



2025 YILININ
ÇIĞIR AÇAN BULUŞU

Özge Altıntaş ve Dr. Adil Denizli

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

**SANAYİ DEVRİMİ'NDEN BU YANA İNSANLIK,
ASLINDA ÇOK ESKİ BİR GÜNEŞ ENERJİSİNE DAYANARAK
YAŞAMINI SÜRDÜRÜYOR. YÜZ MİLYONLARCA YIL ÖNCE
BİTKİLER TARAFINDAN YAKALANAN GÜNEŞ ENERJİSİ,
ZAMAN İÇİNDE FOSİL YAKITLARIN İÇİNDE DEPOLANDI;
DAHA SONRA KÖMÜR, PETROL VE DOĞAL GAZ BİÇİMİNDE
YERİN ALTINDAN ÇIKARILARAK SANAYİNİN, ULAŞIMIN VE
ELEKTRİK ÜRETİMİNİN TEMELİNİ OLUŞTURDU.
ANCAK 2025 YILINDA ENERJİ ALANINDAKİ YÖNELİM, BELİRGİN
BİÇİMDE BUGÜN GÜNEŞ'TEN GELEN ENERJİYE DOĞRU KAYDI.**



Büyük bölümü doğrudan güneş ışığından veya yine Güneş'in etkisiyle oluşan rüzgârdan elde edilen yenilenebilir enerji, birçok alanda geleneksel enerji kaynaklarını geride bırakmaya başladı.

Enerji düşünce kuruluşu Ember'ın verilerine göre yenilenebilir kaynaklar, 2025 yılında dünya genelinde elektrik üretiminde kömürü geçti. Aynı yılın ocak-haziran döneminde güneş ve rüzgâr enerjisindeki büyüme, küresel elektrik tüketiminde yaşanan artışın tamamını karşılayacak kadar yüksek oldu. Bu gelişme, yenilenebilir enerjinin artık yalnızca fosil yakıtlara destek sağlayan ikincil bir kaynak olmadığını, küresel elektrik sisteminin temel unsurlarından biri hâline geldiğini gösterdi.

Eylül ayında Çin Devlet Başkanı Şi Jinping, Birleşmiş Milletler'de yaptığı açıklamada ülkesinin karbon emisyonlarını on yıl içinde yüzde 10'a varan oranda azaltmayı hedeflediğini duyurdu. Çin bu hedefe daha az enerji tüketerek değil, rüzgâr ve güneş

enerjisine yaptığı yatırımları artırarak ulaşmayı planlıyor. Aynı dönemde Afrika ve Güney Asya'daki güneş paneli ithalatı da hızla yükseldi. Bu bölgelerde yaşayan insanlar, çatı üstü güneş sistemlerinin aydınlatma, cep telefonu şarjı ve vantilatör kullanımı gibi temel gereksinimleri düşük maliyetle karşılayabildiğini fark etti.

Birçok kişiye göre yenilenebilir enerjideki büyüme artık durdurulamayacak bir noktaya ulaştı. Science dergisinin yenilenebilir enerji yükselişini 2025'in çığır açan gelişmesi seçmesinin temelinde de bu dönüşüm yatıyor. Bununla birlikte bu umut verici tablo, iklim değişikliğine ilişkin karamsar gelişmelerin yaşandığı bir dönemde ortaya çıktı. Kasım ayında Brezilya'nın Belém kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler iklim toplantısında, ülkelerin 2015 Paris İklim Anlaşması kapsamında verdikleri emisyon azaltma sözlerini yerine getirmekte yetersiz kaldığı bir kez daha görüldü. Küresel karbon emisyonları yavaş da olsa artmayı sürdürürken küresel ısınmayı 1.5°C ile sı-

nırlandırma hedefi, zaten ulaşılması zor bir amaçken artık neredeyse tamamen erişilemez görünmeye başladı. Buna rağmen Oxford Üniversitesi'nde veri bilimci olarak çalışan ve iklim konularında yazılar yayımlayan Hannah Ritchie, umutlu isimlerden biri. Ritchie'ye göre yenilenebilir enerjideki büyüme sayesinde fosil yakıt kullanımında uzun zamandır beklenen düşüş artık görünür hâle gelmeye başladı. Çin'in kömürü enerji sisteminden çıkarmaya başlamanın tam eşliğinde olduğunu belirten Ritchie, dünyanın geri kalanında da fosil yakıt kullanımının zamanla benzer biçimde gerilemesinin muhtemel olduğunu düşünüyor.

Yenilenebilir enerji alanındaki bu büyük dönüşümün arkasındaki başlıca güç ise Çin'in devasa sanayi kapasitesi. Çin, sektörü uzun yıllar boyunca sübvansiyonlar, yatırımlar ve üretim teşvikleriyle destekledikten sonra bugün yenilenebilir enerji teknolojilerinin küresel üretimine büyük ölçüde hâkim durumda. Dünya genelinde üretilen güneş hücrelerinin yaklaşık yüz-



de 80'i, rüzgâr türbinlerinin yüzde 70'i ve lityum bataryaların yüzde 70'i Çin'de üretiliyor. Üstelik Çinli üreticiler bu ürünleri rakiplerinin karşılamakta zorlandığı fiyatlarla piyasaya sunabiliyor.

Asia Society Policy Institute bünyesindeki China Climate Hub'ın yöneticisi Li Shuo'ya göre Çin, ekonomisinin büyüklüğü, geniş üretim kapasitesi ve iç pazardaki yoğun rekabet sayesinde bu alanda büyük bir uzmanlık kazandı. Üretim arttıkça fiyatlar düştü, fiyatlar düştükçe talep yükseldi. Talepteki büyümeyi karşılamak için üretim yeniden artırıldı ve bu durum fiyatların daha da gerilemesini sağladı. Böylece yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimini hızlandıran, kendi kendini besleyen bir döngü ortaya çıktı.

Bu süreç sonucunda yenilenebilir enerji teknolojileri, bugün Çin ekonomisinin yüzde 10'undan fazlasını oluşturan dev bir

sanayi koluna dönüştü. Güneş ve rüzgâr enerjisi, dünyanın birçok bölgesinde en ucuz enerji kaynakları hâline geldi. Yenilenebilir enerji artık yalnızca çevreyi korumak amacıyla tercih edilen pahalı bir seçenek değil, ekonomik açıdan da en avantajlı enerji çözümlerinden biri olarak görülüyor.

Çin fabrikalarından çıkan yenilenebilir enerji teknolojilerindeki büyük artış, ülkenin hem enerji sistemini hem de fiziksel görünümünü değiştirdi. Çin'in ekonomik kalkınması onlarca yıl boyunca kömürle özdeşleştirildi. Kömür kullanımı, yoğun hava kirliliğine ve yüksek miktarda karbon salımına neden oldu. Çin'in karbon emisyonları bugün hâlâ gelişmiş ülkelerin toplam emisyonlarından daha yüksek olsa da ülkenin enerji manzarası hızla dönüşüyor.

Güneş panelleri artık Çin'in çöllerini ve yoğun güneş alan Tibet Platosu'nu kaplıyor. Yüksekliği 300 metreye ulaşabilen rüzgâr

türbinleri kıyılarda ve tepelerde yükseliyor. Çin'in güneş enerjisinden elektrik üretimi son on yıl içinde yirmi kattan fazla arttı. Ülkedeki güneş ve rüzgâr santrallerinin toplam kurulu gücü, teorik olarak Amerika Birleşik Devletleri'nin elektrik gereksiniminin tamamını karşılayabilecek düzeye ulaştı.

Çin'in hızla artan yeşil teknoloji ihracatı, dünyanın geri kalanındaki enerji sistemlerini de değiştiriyor. Avrupa uzun süredir Çin'in yenilenebilir enerji ürünlerinin önemli müşterilerinden biri olsa da Küresel Güney ülkeleri de güneş paneli, batarya ve rüzgâr türbini alımlarını büyük ölçüde artırıyor. Bu yönelimin arkasında hem piyasa koşulları hem de ülkelerin enerji bağımsızlığı kazanma isteği bulunuyor.

Pakistan'da Çin'den ithal edilen güneş panellerinin miktarı 2022 ile 2024 yılları arasında beş kat arttı. Rusya-Ukrayna Savaşı'nın doğal gaz fiyatlarını yükseltmesi ve

şebeke elektriğini daha pahalı hâle getirmesi, Pakistanlı tüketicileri alternatif enerji çözümlerine yöneltti. Centre for Research on Energy and Clean Air kuruluşunda analist olarak çalışan Lauri Myllyvirta'ya göre evindeki ışıkları nasıl açık tutacağını düşünen insanlar için güneş enerjisine geçmek son derece açık ve mantıklı bir tercih hâline geldi.

Güney Afrika'da eski ve güvenilir olmayan kömür santralleri benzer bir eğilimin ortaya çıkmasına neden oldu. Etiyopya ise kuraklıkların daha sık yaşanması durumunda ülkenin temel enerji kaynağı olan hidroelektrik üretiminin azalabileceği endişesiyle güneş ve rüzgâr enerjisine yöneldi. Bu örnekler, yenilenebilir enerjiye geçişin yalnızca iklim değişikliğiyle mücadele amacıyla değil, ekonomik gereksinimler ve enerji güvenliği nedeniyle de gerçekleştiğini gösteriyor.

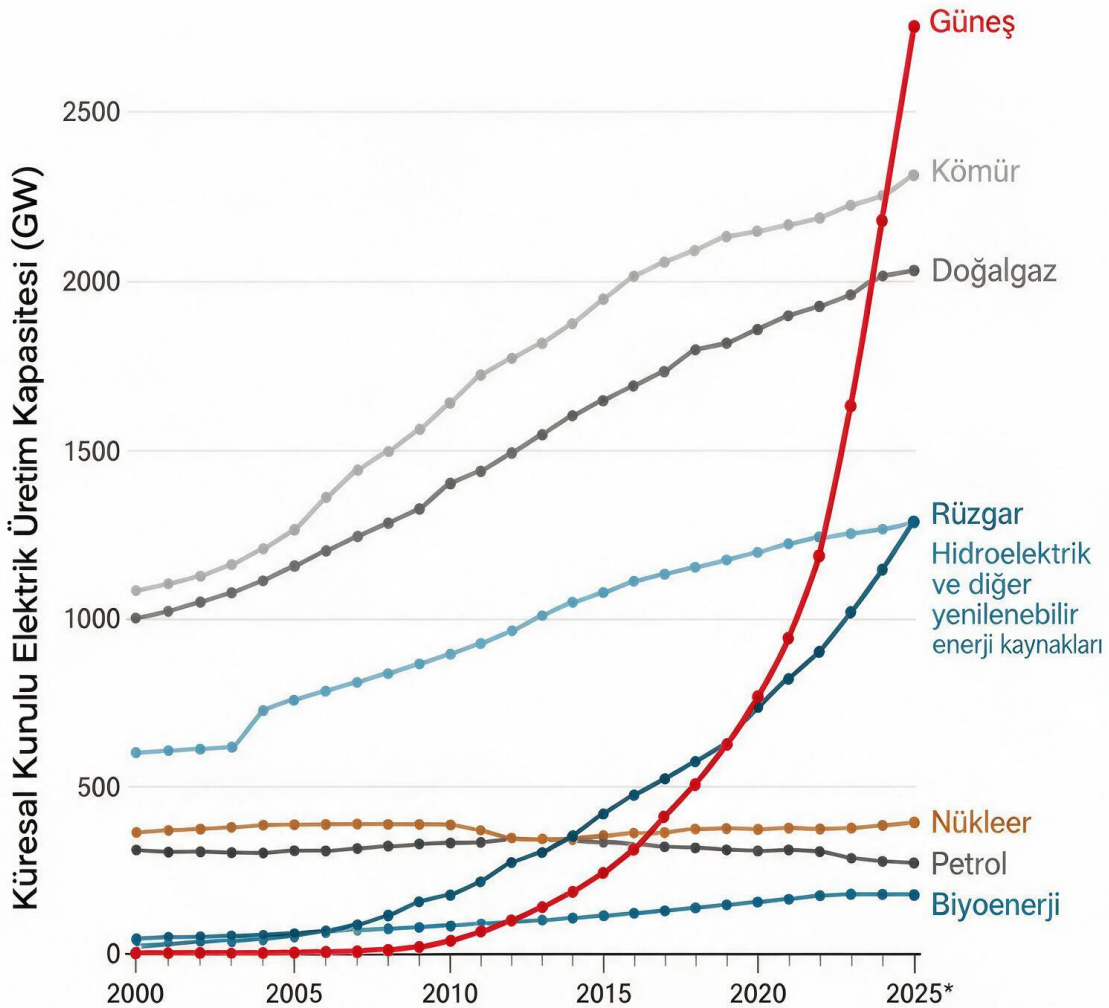
Düşen fiyatlar, güneş ve rüzgâr enerjisinin diğer tüm enerji kaynaklarından daha hızlı büyümesini sağladı. Bununla birlikte kurulu güç ile gerçek elektrik üretimi arasındaki farkın göz önünde bulundurulması gerekiyor. Güneş panelleri yalnızca güneş ışığının bulunduğu saatlerde, rüzgâr türbinleri ise uygun rüzgâr koşullarında tam kapasiteyle çalışabiliyor. Buna karşılık fosil yakıt ve nükleer enerji santralleri daha sürekli üretim gerçekleştirebiliyor. Buna rağmen yenilenebilir kaynakların toplam elektrik üretimi 2025 yılında kömürden elde edilen elektrik miktarını geçti.

Şimdiye kadar yaşanan dönüşüm, bütünüyle yeni bir teknolojik keşfe dayanmıyor. Li Shuo'ya göre Çin, güneş enerjisi alanında büyük ölçüde Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık yarım yüzyıl önce geliştirilen temel teknolojiyi kullanıyor. O yıllarda ABD, uzay araçları için az sayıda ve son derece pahalı güneş paneli üretiyordu.

Günümüzde ise Çin aynı temel teknolojiyi geliştirerek daha kaliteli, çok daha ucuz ve olağanüstü büyük miktarlarda üretim gerçekleştireyor.

Gelecekte yaşanabilecek teknolojik ilerlemeler ise yenilenebilir enerjide yeni kazanımlar sağlayabilir. Günümüzde güneş hücrelerinin büyük bölümü kristal silisyumdan üretiliyor. Perovskit adı verilen başka bir kristal türü ise silisyum hücrelerle birlikte katmanlı biçimde kullanılabilir. Böylece ışığın daha geniş bir renk ve dalga boyu aralığı yakalanarak güneş hücrelerinin verimliliği artırılabilir.

Malzeme bilimindeki gelişmeler, rüzgâr türbini kanatlarının daha uzun üretilmesini ve daha fazla enerji toplamasını da mümkün hâle getiriyor. Yüzer rüzgâr türbini tasarımları ise türbinlerin kıyıdan uzaktaki daha derin deniz alanlarına kurulmasına imkân sağlayabilir. Böylece açık deniz rüz-



*2025 verileri yıl sonu tahminlerine dayanmaktadır. Kurulu güç, şebekeye bağlı tesislerin yanı sıra bazı şebekeden bağımsız (off-grid) sistemleri de kapsamaktadır.

gâr enerjisinden yararlanılabilecek bölgeler önemli ölçüde genişleyebilir.

Güneş ışığının veya rüzgârın yetersiz olduğu dönemlerde üretilen enerjiyi depolamak için günümüzde çoğunlukla büyük lityum iyon bataryalar kullanılıyor. Ancak gelecekte bu bataryaların yerini farklı kimyasal yapılara sahip enerji depolama sistemleri alabilir. Vanadyum akış bataryaları ve sodyum bataryalar daha düşük maliyetli olabilirken çinko-hava bataryaları çok daha yüksek miktarda enerji depolama potansiyeli taşıyor.

İklim bilimciler, mevcut yenilenebilir enerji teknolojilerinin olumlu etkilerini şimdiden gözlemlemeye başladı. Yenilenebilir enerji, 2025 yılında Çin'in sera gazı emisyonlarındaki artışı neredeyse durma noktasına getirdi. Bu gelişme, küresel karbon emisyonlarının en yüksek seviyesine ulaşarak ardından düşüşe geçmesi ihtimalini de güçlendirdi. Ancak emisyonlarda anlamlı bir azalma sağlanabilmesi için 2025 yılında aşılacak eşiklerin bir sonuç değil, yalnızca başlangıç olarak görülmesi gerekiyor.

Tufts Üniversitesinde enerji ve iklim uzmanı olarak çalışan Kelly Sims Gallagher, Çin'in yeni kömür santralleri kurmaya devam etmesinin kaygı verici olduğunu belirtiyor. Son bir yıl içinde ülkede onlarca yeni kömür santrali işletmeye alındı. Bu santrallerin birçoğu sürekli çalıştırılmasa da elektrik talebinin aniden yükseldiği dönemlerde devreye sokulmak üzere bekletiliyor. Bu durum, Çin'in yenilenebilir enerji alanındaki hızlı ilerlemesine rağmen kömürden henüz bütünüyle vazgeçmediğini gösteriyor.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ise Donald Trump yönetimi rüzgâr ve güneş enerjisi projelerine karşı sert bir politika izliyor. Düşük maliyetli Çin güneş panelleri ciddi ticaret engelleriyle karşılaşırken ülkedeki kömür tüketimi uzun süren düşüşün ardından yeniden artıyor. Bu gelişmeler, küresel enerji dönüşümünün bütün ülkelerde aynı hızda veya aynı yönde ilerlemediğini ortaya koyuyor.

Rüzgâr ve güneş enerjisinden tam anlamıyla yararlanabilmek için gerekli olan altyapı da önemli bir engel oluşturuyor. Çin, yenilenebilir enerjiyi depolamak amacıyla büyük batarya tesisleri ve elektriği uzak üretim bölgelerinden şehirlere taşıyacak uzun mesafeli iletim hatları kuruyor. Ancak bu altyapının yenilenebilir enerji kapasitesindeki hızlı büyümeye yetişip yetişemeyeceği henüz belirsiz.

Hava ulaşımı ile çelik, çimento ve kimya gibi ağır sanayi kollarının yakın gelecekte tamamen elektrikli hâle gelmesi de kolay görünmüyor. Bu sektörler, yüksek sıcaklıklara ve kesintisiz biçimde büyük miktarda enerjiye gereksinim duyuyor. Bu nedenle enerji dönüşümünün yalnızca daha fazla güneş paneli ve rüzgâr türbini kurularak tamamlanması mümkün değil.

Geleceğe ilişkin bu sorunlara rağmen geçmişe bakıldığında yenilenebilir enerjinin kaydettiği ilerleme son derece çarpıcıdır. 2004 yılında dünya genelinde 1 gigavatlık güneş enerjisi kapasitesinin kurulması bir yıl sürüyordu. Günümüzde ise bu miktarın iki katı güneş enerjisi kapasitesi yalnızca bir gün içinde devreye alınıyor.

O dönemde yenilenebilir enerji daha çok çevresel sorumluluk ve erdem duygusuyla ilişkilendiriliyordu. Tüketiciler, iklim değişikliğine ilişkin kaygıları nedeniyle fosil yakıtlara kıyasla daha pahalı olan yenilenebilir enerji seçenekleri için ek ücret ödemeyi kabul ediyordu. Bugün ise yenilenebilir enerjinin büyümesini sağlayan temel etken yalnızca iklim kaygısı değil. Daha düşük maliyetler, enerji bağımsızlığı ve daha güçlü enerji güvenliği, bu dönüşümün asıl itici güçleri hâline geldi.

Belki de 2025 yılının en önemli atılımı, kullanılan güneş panellerinin veya rüzgâr türbinlerinin teknik özelliklerinden çok, yenilenebilir enerjiye geçişin arkasındaki bu motivasyon değişimidir. Temiz enerji artık yalnızca çevreyi korumak için katlanılan ek bir maliyet değil, ülkelerin, şirketlerin ve bireylerin ekonomik çıkarları doğrultusunda tercih ettiği daha ucuz ve daha güvenli bir enerji seçeneğidir. Bu değişim, 2025 yılında geçilen dönüm noktalarının enerji dönüşümünün sonu değil, yalnızca başlangıcı olduğunu gösteriyor.

Kaynak: Science. (2025). Breakthrough of the Year 2025: The renewable energy surge. <https://www.science.org/content/article/breakthrough-2025>

