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Kesintisi ve Talep Katılımı Esnek Termik Ünite		40 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Kaynak Odaklı* Esneklik	60 GW Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Sistem Odaklı* Esneklik	

Şebeke entegrasyonu için farklı strateji ve esneklik seçenekleri değerlendirilmiştir

Türkiye'nin yüksek gerilim şebekesinin saatlik simülasyonları

Piyasa simülasyonu



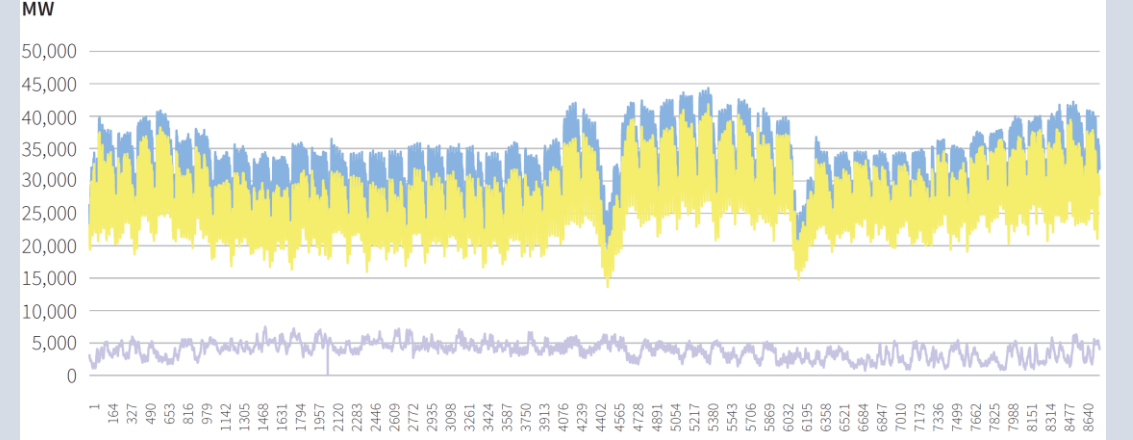
Şebeke simülasyonu



Dört ana çıktı:

Her santral için üretim miktarı
Gerekli şebeke yatırımları
Rüzgar ve güneş üretim kesintileri
YAL/YAT talimatları

Talep, yük
akışı ve üretim
için saatlik
simülasyon



Yüksek gerilim
şebekesi
analizi
(2016-2026)

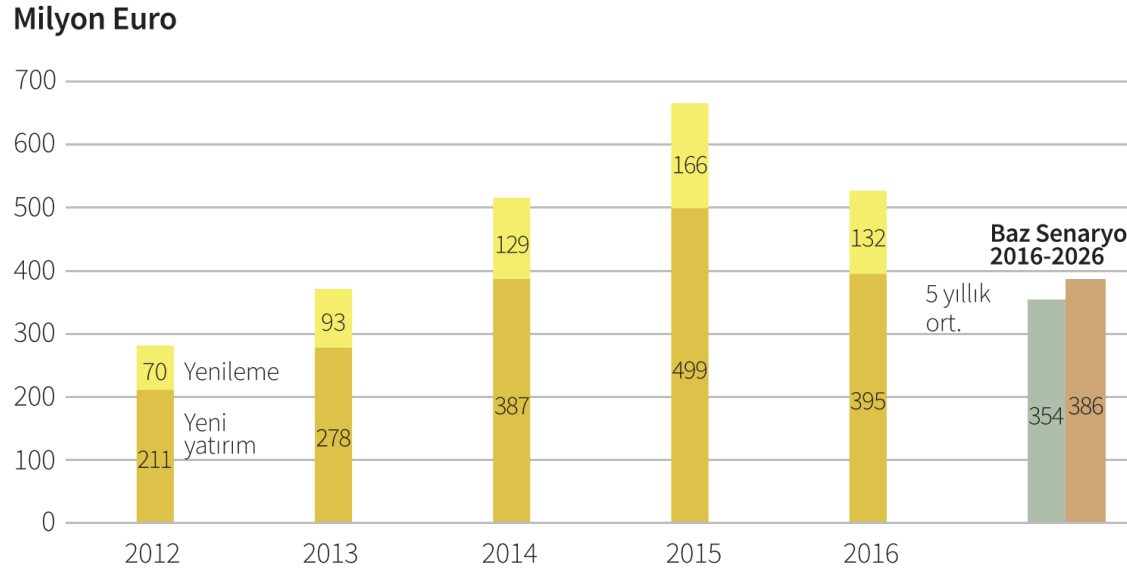


Öngörülen gücün kaynaklara göre dağılımı

	2016	2023 Hedefleri	ENTSO-E MAF	Baz Senaryo 2026	İki Kat Senaryosu 2026	Üç Kat Senaryosu 2026
Puant Talep	44 GW	Mevcut Değil	Mevcut Değil	69,2 GW	69,2 GW	69,2 GW
Tüketim	278 TWh	440 TWh	458 TWh	439 TWh	439 TWh	439 TWh
Yıllık Talep Artışı	-	% 7,3	% 5,7	% 5,1	% 5,1	% 5,1
İthal Kömür	7,5 GW	30,0 GW	8,2 GW	10,2 GW	10,2 GW	10,2 GW
Taş Kömürü	0,6 GW			0,6 GW	0,6 GW	0,6 GW
Linyit	9,3 GW			10,8 GW	13,3 GW	13,3 GW
Doğal Gaz	25,5 GW	Mevcut Değil	27,8 GW	28,1 GW	28,1 GW	28,1 GW
Nükleer	0,0 GW	9,3 GW	3,6 GW	6,8 GW	6,8 GW	6,8 GW
Rüzgâr	5,8 GW	20,0 GW	14,2 GW	14,0 GW	20,0 GW	30,0 GW
Hidroelektrik	26,7 GW	34,0 GW	36,8 GW	37,5 GW	37,5 GW	37,5 GW
Güneş	0,6 GW	5,0 GW	6,0 GW	6,0 GW	20,0 GW	30,0 GW
Jeotermal	0,8 GW	Mevcut Değil	Mevcut Değil	1,45 GW	1,45 GW	1,45 GW
Diğerleri	1,7 GW	5,0 GW	6,0 GW	1,7 GW	1,7 GW	1,7 GW
Toplam Kurulu Güç	78,4 GW	Mevcut Değil	107 GW	119,6 GW	139,6 GW	159,6 GW

İki Kat ve Üç Kat senaryolarında öngörülen rüzgar ve güneş kurulu güç dışındaki tüm veriler kamu kuruluşlarının kaynaklarından sağlanmıştır

Baz Senaryo ve İki Kat Senaryosu: İletim Yatırımları İhtiyacı



Baz ve İki Kat senaryoları

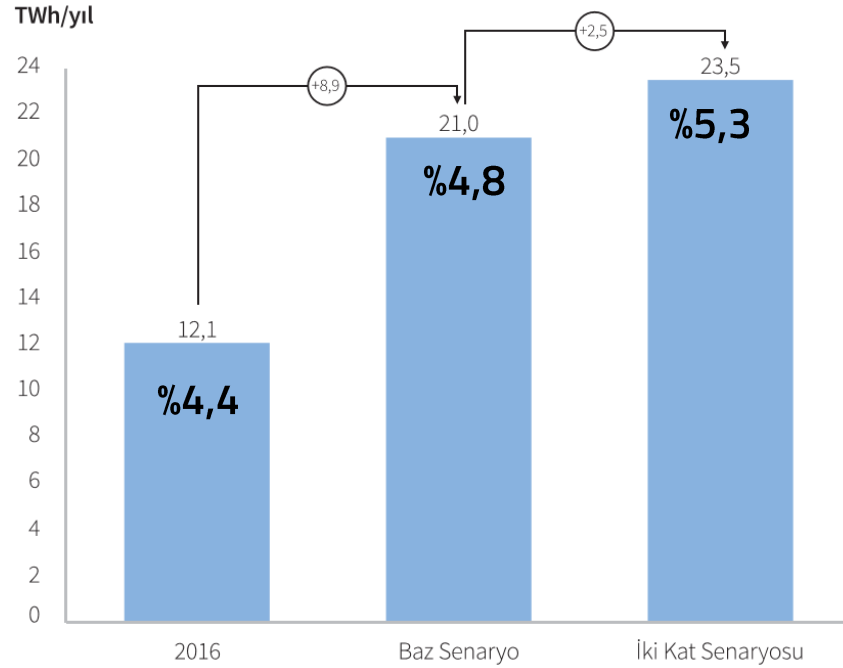


2016-2026 süresinde, 19,635 km ilave şebeke yatırımı gerekecektir (154 kV ve 400 kV)

Aynı miktar ve bölgedeki şebeke yatırımları her iki senaryonun güvenli ve güvenilir işletimi için yeterli

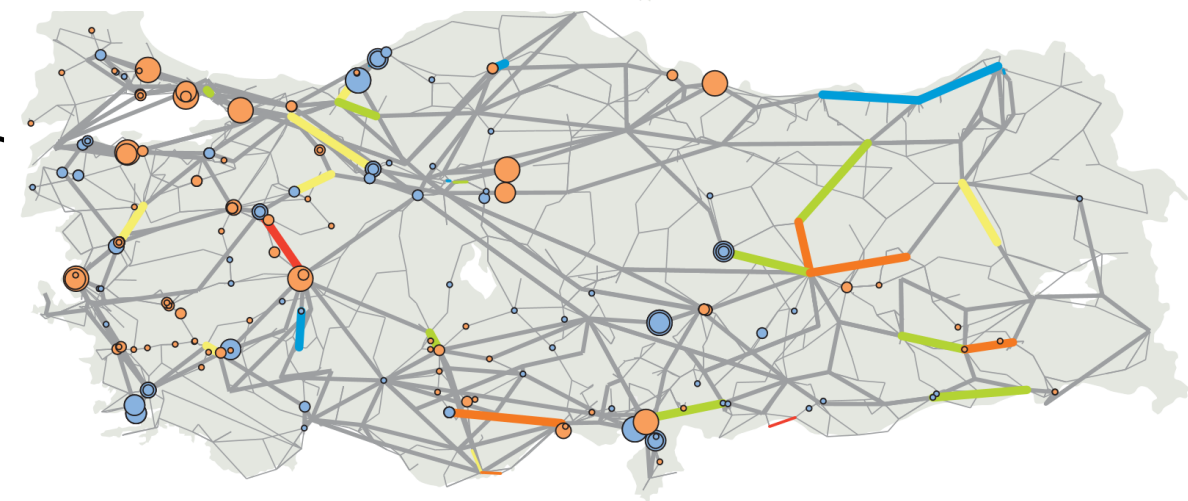
Yatırım miktarının yıllık ortalama değeri, TEİAŞ'ın 5 yıllık ortalama yatırımları benzer seviyede

Baz Senaryo ve İki Kat Senaryosu: Hat Kısıtları ve Talimat Miktarları



Baz Senaryosu

İki Kat Senaryosu



Şebekede kabul edilebilir oranda kısıt yaşanabilmekte

2016 yılında 12 TWh olan YAL/YAT talimatları

Baz ve İki Kat senaryolarında iki katına çıkmakta

Toplam enerji içindeki oranı günümüze yakın (%4,4-%5,3)

Talimat Miktarı (MWh)

- <10000
- 10001-100000
- 100001-250000
- 250001-500000
- 500001<

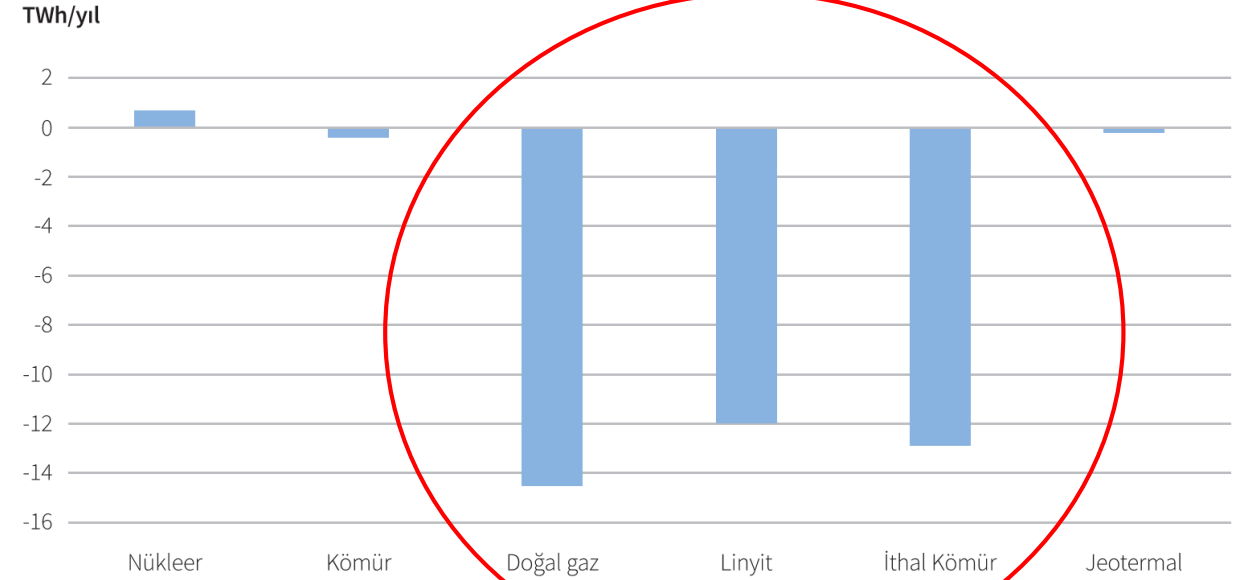
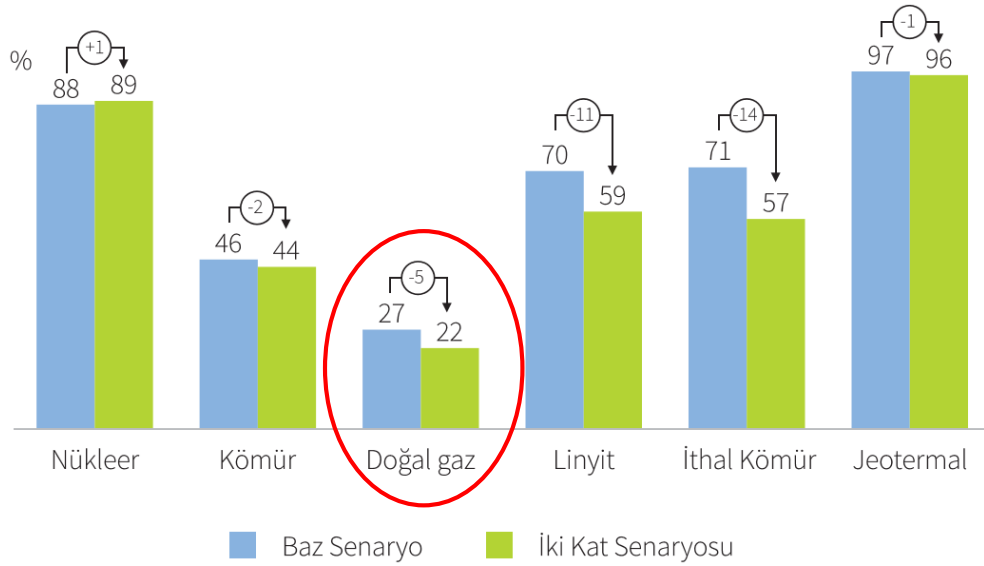
- YAT Talimatları
- YAL Talimatları

Hat Kısıt Süreleri (Saat)

- < 250
- 251 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 2000
- 2001 <

- 154 kV Hatlar
- 400 kV Hatlar

Baz Senaryo ve İki Kat Senaryosu: Üretim kaynaklarındaki değişimler

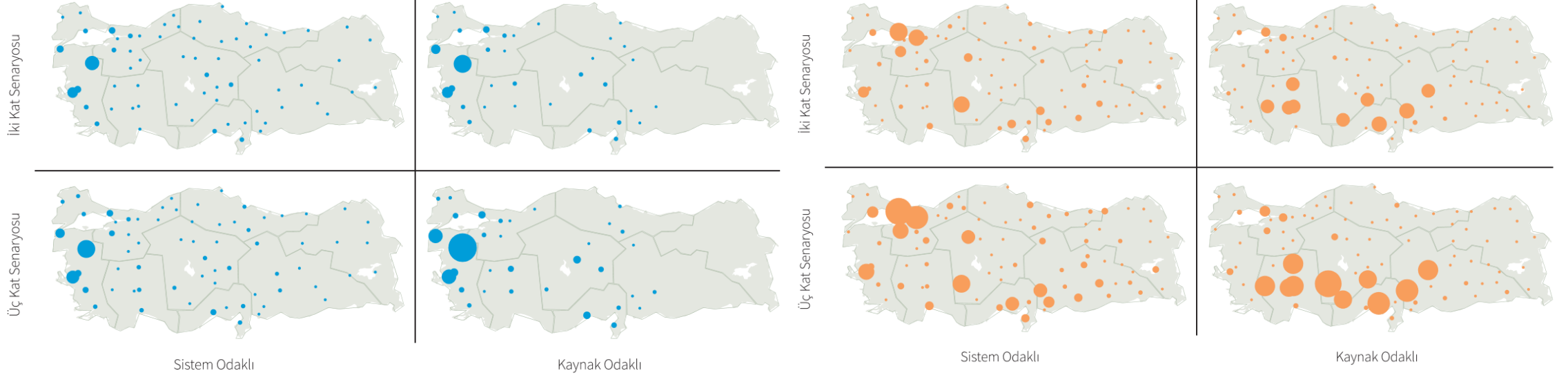


Yenilenebilir kaynaklardaki üretim artışına bağlı olarak maliyeti yüksek kaynaklarda üretim kısılması

Doğal gaz ve kömür santrallerindeki üretim ve kapasite kullanım oranlarında belirgin düşüşler

Piyasa analizi, doğal gaz santrallerinde daha ciddi bir üretim kaybına işaret ederken, rezerv ihtiyacı ve kısıtları azaltma gibi nedenlerden dolayı doğal gazdaki düşüş kısıtlı

Rüzgar ve güneşin sistem odaklı dağıtımı SHURA'nın bugün yayınlanan yeni çalışması



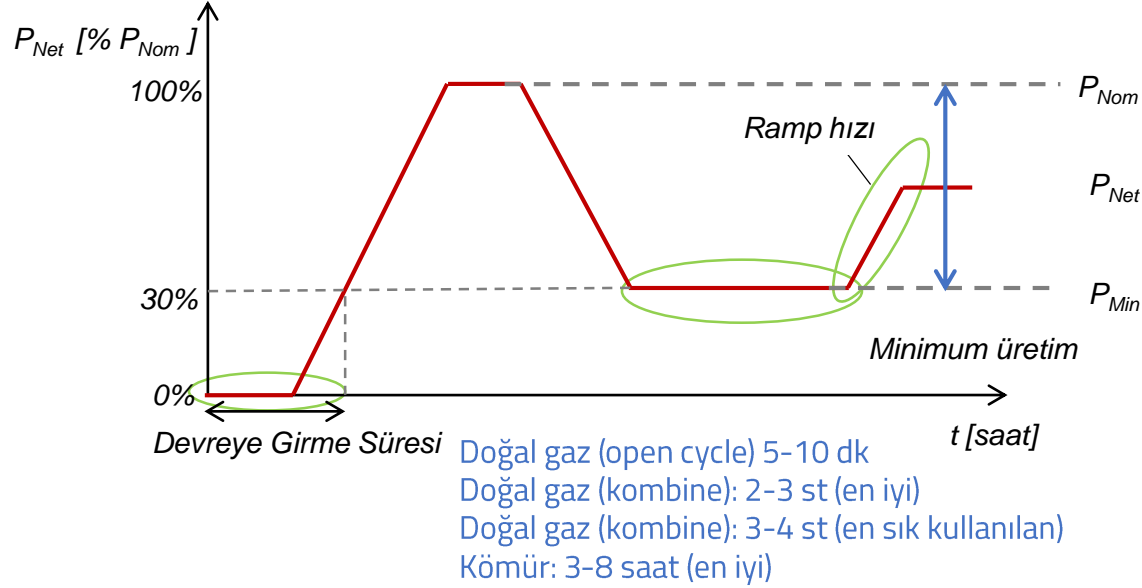
Toplam 60 GW rüzgar ve güneşin 15 GW'lık kısmı şebekenin daha güçlü ve talebin daha yoğun olduğu yerlere kaydırılmakta (güneş kurulu gücünde 10 GW yeniden konumlandırılıyor)

Güneş ve rüzgar kesintilerinin büyük bir kısmı ve YAL/YAT talimatları dörtte biri oranında azaltmakta

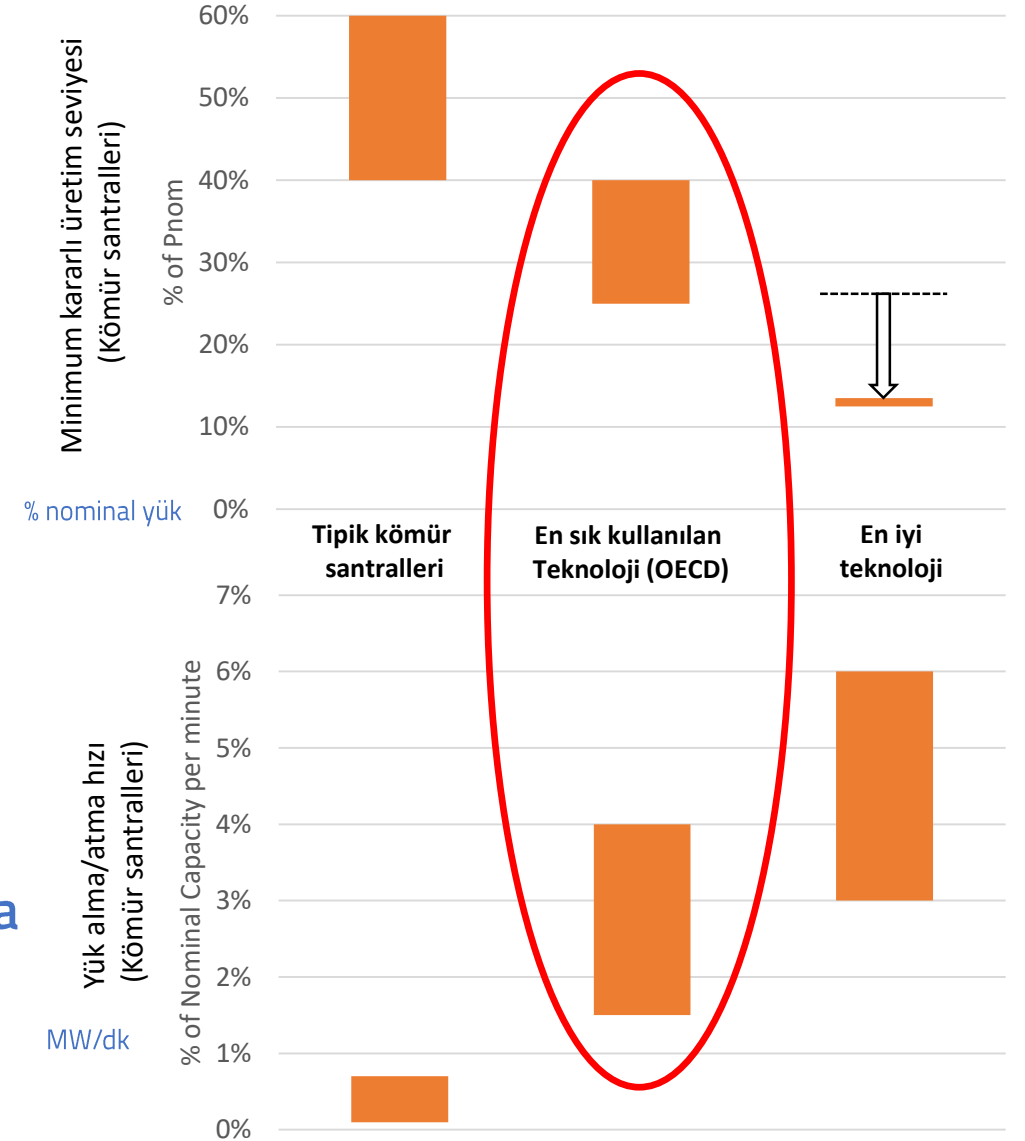
15 GW'lık rüzgar ve güneş kurulu gücünün kullanım oranı <%10 gibi kabul edilebilir bir seviyede azalmakta

Bunun elektrik üretim maliyetleri üzerindeki etkisi en fazla %12 (güneş için)

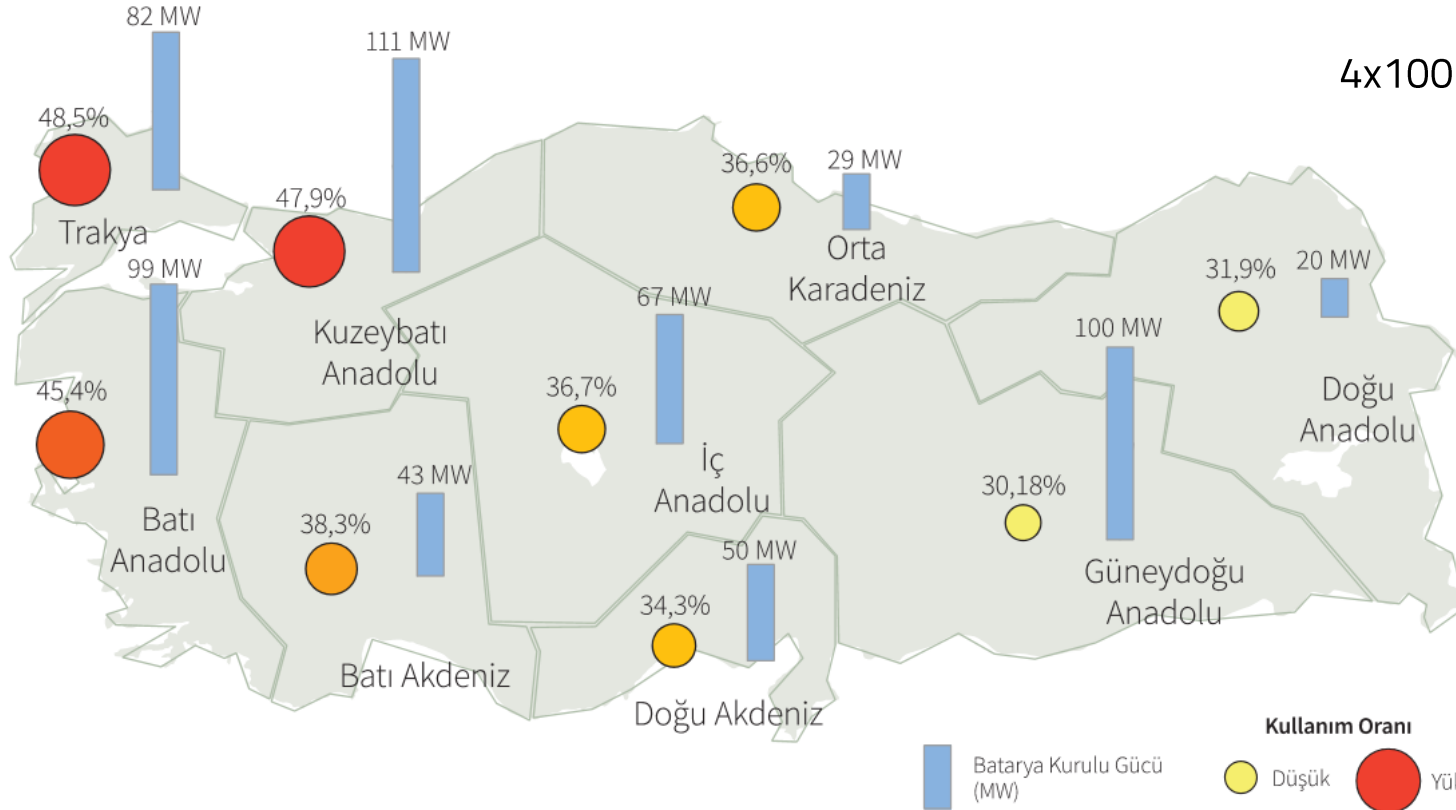
Termik santrallerin esnekliğinin artırılması



Eski termik santrallerin sıcak rezerv olarak kullanılamaması, düşük yük alma hızları ve yüksek minimum kararlı üretim seviyeleri nedeniyle şebeke işletmede zorluk yaratmakta. Bu santrallerin rehabilitasyonunun etkisini incelemek amacıyla en sık kullanılan teknoloji yetenekleri strateji olarak eklendi.



Batarya depolama sistemlerinin kapasite kullanım oranları



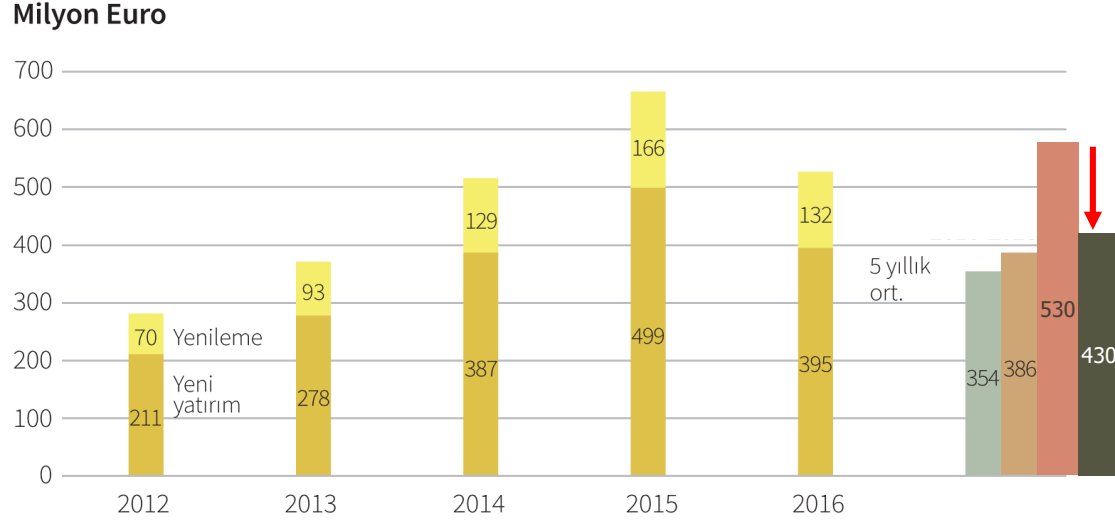
300 MW batarya depolama & 4x100 MW of pompajlı hidro rezerv ve frekans kontrolü için

Rezerv normalde doğal gaz ve hidroelektrik santralleri tarafından sağlanıyor

Kapasite kullanım oranı = şarj + deşarj için harcanan sürenin toplamı

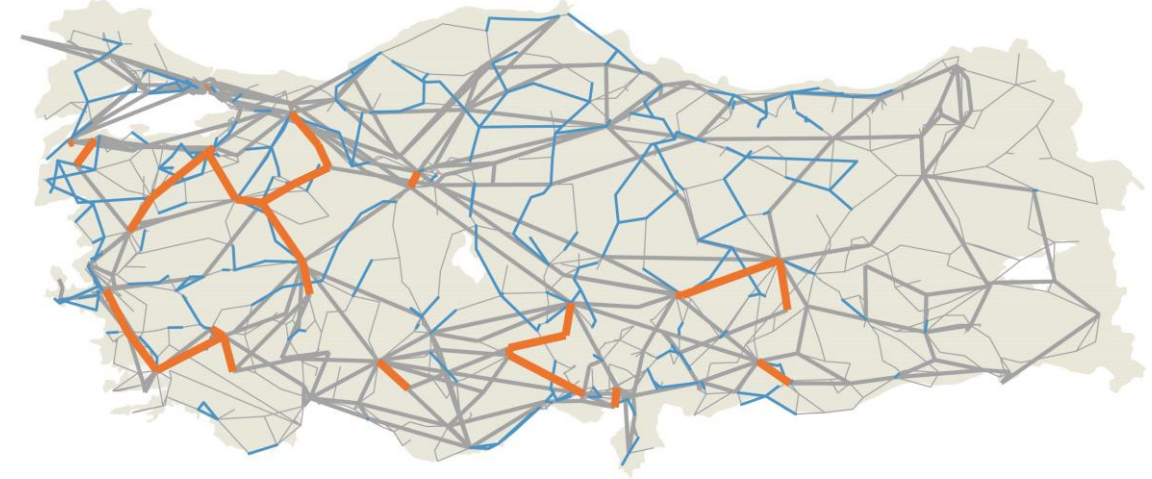
600 MW batarya ve 1.4 GW pompajlı hidroelektrik santrali (Gökçekaya) ile sağlanan depolama, şebeke entegrasyonuna katkıda bulunmakta

Üç Kat Senaryosu: İletim Yatırımları İhtiyacı



Üç Kat Senaryosu'nda şebeke güvenliği ve güvenilirliğinin sağlanması için gereken ilave yatırımları sistem odaklı yaklaşım sayesinde 100 milyon Euro azalıyor

Üç Kat Senaryosu –
kaynak odaklı

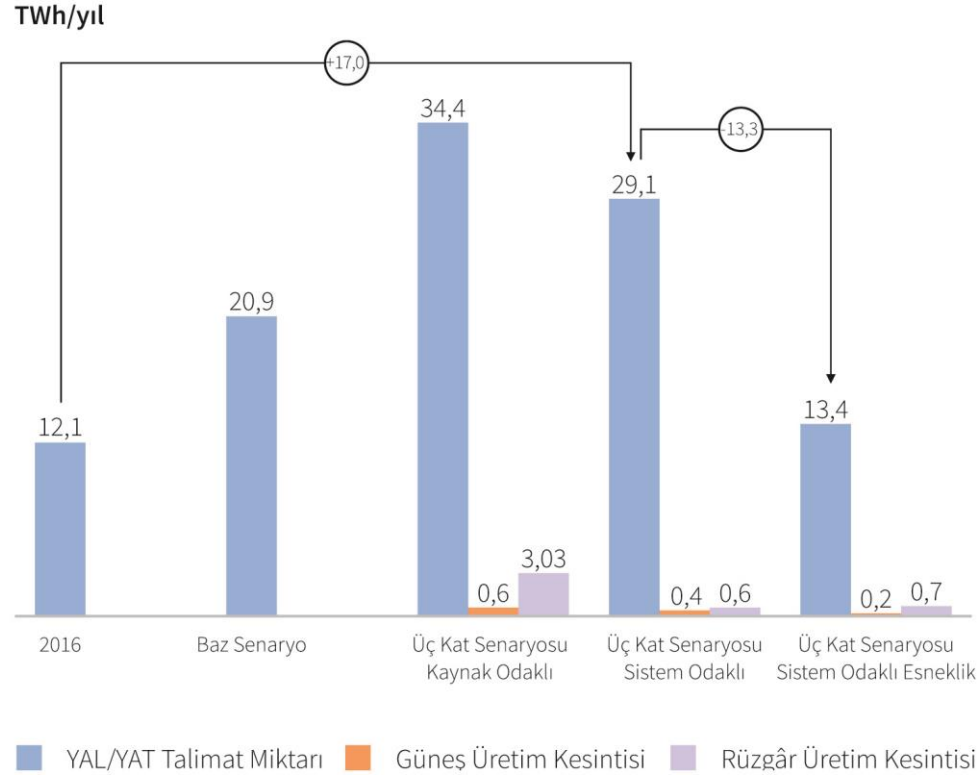


Üç Kat Senaryosu –
sistem odaklı



— 154 kV Hatlar — 400 kV Hatlar

Üç Kat Senaryosu – sistem odaklı ve esnek: Hat Kısıtları ve Talimat Miktarları



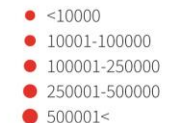
Baz Senaryosu

Üç Kat Senaryosu –
sistem odaklı ve esnek



Daha esnek bir sistem sayesinde, YAL/YAT talimatları ve rüzgar ve güneşten yapılması gereken üretim kesintisi ihtiyacı da azalıyor

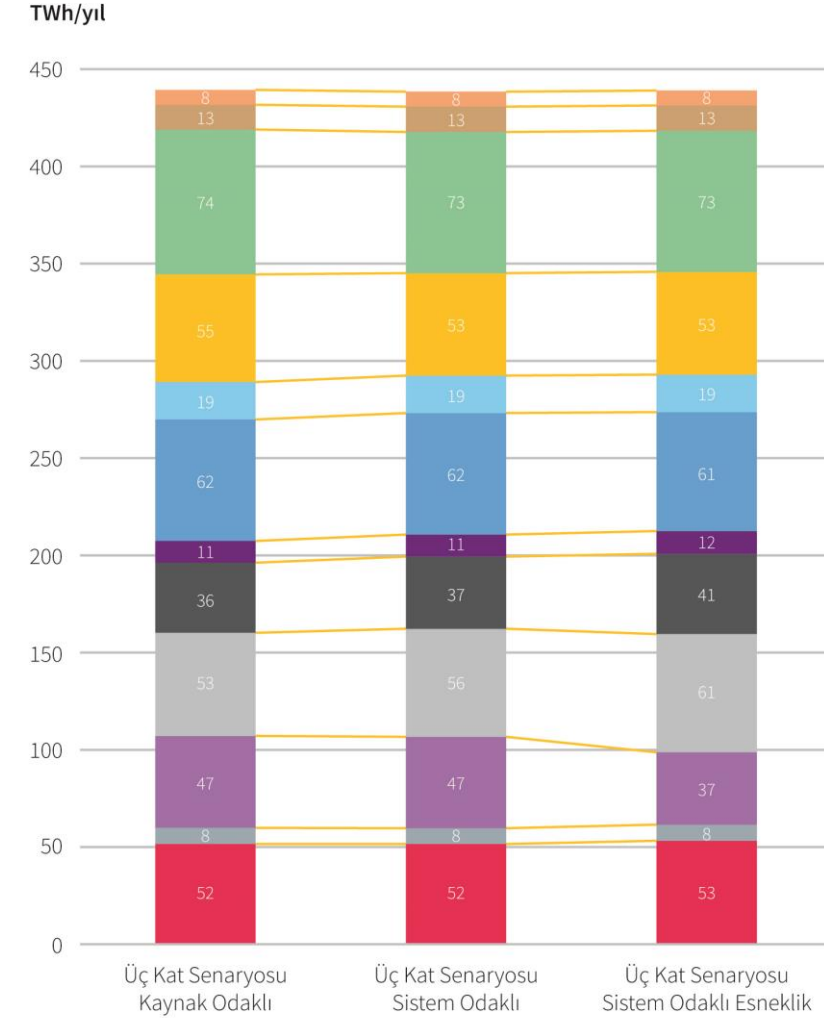
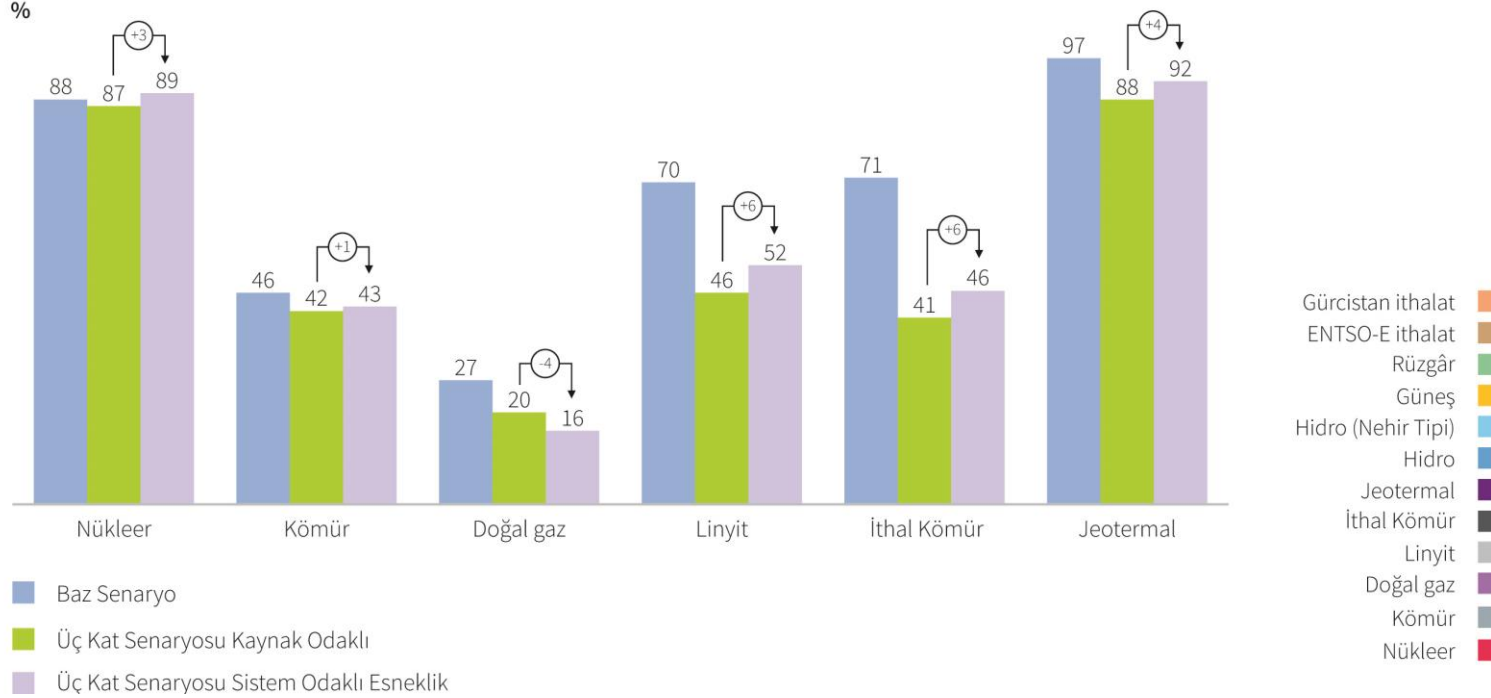
Talimat Miktarı (MWh)



Hat Kısıt Süreleri (Saat)



Üç Kat Senaryosu: Üretim Kaynaklarındaki Değişimler



Batarya depolamanın sisteme entegre edilmesi sayesinde doğal gaz santrallerinin üretiminde düşüş yaşanıyor
Temel sebebi bu santrallerden sağlanan esnekliğin ve rezervin batarya depolama sistemlerinden sağlanması

Sonuçlar ve bir sonraki adımlar

- Bu çalışma, rüzgar ve güneş enerjisinin daha yüksek paya sahip olduğu bir elektrik şebekesinde ne tür **etki, fayda ve kısıtların** olduğunu göstermektedir
- Ek şebeke yatırımı ve esneklik teknolojilerine ihtiyaç duymadan **2026 yılında toplam üretimin %21'inin rüzgar ve güneşten karşılanması** sağlanabilir
- Esneklik teknolojileri ve sistem odaklı şebeke yönetimi, rüzgar ve güneşin payını %30 seviyesine (toplam yenilenebilir payı %50) çıkarabilir ve yüksek gerilim şebekesine yapılması gereken **ilave yatırımları yılda 100 milyon Euro azaltabilir**
- Bu çalışma, enerji sistemini planlayan kuruluşları, sistem operatörlerini, yenilenebilir enerji yatırımcı ve işletmecilerini, finans sektörü gibi enerji sektörünün farklı aktörlerini kapsayan bir **elektrik sektörü yol haritasının oluşturulması için bir ilk adım** olmaktadır

Teşekkür ederiz!

Değer Saygın (deger.saygin@shura.org.tr)



Türkiye'nin Elektrik Sektöründe
Yenilenebilir Kaynakların Artan Payı:
İletim Şebekesi Yatırım ve Esneklik
Seçenekleri

YÖNETİCİ ÖZETİ



"TÜRKİYE'DE
DÜŞÜK KARBONLU EKONOMİYE
GEÇİŞ İÇİN GEREKEN FİNANSMANIN
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN
SAĞLANMASI" PANELİ
ÖZET RAPORU

12 Eylül 2018, İstanbul



Türkiye'de kullanılan elektriğin
%50'den fazlası yenilenebilir
kaynaklardan sağlanabilir:
Rüzgâr ve güneş enerjisi yatırımlarının
sistem odaklı yerleştirilmesi