

# Avrupa (YENİ) Basınçlı Su Reaktörlerinin (EPR) Farklılığı ve Üstünlüğüyle Kaza Riski Yok Derecede azaltıldı !

## EPR Reaktörleriyle, Önceki PWR ve Akkuyu Rus Reaktörlerinin Karşılaştırılması

**Hazırlayan:** Yüksel Atakan, Radyasyon Fizikçisi [ybatakan4@gmail.com](mailto:ybatakan4@gmail.com), 29.12.2025 /I/

### 1. Giriş

Nükleer enerji, düşük karbon salımı ve yüksek taban elektrik yük kapasitesiyle birçok ülkenin enerji arz güvenliğinde stratejik bir rol oynamaktadır.

Nükleer enerji üretiminde günümüzde en yaygın kullanılan teknoloji basınçlı su reaktörleri (Pressurized Water Reactor – PWR) olup, bu tasarım zamanla farklı ülkeler ve üreticiler tarafından geliştirilmiş çeşitli gelişmişleri ortaya çıkarmıştır. Fransa'daki bugünkü nükleer filonun büyük bölümü klasik PWR teknolojisine dayanırken, Flamanville-3 ile birlikte III+ nesil EPR (European Pressurised Reactor) tasarımı devreye alınmıştır. Finlandiya yeni reaktörü de böyledir (Bkz.Şekil). Türkiye'de kurulmakta olan Akkuyu Nükleer Güç Santrali ise Rus tasarımı VVER-1200 reaktörlerini içermekte olup, bu reaktörler de III+ nesil PWR sınıfında değerlendirilmektedir.

### 2. Reaktörlerin Teknik Ayrıntılarının Karşılaştırması

Bu bölümde, klasik PWR'ler, EPR ve Akkuyu'da kullanılan VVER-1200 reaktörleri teknik, güvenlik ve işletme parametreleri açısından karşılaştırılmakta; ardından EPR tasarımının ayırt edici üstünlükleri açıklanmaktadır.

Fransa dışındaki çalışan EPR reaktörleri Çin Taishan Nükleer Güç Santrali (iki ünite, ticari işletmede) ve Finlandiya Olkiluoto-3 reaktörüdür (2023 itibarıyla ticari üretimde).



Şekil 1. Fransa Flamanville3 reaktörü gibi, Finlandiya Olkiluoto-3 reaktörü de EPR reaktörüdür. Finlandiya reaktörü 2023'den beri elektrik üretmektedir.

## Çizelge: PWR, EPR ve Akkuyu (VVER-1200) Reaktörlerinin Teknik Ayrıntılarının Karşılaştırılması

| Teknik Ayrıntılar              | Klasik PWR ( II/III.Kuşak)      | EPR ( III+Kuşak)                         | VVER-1200 (Akkuyu, III+Kuşak)   |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|
| Reaktör tipi                   | Basınçlı su reaktörü            | Avrupa Basınçlı Su Reaktörü              | Rus tipi PWR (VVER)             |
| Net elektrik gücü              | 900–1300 MWe                    | 1600–1650 MWe                            | ≈1114 MWe                       |
| Termal güç                     | 2800–3800 MWt                   | ≈4500 MWt                                | ≈3200 MWt                       |
| Nesil sınıfı                   | II / III                        | III+                                     | III+                            |
| Yakıt zenginliği               | %3–5 U-235                      | %5 U-235, MOX uyumlu                     | %3–5 U-235                      |
| Yakıt çevrim süresi            | 12–24 ay                        | 18–24 ay (uzatılmış)                     | 18–24 ay                        |
| Tasarım ömrü                   | 40–60 yıl                       | 60 yıl                                   | 60 yıl                          |
| Güvenlik sistemleri            | Ağırlıklı aktif                 | Aktif + gelişmiş pasif                   | Aktif + pasif                   |
| Güvenlik bölümü (hattı) sayısı | 2–3                             | 4 bağımsız ve fiziksel olarak ayrı bölüm | 2–3                             |
| Koruyucu yapı                  | Tek koruyucu yapı               | Çift koruyucu yapı                       | Çift koruyucu yapı              |
| Uçak çarpmasına dayanım        | Sınırlı                         | Tam ticari uçak dayanımı                 | Tam dayanım                     |
| Şiddetli kaza yönetimi         | Sınırlı                         | Entegre kor tutucu (core catcher)        | Kor tutucu                      |
| Hedef kapasite faktörü         | %85–90                          | >%90                                     | >%90                            |
| Çekirdek hasar olasılığı       | ~10 <sup>-5</sup> / reaktör-yıl | <10 <sup>-6</sup> / reaktör-yıl          | <10 <sup>-6</sup> / reaktör-yıl |

### 3. EPR (European Pressurised Reactor) Farklılığı, Üstünlüğü

**EPR**, klasik PWR tasarımlarının geliştirilmiş bir devamı olmakla birlikte, özellikle güvenlik, kapasite ve şiddetli kaza yönetimi alanlarında önemli yapısal iyileştirmeler içeren **III+ Kuşak** bir reaktör olarak tasarlanmıştır. **Tasarım, Çernobil ve Fukushima kazalarından çıkarılan dersler ile 11 Eylül sonrası dış tehdit senaryoları dikkate alınarak şekillendirilmiştir.**

EPR'nin en belirgin üstünlüğü, **çok katmanlı ve yüksek derecede yedekli güvenlik tasarımı olmasıdır**. Reaktör, birbirinden fiziksel olarak ayrılmış **dört bağımsız güvenlik bölümüne ayrılmıştır**. Bu yapı, birden fazla sistemin eş zamanlı olarak devre dışı kalması durumunda dahi temel güvenlik fonksiyonlarının sürdürülebilmesini mümkün kılmaktadır. Böylelikle EPR'nin nükleer çekirdek hasar olasılığı, klasik PWR'lere göre yaklaşık bir büyüklük mertebesi daha düşüktür (onda birdir)..

Bir diğer önemli avantaj, **çift koruyucu yapı (double containment)** tasarımıdır. İç koruyucu çelik yapı, yüksek basınç ve sıcaklıklara karşı sızdırmazlığı sağlarken; dış koruyucu beton yapı, büyük ticari uçak çarpması gibi dış kaynaklı aşırı olaylara karşı yapısal koruma sağlamaktadır. Bu özellik, özellikle yoğun nüfuslu bölgelerde kurulu reaktörler için önemli bir güvenlik kazanımıdır. EPR tasarımında yer alan **kor tutucu (core catcher)** sistemi, şiddetli kaza senaryolarında reaktör çekirdeğinin ergimesi durumunda ergimiş yakıtın kontrollü biçimde tutulmasını sağlayarak radyoaktif maddelerin yerin derinliklerine ve çevreye salınmasını önlemeyi amaçlamaktadır. Bu

sistem, klasik PWR tasarımlarında bulunmamakta olup, EPR'yi şiddetli kaza yönetimi açısından bir üst güvenlik düzeyine taşımaktadır.

İşletme açısından bakıldığında, EPR'nin **yüksek tekil ünite gücü** ( $\approx 1650$  MWe), birim başına daha fazla elektrik üretimi sağlayarak aynı kapasiteye ulaşmak için daha az reaktör kurulmasına olanak tanımaktadır. Bu durum, uzun sürede arazi kullanımı, işletme personeli ve altyapı maliyetleri açısından yapısal verimlilik sağlamaktadır.

Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nde kullanılan **VVER-1200 reaktörleri** de III+ Kuşak kapsamında değerlendirilmekte ve pasif güvenlik sistemleri, çift koruyucu yapı ve nükleer çekirdek (kor) tutucu gibi ileri güvenlik özelliklerini içermektedir. Bununla birlikte EPR, daha yüksek ünite gücü, daha fazla güvenlik bölümleri ve koruyucu tasarım eklemeleri (marjları) ile özellikle en üstün (**maksimum**) **güvenlik ve uzun süreli taban (baz) elektrik yük üretimini** hedefleyen ülkeler için öne çıkmaktadır.

### Değerlendirme

Genel olarak değerlendirildiğinde EPR, nükleer enerji teknolojisinde “**güvenlik öncelikli yüksek kapasiteli baz yük reaktörü**” yaklaşımının somut bir örneğini temsil etmektedir. Fransa'nın EPR ve planlanan EPR2 programları, yalnızca yaşanan reaktör filusunun yenilenmesi değil; aynı zamanda düşük karbonlu, kararlı ve rekabetçi bir elektrik üretim sisteminin uzun vadede güvence altına alınması açısından stratejik bir rol oynamaktadır.

## Referanslar

1. **IAEA (International Atomic Energy Agency).**  
*Advances in Pressurized Water Reactor Technology.*  
IAEA Nuclear Energy Series, Vienna, 2013.
2. **IAEA.**  
*Status of Innovative Small and Medium Sized Reactor Designs.*  
IAEA-TECDOC Series, Vienna, 2022.
3. **World Nuclear Association.**  
*Pressurized Water Reactors.*  
World Nuclear Association, London.
4. **World Nuclear Association.**  
*European Pressurised Reactor (EPR).*  
World Nuclear Association, London.
5. **AREVA / EDF.**  
*The EPR™ Reactor: A New Generation of Nuclear Power Plants.*  
Technical Brochure, Paris.
6. **OECD/NEA (Nuclear Energy Agency).**  
*Technology Roadmap Update for Generation III and III+ Nuclear Reactors.*  
OECD Publishing, Paris, 2020.
7. **Rosatom.**  
*VVER-1200 Reactor Design and Safety Systems.*  
Rosatom Technical Documentation, Moscow.
8. **IAEA.**  
*Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants.*  
IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.10, Vienna.
9. **Türkiye Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK).**  
*Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi – Genel Teknik Bilgiler.*  
Ankara.