

Doğu sınırımıza çok yakın Ermanistan Metsamor Nükleer Reaktörünün Kaza Riski Çok Mu Yüksek?

Hem Genel, Hem de Akkuyu Nükleer Santraliyle Karşılaştırma

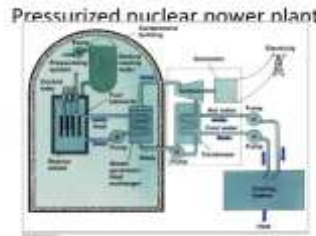
Yüksel Atakan Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 16.02.2026 / I/

ÖZET

Bu çalışmada, Ermenistan’da işletmede bulunan Metsamor Nükleer Güç Santrali ile Türkiye’de yapımı süren Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nin reaktör tasarımı, containment (güvenlik kabı) yapısı, çekirdek tutucu sistemleri, radyolojik güvenlik bariyerleri ve sismik dayanım kriterleri açısından karşılaştırmalı teknik analizin yapılmaktadır. Değerlendirme, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ve Dünya Nükleer İşletmeciler Birliği (WNO) güvenlik standartları çerçevesinde yapılmıştır. Ayrıca Bulletin of the Atomic Scientists’te yayımlanan eleştirel görüşler de analize katılmıştır.

1. GİRİŞ

Nükleer enerji tesislerinin güvenliği, yalnızca teknik bir mühendislik konusu değil; aynı zamanda çevresel, jeopolitik ve sınır ötesi güvenlik boyutları olan stratejik bir konudur. Özellikle sınır bölgelerine yakın konumlanan nükleer tesisler, olası bir radyolojik olayın yalnızca ulusal değil bölgesel etkiler doğurabilmesi nedeniyle uluslararası hukuk ve diplomasi kapsamında da değerlendirilir.



Metsamor Nükleer Güç Santrali, Ermenistan’ın elektrik üretiminin yaklaşık %35–40’ını sağlamaktadır ve Türkiye sınırına yaklaşık 16–30 km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu yakınlık, tesisin teknik güvenliğinin Türkiye açısından çevresel güvenlik bağlamında incelenmesini gerekli kılmaktadır. Metsamor’un reaktör tasarımı 1970’ler Sovyet mühendislik tasarımına dayanmaktadır ve II. kuşak VVER-440/V-270 tipi basınçlı su reaktörüdür.

Buna karşın Akkuyu NGS, III+ kuşak VVER-1200 tasarımına sahip olup, Fukushima sonrası geliştirilen modern güvenlik felsefesine uygun çok katmanlı pasif ve aktif güvenlik sistemleri içermektedir. Bu iki tesis arasındaki kuşak farkı, containment yapısından çekirdek tutucu sistemlere kadar birçok güvenlik parametresinde belirgin farklılıklar göstermektedir.

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), yaşlı reaktörlerin işletme ömrü uzatılırken “aging management” ve “defence-in-depth” prensiplerinin titizlikle uygulanmasını şart koşmaktadır. Metsamor’da bu kapsamda modernizasyon çalışmaları yürütülmektedir. Ancak tasarımın başlangıç güvenlik felsefesi ile modern III+ kuşak reaktör güvenlik yaklaşımı arasında yapısal önemli farklar bulunmaktadır.

Bu çalışmamızın amacı:

- Metsamor ve Akkuyu'nun containment ve radyolojik güvenlik sistemlerini teknik olarak karşılaştırmak,
- Türkiye açısından sınır ötesi risk boyutunu değerlendirmek,
- Akademik ve uluslararası güvenlik perspektiflerini birlikte analiz etmektir.

2. METSAMOR NÜKLEER GÜÇ SANTRALİ – TEKNİK YAPI

2.1 Reaktör Özellikleri

- Tip: VVER-440/V-270
- Kuşak: II. Kuşak
- Net Güç: ~407 MWe
- Devreye Giriş: 1980
- Planlanan İşletme: 2036 (2046 potansiyel uzatma)

2.2 Containment Yapısı (Reaktör binası Güvenlik Çelik/Beton Çift Kılıfı)

Metsamor'da klasik batı tipi çift katmanlı tam basınçlı containment yapısı bulunmuyor. Tasarım özellikleri:

- Kısmi basınç sınırlama sistemi
- Lokal sızdırmazlık bölümleri
- Betonarme koruma yapısı
- Filtreli havalandırma sistemleri

Bu yapı, modern çift katmanlı containment sistemlerine göre daha düşük basınç dayanımındadır.

3. AKKUYU NÜKLEER GÜÇ SANTRALİ – TEKNİK YAPI

3.1 Reaktör Özellikleri

- Tip: VVER-1200 (AES-2006)
- Kuşak: III+ (Çok daha fazla gelişmiş Güvenlik Sistemleri)
- Net Güç: 1200 MWe (4 reaktörün her bir için)

3.2 Containment Yapısı

Akkuyu'da:

- Çift katmanlı beton ve çelik containment
- Uçak çarpmasına dayanıklı dış kılıf
- Yüksek basınç dayanımı
- Sızdırmaz çelik sistemi

bulunmaktadır.

Ayrıca:

- Core catcher (ergimiş nükleer çekirdek tutucu çanak)
- Pasif ısı enerjisi uzaklaştırma sistemi (72 saat otomatik)
- Reaktör binasında hidrojen gazı patlamasını önleyen rekombinatörler

vardır.

4. CONTAINMENT KARŞILAŞTIRMA TABLOSU

Özellik	Metsamor NGS	Akkuyu NGS
Reaktör Kuşak	II. Kuşak	III+ Kuşak
Containment Tipi	Kısmi basınç sınırlama	Çift katmanlı tam containment
Basınç Dayanımı	Sınırlı	Yüksek tasarım basıncı
Çelik Kılıf	Kısmi	Tam çelik liner
Core Catcher	Yok	Var
Uçak Çarpması Dayanımı	Tasarımda yok	Var
Hidrojen Kontrolü	Sınırlı	Rekombinatör sistemi
Pasif Güvenlik	Sınırlı	Gelişmiş pasif sistem

5. ‘BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS’ GÖRÜŞÜ /I/

Bulletin of the Atomic Scientists’te yayımlanan makalede /I/ Metsamor için:

- Sismik risk vurgusu
- Yaşlı tasarım eleştirisi
- Containment yetersizliği savı
- Kapatılması gerektiği görüşü

ileri sürülmektedir.

IAEA raporları ise modernizasyon sonrası güvenlik seviyesinin uluslararası denetim altında olduğunu belirtmektedir.

6. TÜRKİYE AÇISINDAN RİSK ANALİZİ

6.1 Sismik Risk

Metsamor, Doğu Anadolu fay sistemine görece yakın bir bölgede yer almaktadır. Sismik olay senaryoları, özellikle containment tasarımı açısından önemlidir.

6.2 Radyolojik Yayılım

Olası ağır kaza senaryosunda:

- Meteorolojik koşullar belirleyicidir
- Rüzgâr yönü ve topografya etkilidir
- Olasılık düşük, etki yüksek risk kategorisindedir

7. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Yapılan teknik analiz göstermektedir ki Metsamor NGS, modernizasyon süreçlerinden geçmiş olsa da tasarım felsefesi 1970’ler Sovyet mühendislik anlayışına dayanmaktadır. Containment sisteminin kısmi yapıda olması, çekirdek tutucu sistemin bulunmaması ve pasif güvenlik sistemlerinin sınırlı oluşu, modern III+ kuşak reaktörlerle karşılaştırıldığında yapısal güvenlik farkı oluşturmaktadır.

Akkuyu NGS ise:

- Çift katmanlı containment
- Core catcher (Nükleer yakıt tutucu çanak)
- Pasif güvenlik sistemleri
- Uçak çarpmasına dayanım
- Fukushima sonrası standartlara uygun tasarım

özellikleri ile daha ileri bir güvenlik mimarisine sahiptir.

Türkiye açısından değerlendirme:

- **Metsamor mevcut haliyle “acil ve kaçınılmaz kriz” niteliğinde değildir.**
- Ancak tasarım yaşı ve containment farklılığı nedeniyle stratejik önem taşımaktadır.
- Sürekli sınır ötesi radyolojik izleme, meteorolojik modelleme ve diplomatik teknik iş birliği gereklidir.

Sonuç olarak risk düzeyi düşük olasılıklı fakat yüksek etkili senaryolar kategorisinde değerlendirilmelidir. Modernizasyon süreci sürdürülse de tasarım kuşak farkı tümüyle ortadan kaldırılamaz.

Ek soru ve yanıtlar

1 “Kısmi Basınç Sınırlama” (Partial Pressure Suppression) Ne Demektir?

Metsamor Nükleer Güç Santrali’nde kullanılan VVER-440/V-270 tasarımında **tam basınçlı, hermetik (tam sızdırmaz) çift katmanlı containment** yerine “kısmi basınç sınırlama sistemi” bulunmaktadır.

Bu kavram şu anlama gelir:

Bir ağır kaza veya boru kırılması (LOCA – Loss of Coolant Accident) durumunda oluşan yüksek basınçlı buhar ve gazların tümü tek bir yüksek dayanımlı kapalı beton-çelik kılıf içinde tutulmaz. Bunun yerine:

- Reaktör binası içinde birden fazla **basınç sınırlama bölümü** bulunur.
- Buhar, özel kanallar aracılığıyla **basınç azaltma odalarına (bubble condenser / basınç bastırma hacmi)** yönlendirilir.
- Bu hacimlerde buhar yoğunlaştırılarak basınç düşürülür.
- Yapının tümü modern PWR’lerdeki gibi tam hermetik containment değildir.

Basitleştirilmiş fark:

Tam Containment (Modern PWR’ler):

- Tek büyük, sızdırmaz, yüksek dayanımlı beton + çelik kabuk
- Tüm kaza basıncı bu hacimde tutulur

Kısmi Basınç Sınırlama (VVER-440/V-270):

- Bölmeli yapı
- Basınç bastırma odaları
- Daha düşük tasarım basıncı
- Tam çift katmanlı hermetik kabuk yok

Bu nedenle Metsamor'un containment sistemi modern III+ kuşak reaktörlere kıyasla daha düşük tasarım basıncı toleransına sahiptir.

2 Beton Containment Kalınlığı Kaç cm?

◆ Metsamor (VVER-440/V-270)

Metsamor'da:

- Tam batı tipi çift katmanlı containment yoktur.
- Betonarme koruma yapısının kalınlığı yaklaşık **60–90 cm** aralığındadır (bölgesel farklılık gösterebilir).
- Çelik yapı sistemi modern anlamda tam entegre değildir.

Tasarım, 1970'lerin Sovyet mühendislik standartlarına göre yapılır.

◆ Akkuyu (VVER-1200, AES-2006)

Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nde:

- İç containment: yaklaşık **1.2 – 1.4 metre (120–140 cm) beton**
- Dış containment: yaklaşık **0.6 – 0.8 metre (60–80 cm) beton**
- İç kılıf tam çeliktir.

Toplam çift katmanlı yapı, uçak çarpması ve yüksek basınç senaryolarına dayanacak şekilde tasarlanmıştır.

3 Teknik Karşılaştırma (Containment Odaklı)

Özellik	Metsamor	Akkuyu
Containment tipi	Kısmi basınç sınırlama	Çift katmanlı tam containment
Beton kalınlığı	~60–90 cm	120–140 cm (iç) + 60–80 cm (dış)
Çelik kılıf	Kısmi	Tam
Core catcher	Yok	Var (Kaza durumunda nükleer yakıtı tutan kap)
Tasarım basıncı	Daha düşük	Yüksek

4 Sonuç (Containment Perspektifi)

- “Kısmi basınç sınırlama”, basıncı yoğunlaştırma ve bölmeli yapıyla azaltmaya dayalı eski kuşak bir yaklaşımdır.
- **Modern III+ kuşak** reaktörlerde ise tam hermetik containment ve çok katmanlı fiziksel bariyer sistemi vardır.
- **Beton kalınlığı ve çelik kılıf entegrasyonu açısından Akkuyu tasarımı daha ileri güvenlik seviyesine sahiptir.**

KAYNAKLAR

1. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı – Safety Standards Series
2. Dünya Nükleer İşletmeciler Birliği – Performance Indicators
3. IAEA SALTO Mission Reports – Armenia
4. Bulletin of the Atomic Scientists – “Armenia’s nuclear power plant is dangerous. Time to close it.”
<https://share.google/MEjLpkmk7vZX6uYSB>