

Fransa Nükleer Reaktör Filosuyla Ucuz Elektrik Üretirken CO₂'i de Azaltıyor! Türkiye ve Almanya Elektrik Üretimi Sorunlarıyla Karşılaştırma

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Radyasyon Fizikçisi ybatakan4@gmail.com, 26.12.2025 /I/

Özet

Fransa, 2025 yılında 18 ayrı alanda işletilen 57 nükleer reaktör ve yaklaşık 61,4 GW kurulu güç ile Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra dünyanın en büyük ikinci nükleer enerji filosa sahiptir. Nükleer enerji, ülkenin toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 65–70'ini karşılamakta ve Fransa'yı OECD ülkeleri arasında nükleer elektriğe en yüksek oranda değer veren ülke konumuna getirmektedir. Bu çalışma, Fransa'nın nükleer enerjiye dayalı elektrik üretim sistemini tarihsel, teknik ve ekonomik boyutlarıyla incelemekte; bugünkü reaktör filusunun yapısını, 2025'de devreye giren 3. Flamanville-3 EPR (1650 MWe) reaktörünün önemini ve 2035 sonrası için planlanan EPR2 nükleer reaktörleri yenileme ve artırma programını incelemektedir. Aşağıdaki grafik elektrik üretiminde kullanılan çeşitli yakıtların / kaynakların kWh başına saldıkları **sera gazı miktarlarını CO₂ eşdeğeri miktarında gram olarak** göstermektedir. Kömür en çok CO₂ salarken nükleer ve rüzgar enerjileri yok denecek kadar az CO₂ salmaktadırlar.

Fransa'nın en büyük güçteki (1300, 1300 ve 1600 MWe) 3 reaktörlü Flamanville santrali

Median life cycle greenhouse gas emissions of renewable vs. nonrenewable energy sources

Coal	1,001 grams CO2 equivalent per kilowatt-hour
Oil	840
Natural gas	486
Biomass	52
Photovoltaic	43
Geothermal	37
Concentrating Solar Power	28
Hydropower	21
Nuclear	13
Wind	13

Data source: National Renewable Energy Laboratory



Çalışmanın ikinci bölümünde Fransa'nın, Türkiye'nin ve Almanya'nın toplam kurulu güçleri, yıllık elektrik üretim miktarları (MWh) ve karbondioksit (CO₂) salınımları karşılaştırmalı olarak incelenmekte; enerji üretim seçeneklerinin karbon yoğunluğu üzerindeki etkileri gözler önüne serilmektedir. Bu çalışma özellikle, Fransa'nın nükleer enerjiye dayalı elektrik üretim modelini; Türkiye'nin fosil yakıt ağırlıklı üretim yapısını ve Almanya'nın nükleer enerjiden çıkış sonrası oluşan Yenilenebilir Enerji (YE) ağırlıklı elektrik sistemi ile karşılaştırmalı bir çerçevede değerlendirmektedir. Sonuç olarak: Fransa ucuz, dengeli elektrik üretimini ve CO₂ azaltımını, nükleer enerjiyle sağlamaktadır denebilir. Böylelikle Fransa, başta nükleerden çıkan Almanya olmak üzere. komşularına elektrik satar duruma gelmiştir.

1.Giriş

Fransa'nın nükleer enerjiye yönelimi, 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizlerinin ardından enerji arz güvenliğini sağlama amacıyla başlatılan *Plan Messmer* (1974) ile kurumsal bir nitelik kazanmıştır. Bu strateji kapsamında elektrik üretiminde fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması, dışsalımlı enerji kaynaklarına olan ilginin düşürülmesi ve ulusal ölçekte kararlı bir elektrik sisteminin kurulması hedeflenmiştir. Nükleer enerji yatırımları, yalnızca arz güvenliğini artırmakla kalmamış; aynı zamanda uzun vadede düşük maliyetli ve fiyat oynaklığı sınırlı bir elektrik üretim yapısının oluşmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde Fransa'nın nükleer enerji politikası; enerji güvenliği, iklim değişikliğiyle savaşım ve Avrupa elektrik piyasasında yarışım gücünün korunması gibi çok boyutlu hedeflere hizmet etmektedir. Nükleer enerjinin yüksek kapasite faktörü sayesinde baz elektrik yük üretimindeki rolü, YE kaynaklarının artan payı ile birlikte sistem dengesinin korunmasında kritik bir işlev üstlenmektedir. Bu çerçevede Fransa, hem düşük karbonlu hem de ekonomik açıdan öngörülebilir bir elektrik üretim modelini uzun yıllardır sürdürebilen ender ülkelerden biri olarak öne çıkmaktadır.

2. Fransa Nükleer Reaktör Filosunun Genel Özellikleri, Kurulu Güç ve Üretim Kapasiti (2025)

2025 yılında Fransa'da işletmede bulunan 57 reaktörün toplam kurulu gücü yaklaşık 61,4 GW düzeyindedir. Reaktörlerin büyük bölümü basınçlı su reaktörü (PWR) teknolojisine dayanmaktadır ve üç ana güç sınıfında toplanmaktadır: 900 MWe, 1.300 MWe ve 1.450 MWe. Buna ek olarak, Flamanville-3 sahasında yer alan 1.650 MWe kapasiteli EPR (European Pressurised Reactor) reaktörü, Fransa'daki ilk III+ nesil ticari reaktör olarak filoya katılmıştır. Nükleer santrallerden yıllık elektrik üretimi ortalama 330–350 TWh aralığında gerçekleşmekte olup Fransa'yı Avrupa'nın net elektrik dışsatıcısı konumuna taşımaktadır. Yıllık net dışsatım miktarı 50–60 TWh düzeyindedir.

3. Nükleer Santrallerin Coğrafi Dağılımı ve Reaktör Yapısı

Fransa'daki nükleer santraller, soğutma suyu sağlanması (deniz ve büyük nehirler), elektrik iletim altyapısı ve alım merkezlerine yakınlık gibi kriterler doğrultusunda konumlandırılmışlardır.

Aşağıdaki Çizelge 1, 2025'de Fransa'daki tüm nükleer santral alanları ve reaktör yapılarını gösteriyor.

Çizelge 1. Fransa'daki Nükleer Santraller ve Reaktör Dağılımı (2025)

Santral	Bölge	Reaktörler (tip / adet)	Yaklaşık Güç (GW)
Gravelines	Hauts-de-France	PWR-1300 ×6	~5,4
Paluel	Normandiya	PWR-1300 ×4	~5,2
Cattenom	Grand Est	PWR-1300 ×4	~5,2
Flamanville	Normandiya	PWR-1300 ×2 + EPR ×1	~3,3
Blayais	Nouvelle-Aquitaine	PWR-900 ×4	~3,6
Bugey	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-900 ×2, PWR-1300 ×2	~3,6
Chinon	Centre-Val de Loire	PWR-900 ×4	~3,6
Civaux	Nouvelle-Aquitaine	PWR-1450 ×2	~3,0
Cruas	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-900 ×4	~3,6
Dampierre	Centre-Val de Loire	PWR-900 ×4	~3,6
Golfech	Occitanie	PWR-1300 ×2	~2,6
Nogent-sur-Seine	Grand Est	PWR-1300 ×2	~2,6
Penly	Normandiya	PWR-1300 ×2	~2,6
Saint-Alban	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-1300 ×2	~2,6
Saint-Laurent	Centre-Val de Loire	PWR-900 ×2	~1,8
Tricastin	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-900 ×4	~3,6
Belleville	Centre-Val de Loire	PWR-1300 ×2	~2,6
Toplam		57 reaktör / 18 alanda	~61,4

4. Flamanville-3 Avrupa Basınçlı Reaktörünün (EPR) Stratejik Önemi

Flamanville-3, 1.650 MWe gücüyle Fransa'daki en yüksek kapasiteli reaktördür. Ağustos 2025'te tam kapasiteye ulaşması, Fransa nükleer sektöründe teknolojik bir dönüm noktası olarak değerlendirilmektedir. Proje, ciddi maliyet artışları ve gecikmelerle (yaklaşık 13,2 milyar avro) karşılaşmış olsa da, EPR teknolojisinin Fransa'da ilk kez ticari işletmeye alınmasını sağlamış ve gelecekte planlanan EPR2 reaktörleri için kritik bir deneyim alanı oluşturmuştur.

Not: Yukarıda resmi görülen Flamanville reaktörleri 3 adettir: **Flamanville Nükleer Santrali** Fransa’da 3 reaktörden oluşuyor: **Flamanville 1:** ~1300 MWe, **Flamanville 2:** ~1300 MWe, **Flamanville 3:** 1650 MWe, **Flamanville 3, EPR (European Pressurized Reactor)** tipinde en modern reaktördür.

5. Gelecek Nükleer Görünümü: EPR2 Programı

Fransa Hükümeti ve EDF, bugünkü nükleer reaktör filonun yaşlanması ve uzun vadeli elektrik gereksiniminin karşılanması amacıyla altı adet EPR2 reaktörünün yapımını içeren yeni bir nükleer program açıklamıştır. Toplam planlanan kapasite 9,6–10 GW düzeyindedir. Reaktörlerin Penly, Gravelines ve Bugey yörelerinde yapılması öngörülmekte olup ilk reaktörlerin 2035–2037 döneminde devreye alınması hedeflenmektedir.

6. Stratejik ve Ekonomik Değerlendirme

Nükleer enerji, Fransa açısından üç temel stratejik işlev üstlenmektedir: (i) enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılığın azaltılması, (ii) düşük karbonlu elektrik üretimi yoluyla iklim hedeflerine katkı ve (iii) sanayi politikası kapsamında yüksek katma değerli teknoloji ve istihdam yaratılması. Mevcut reaktörlerin yüksek kapasite faktörü ve düşük marjinal üretim maliyetleri, Fransa’nın elektrik fiyatlarını fosil yakıt ve YE piyasalarındaki dalgalanmalara karşı görece korunaklı kılmaktadır. Bu durum, özellikle sanayi sektörü açısından uzun vadeli yatırım ve rekabet avantajı yaratmaktadır.

7. Türkiye ve Almanya’daki Elektrik Üretimiyle Karşılaştırma

Türkiye’nin Elektrik Üretim Yapısı

Türkiye’nin elektrik üretimi ağırlıklı olarak kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara dayanmaktadır. 2024 yılında toplam kurulu güç yaklaşık 105 GW, yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 330 TWh düzeyindedir.

Türkiye’de Nükleer reaktör yapımı için 1970’li yıllardan beri bir dizi girişimler yapılmış olmasına rağmen hükümetler ekonomik zorluklar nedeniyle bütçelerinde nükleere para ayıramamışlar, ancak ,yap işlet ve bize elektrik sat’ modeliyle 4 reaktörlü (4x 1200 MW gücündeki) Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nin yapımını 2010 yılında Rosatom şirketine vermişlerdir. Epey ertelemelerle yapımı sürmekte olan Akkuyu reaktörlerinin kademeli olarak devreye alınmasına 2026 ‘da başlanacağı açıklanmıştır.

Almanya ise 1970’li yıllardan beri işletmekte olduğu nükleer reaktörleri hükümetlerin aldığı politik kararlarla zamanla azaltmış ve 2023 Nisan ayında da son 3 reaktörü kapatarak nükleer enerji üretiminden ayrılmıştır.

Bu nedenlerle Fransa’nın nükleer enerjiye dayalı üretim modeli, Türkiye ve Almanya gibi ülkelerle yapılan karşılaştırmalarda belirgin biçimde ayrılmaktadır. Türkiye’nin elektrik üretim yapısı hâlen kömür ve doğal gaz ağırlıklıdır ve bu durum elektrik

sektöründe yüksek karbon yoğunluğuna yol açmaktadır. Almanya ise nükleer enerjiden çıkış politikası sonrasında yenilenebilir kapasitesini hızla artırmış olmakla birlikte, sistemin sürekliliğini sağlamak amacıyla kömür ve doğal gaz santrallerine bağımlılığını tümüyle ortadan kaldıramamıştır.

Çizelge 2. Fransa, Türkiye ve Almanya'nın Elektrik Üretimi ve CO₂ Göstergeleri (yaklaşık, 2025) Fransa nüfusu 68 Milyon, Türkiye ve Almanya yaklaşık yanı 86 Milyon kişi

Ülke	Toplam Kurulu Güç (GW)	Yıllık Elektrik Üretimi (TWh)	Elektrik Karbon Yoğunluğu (gCO ₂ /kWh)	Toplam CO ₂ Salınımı (Mt/yıl)
Fransa	~140 (Nükleer ~61)	~480	~30	~380
Türkiye	~105	~330	~450	~550
Almanya	~230	~500	~400	~670

8. Sonuç

2025 yılında Fransa'nın nükleer enerji sistemi, gelişmiş bir reaktör filosu ile yeni kuşak nükleer teknolojiler arasında bir geçiş aşamasındadır. Flamanville-3 EPR reaktörünün devreye girişi ve EPR2 programı, nükleer enerjinin Fransa'nın uzun süreli enerji ve iklim stratejisindeki merkezi rolünü açık biçimde doğrulamaktadır. **Nükleer enerji, Fransa'ya sadece düşük karbonlu elektrik üretimi sağlamakla kalmamakta; aynı zamanda elektrik enerjisinde sunum güvenliği, fiyat kararlılığı ve sanayide yarışma gücü açısından yapısal avantajlar sunmaktadır.**

Türkiye'de daha çok fosil yakıtlar kullanımı sonucu havaya CO₂ salınması az değildir. YE'lerde hidrolik (su potansiyeli) fazla, Rüzgar ve Güneş Enerjileri ise daha azdır. Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin devreye alınması, Türkiye'nin elektrik üretim yelpazesinde yapısal bir dönüşüm potansiyeli sunacaktır. Almanya'da ise YE'de Rüzgar ve Güneş enerjileri öndedir.

Fransa ile Türkiye ve Almanya karşılaştırmalarında, enerji politikalarında teknoloji seçeneklerinin uzun süreli sonuçları açık olarak görülmektedir. Fransa örneği, nükleer enerjinin yenilenebilir kaynaklarla birlikte entegre edildiği bir sistemde, yüksek elektrik üretimi ile düşük CO₂ emisyonlarının birlikte yürütülebileceğini göstermektedir. Bu yönüyle nükleer enerji, Fransa için yalnızca bir elektrik üretim teknolojisi değil; iklim politikası, ekonomik sürdürülebilirlik ve enerji güvenliğini birlikte destekleyen stratejik bir kamu politikası aracı niteliği taşımaktadır. **Sonuç olarak bu karşılaştırma, Fransa'nın nükleer enerji sayesinde hem düşük karbonlu hem de kararlı fiyatta bir elektrik sistemi kurabildiğini göstermektedir.**

Kaynakça /I/

- [1] RTE, *Bilan électrique 2024*, <https://www.rte-france.com/analyses-tendances/bilan-electrique>
- [2] EDF, *Parc de production nucléaire*, <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/nucleaire>
- [3] IAEA, *PRIS Country Statistics – France*, <https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>
- [4] ASN, *Rapports annuels de sûreté nucléaire*, <https://www.asn.fr/l-asn-informe/rapports-annuels>
- [5] Ministère de la Transition énergétique, *Politique nucléaire*, <https://www.ecologie.gouv.fr/politique-nucleaire>
- [6] IEA, *Electricity Information*, <https://www.iea.org/data-and-statistics>
- [7] TÜİK, *Enerji İstatistikleri*, <https://data.tuik.gov.tr>
- [8] World Bank, *CO₂ Emissions Data*, <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>