

Almanya Enerji Dönüşümünün Etkileri

Dipl. Ing. Jürgen Schöttle

Karlstein, 12.06.2026

Sunumun Özeti

Hazırlayan : Yüksel Atakan Dr. Radyasyon Fizikçisi ybatakan4@gmail.com 01.07.2026 /

Rüzgar enerjisi hava koşullarına bağlıdır, yani değişkendir ve güvence altına alınmış enerjiye yalnızca %6 oranında katkıda bulunabilir. Değişken elektrik üretimini arz güvenliği açısından güvenilir hale getirmek için, aşırı yüksek maliyetlere yol açan kapsamlı önlemler gereklidir.

Güneş ve rüzgar santralleri, güç zirvelerinde 80 GW'a kadar üretim yapabilmekte, ancak yıllık ortalamada yalnızca 18 GW güce ulaşabilmektedir; bu da 162 GW'lık kurulu güç kapasitesinin yalnızca %9'una denk gelmekte ve 2024 yılında 212 TWh'lik bir elektrik üretimine yol açmaktadır. Termik santrallerle bu 162 GW'lık kurulu güçle 1.300 TWh, yani 6 kat daha fazla elektrik üretimi mümkün olurdu! Yazın 60 GW'lık elektrik talebinde ve yoğun güneş-rüzgar üretiminde, elektrik şebekesinin güvenliğini tehdit eden güç zirveleri sürekli ortaya çıkmaktadır. Bu tehlikeyi önlemek için, sürekli artan büyük miktarlardaki elektriğin düşük veya negatif fiyatlarla ihraç edilmesi ya da devre dışı bırakılması gerekmektedir; öyle ki 2024 yılında mümkün olan 266 TWh'nin yalnızca 163 TWh'si, yani Almanya'daki güneş ve rüzgar elektriğinin %61'i doğrudan kullanılabilmiştir.

Bu zorluk yalnızca elektrik depolama sistemleriyle çözülebilir. Bilimsel araştırmalara göre, %50 oranında değişken enerji üretiminde en az 10 TWh'lik elektrik depolama kapasitesinin mevcut olması gerekmektedir. Almanya'nın bugünkü pompalı depolama ve batarya tesisleriyle sahip olduğu depolama kapasitesi ise yalnızca yaklaşık 0,06 TWh'dir.

Siyasette ve medyada, güneş ve rüzgar santrallerinin maliyetleri termik santrallerle -ve hatta nükleer santrallerle- sürekli olarak karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmalar hem yatırım maliyetlerini hem de elektrik üretim maliyetlerini kapsamaktadır. **BU KARŞILAŞTIRMALAR TÜMÜYLE ANLAMSIZDIR.** Güneş ve rüzgar santralleri değişkendir, yani hava koşullarına bağlıdır, kontrol edilemez ve bu nedenle elektrik tüketimine göre ayarlanamaz; dolayısıyla arz güvenliği sağlamazlar. Hiçbir hane, güneş ve rüzgar santralleriyle kesintisiz olarak beslenemez.

Almanya Federal hükümetinin 2001 yılında enerji dönüşümüne karar vermesiyle birlikte, eskiden yaklaşık 100 merkezi santrale dayalı eski iletim ve dağıtım şebekesinin, merkezi olmayan tesislerden gelen değişken elektriği taşımaya uygun olmadığı açıkça ortaya çıkmıştı; şebeke genişletme çalışmaları 1.000 milyar €'ya kadar maliyete yol açacaktır. Birkaç yıl önce şebeke maliyetleri 3 Cent/kWh iken, bugün 11 Cent/kWh'ye ulaşmıştır ve şebeke maliyetlerinin 20 Cent/kWh'nin üzerine çıkması beklenmektedir

Termik santraller baz yük sağlayabilir ve elektrik tüketimine kısa sürede uyum sağlayabilir; dolayısıyla kontrol edilebilir ve arz güvenliği sunarlar. Güneş ve rüzgar santrallerinin maliyetlerini termik santrallerle karşılaştırabilmek için, güneş ve rüzgar santrallerine arz güvenliği için gereken harcamaların da eklenmesi gerekir. Frekans desteği, saniye ve dakika rezervi için modern invertörlere sahip kısa süreli batarya depolama sistemleri gereklidir. Büyük yük sıçramalarında ve karanlık sakinlik (rüzgarsız ve güneşsiz) dönemlerinde, uzun süreli hidrojen depolaması olarak arz güvenliğini üstlenecek hidrojen yedek santrallerinin devreye girmesi gerekir. „Yeşil ideologların“ tüketimi üretime göre ayarlama fikri, Almanya gibi bir sanayi ülkesinde mümkün değildir.

Almanya şu anda nihai enerji ihtiyacının %80'ini, yani yaklaşık 1.900 TWh'sini, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarıyla ithal etmekte olup bu da yılda 84 milyar €'ya mal olmaktadır. Almanya'da doğal gaz üretimi yılda yalnızca 35 TWh olmasına rağmen, önümüzdeki 30 yılın tüm nihai enerji ihtiyacını karşılayabilecek kadar yeterli doğal gaz rezervine sahibiz

2045 yılına kadar güneş ve rüzgar santrallerinin kapasitesinin 722 GW'a çıkarılması planlanmakta olup bu, 1.000 TWh'lik bir elektrik üretim miktarına karşılık gelmektedir. Beklenen 2.300 TWh'lik nihai enerji tüketimindeki fark, 1.000 TWh yeşil hidrojen ithalatıyla kapatılacaktır. Yeşil hidrojenin bugünkü tahminlere

göre kg başına yaklaşık 8-12 € maliyeti olacaktır. Bu durumda yılda 300 milyar €'luk ithalat maliyeti ortaya çıkacak olup bu, kömür, petrol ve doğal gazın bugünkü ithalat maliyetinin neredeyse 4 katıdır.

Güneş ve rüzgar santrallerinin ortalama elektrik üretim maliyeti 2024 yılında yaklaşık 12,4 Cent/kWh olmuş olup, gelecekte de belirgin şekilde düşmeyecektir; çünkü kapasite artışıyla birlikte, yoğun güneş veya rüzgar dönemlerindeki üretim zirveleri şebekeye verilemeyecek ve devre dışı bırakılmak zorunda kalınacaktır. 2024 yılında, güneş ve rüzgar santrallerinin mümkün olan 266 TWh'lik üretim kapasitesinden 49 TWh'si düşük veya negatif fiyatlarla ihraç edilmek, 54 TWh'si ise devre dışı bırakılmak zorunda kalmış; ancak bu miktarlar, vergilerle finanse edilen ve yasayla belirlenen 18,5 milyar €'luk şebekeye elektrik verme teşviki üzerinden 2024 yılında üreticilere geri ödenmiştir. Komşu ülkelerimiz de güneş ve rüzgar santrallerini daha fazla genişlettikçe, bu kritik durum ciddi şekilde kötüleşecektir.

Yasayla düzenlenen şebekeye elektrik verme teşviki ve yenilenebilir enerjilere tanınan şebeke önceliği sayesinde, tesis işletmecileri toplumun genelinin sırtından zenginleşmektedir; bu, „yoksuldan zengine“ bir yeniden dağılım olup toplumsal-politik bir skandaldır.

Almanya'da, ucuz ve arz güvenliği sağlayan termik santrallerle elektrik üretimi kapatılmakta ve bunun yerine, pahalı batarya depolama sistemleri, yedek tesisler ve elektrik şebekeleriyle arz güvenliği sağlanması planlanan değişken rüzgar ve güneş santralleri devreye sokulmaktadır. Bu karmaşık sistem daha sık elektrik kesintilerine yol açma eğiliminde olduğundan, hükümet tarafından kritik altyapının yanı sıra genel ve özel altyapının da acil durum jeneratörleriyle güvence altına alınması tavsiye edilmektedir.

Enerji dönüşümünün 2022 yılına kadarki mevcut maliyeti 696 milyar €'ya ulaşmaktadır. [International Journal of Sustainable Energy](https://www.energie-wende.de/en/international-journal-of-sustainable-energy)

Bugünkü nihai enerji ihtiyacının korunması varsayımıyla, batarya ve elektroliz tesisleri ile hidrojen yedek santralleriyle arz güvenliği sağlanan güneş ve rüzgar santrallerinin 2045 yılına kadarki gelecekteki maliyeti yaklaşık 5.000 milyar €'yu bulmaktadır. Bu rakamın iki katına, yani 10.000 milyar €'ya ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Bu yatırım maliyetlerine, 1.000 milyar €'luk şebeke genişletme maliyeti ile hidrojen taşıma ve depolama maliyetleri dahil değildir.

Güneş ve rüzgar santralleriyle elektrik üretim maliyetleri, arz güvenliği için gereken harcamalar nedeniyle - vergi teşvikleri hariç- 38 Cent/kWh'ye yükselecek olup, bu da bugünkü maliyet yapısı ve gerekli şebeke genişletmesiyle birlikte, hanehalkı elektrik fiyatının 87 Cent/kWh'ye ulaşmasına neden olacaktır.

Enerji maliyetleri, arz güvenliği, sanayisizleşme ve refah kayıpları geleceğin zorlukları olacaktır.

Gelişmiş reaktörler ve füzyon tesisleri gibi yeni ve yenilikçi teknolojilerle bir karışım içermeyen bir enerji dönüşümü başarısız olacaktır.

[www.energie-wende-juergen-schoettle.de](https://www.energie-wende.de/en/juergen-schoettle)