

**RADYASYON GÜVENLİĞİ YÜKSEK BİR NÜKLEER SANTRAL AMACIYLA**

**PROJE VE YAPIM DÖNEMİNDE**

**YAPILACAKLAR NELERDİR?**

*Yüksel Atakan, Dr., Radyasyon Fizikçisi,*

# BİR NÜKLEER SANTRALDA 2 FARKLI GÜVENLİK SAĞLANMALI

## NGS normal çalışırken:

1.Nükleer güvenliğin (nuclear safety) sağlanması (kritikalite kontrolü ya da nükleer tepkimelerin tek bir nötronla sürmesinin sağlanması, bununla ilgili tüm teknik ve yönetsel önlemlerin alınması)

.

## 2.Radyasyon güvenliğinin (radiation safety) sağlanması

Santralin içine ve dışına sızan / salınan radyoaktivitenin sürekli kontrol altında tutularak sınırlanması;

### **ARIZA VE KAZA DURUMLARINDA**

– ‘n sınır değerlere’ ulaşıldığında bacadaki kapakların otomatikman kapatılarak radyoaktif maddelerin bina dışına atılmasının nlenmesi.

**PROJE VE YAPIM DÖNEMİNDE  
NE YAPMALI?  
RADYASYON GÜVENLİĞİ  
NÜKLEER GÜÇ SANTRALI (NGS)  
İÇİNDE VE DIŞINDA  
İLERİDE NASIL SAĞLANABİLİR?**

**1. Genel Denetim**  
**PROJE TEKLİFİNDEKİ TEKNİK RAPOR VE**  
**AÇIKLAMALARIN**  
**RADYASYON GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEBİLECEK**  
**TÜM SİSTEM VE PARÇALARIN**  
**(COMPONENTS: Örneğin Reaktor kazanı)**  
**İLGİLİ STANDART VE YÖNETMELİKLERE**  
**UYGUNLUĞUNUN DENETİMİ**  
**BUNLAR, ANCAK UYGUNSA ONAYI.**

## **2. Ayrıntılı Özel Denetim**

**(Şeytan ayrıntıda gizlenir örneği!!)**

**SANTRALIN GÜVENLİ ÇALIŞMASIYLA İLGİLİ HER BİR SİSTEM, AYGIT VE MALZEMENİN YAPIMINDAN MONTAJINA VE YERİNDE DENENMESİNE (TEST) KADAR İLGİLİ STANDARTLARA ve YÖNETMELİKLERE UYGUNLUĞUNUN BİLİRKİŞİLERCE DENETİMİ, BUNLAR, ANCAK UYGUNSA ONAYI.**



## Ayrıntılı Özel Denetim

Basınçlı reaktör kazanına bir örnek

Reaktör kazan malzemesinde eser elementler çok az olmalı ve kazan malzemesi, sürekli nötron akısı altında, uzun sürede ince yapısını (fine structure) bozmamalı. Bunlarla ilgili bir dizi

standart var. Nasıl denetlenecek?

# REAKTÖR KAZANI İÇ YAPISI

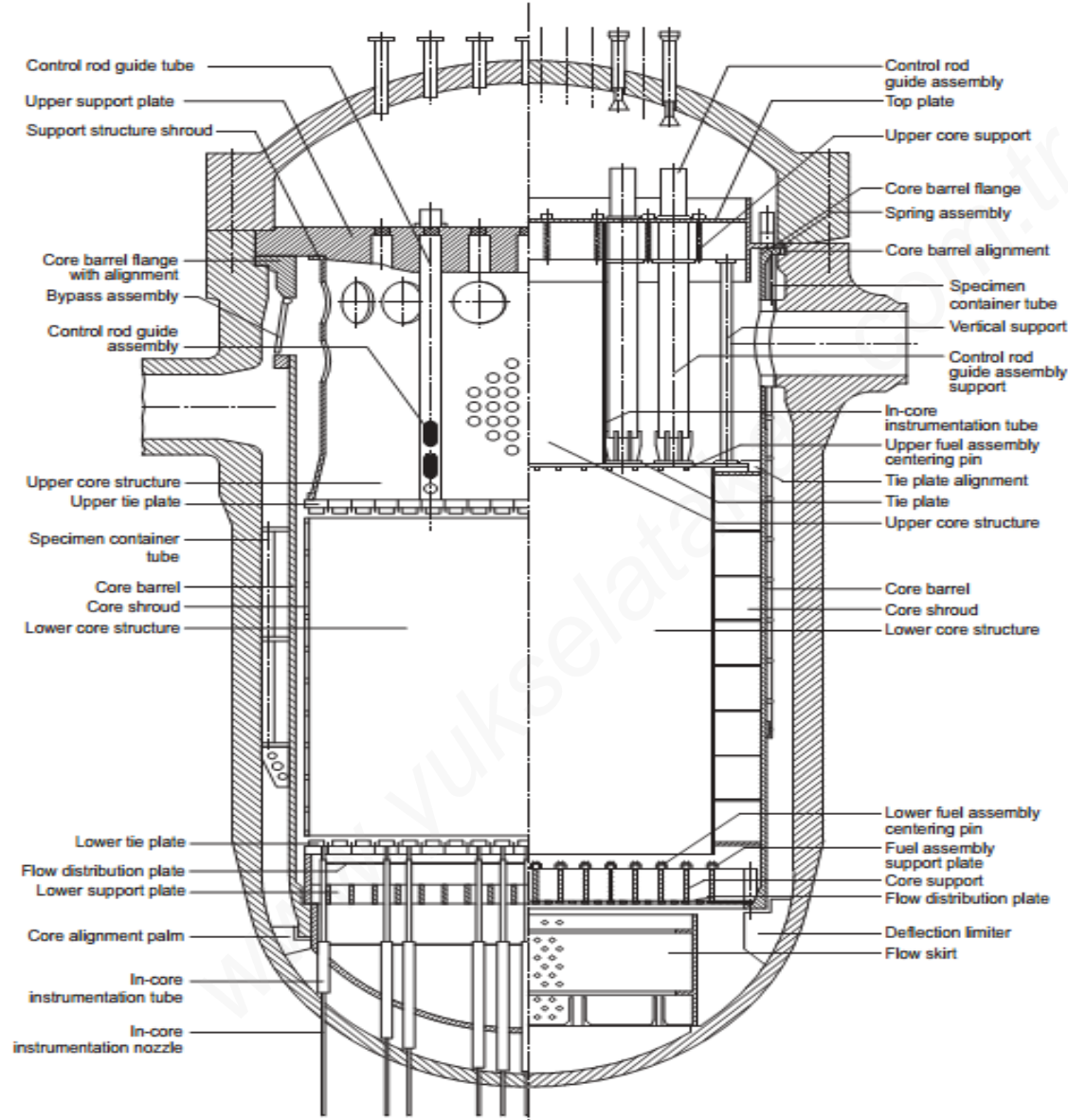


Figure 3-1: Typical internals of a Reactor Pressure Vessel (RPV)



**Ayrıntılı özel denetime başka bir örnek:**  
**Santralin güvenli çalışmasıyla ilgili boruları ve bazı**  
**aygıtları duvarlara tutturun kaliteli dübeller (25 cm**  
**kadar uzunluğunda) depreme dayanıklı olacak**  
**şekilde duvarlara dik monte edilmeli,**  
**yoksa depremde bunlar hasar göreceğinden ilgili**  
**sistemler hasar görür, çalışmaz.**

**Almanya'daki Biblis NGS'da, biraz  
arpık monte edildiđi sonradan  
belirlenen 15.000 dübel'in sklp  
yenileriyle değiştirilmesi 1,5 yıl sürdü  
ve santralin durdurulmasıyla birlikte  
bu iř 1 Milyar Avro'yo mal oldu.**

**Sadece 1 tek dübelin montajında 6-7 montör ve uzman, ilgili yönetmeliklerin yaptırımlarını denetliyor.**

**Rastgele seçilen bazı dübellerin denetimine izin verilmiyor, tümünün tek tek denetimi gerekiyor.**

**Dübellerin uygunluğu, hem atom enerji yasasına hem de yapı güvenliği yasa ve yönetmeliklerine göre farklı uzmanlarca denetleniyor.**

**Kurulacak nükleer santraller, bugünkü geliştirilmiş teknolojiye göre otomasyon sistemlerini kapsayarak, ilgili standartlara göre yapıldığında, Çernobil ve Fukuşima'daki insan hatalı (man-made) kazaların benzerinin olması beklenemez.**

**BU SANTRALLAR ÖRNEĞİN ALMANYA'da YAPILACAK OLSALARDI DAHA LİSANSLAMA DÖNEMİNDE ONAY ALAMAZ VE KURULAMAZLARDI**

# **ÜLKEMİZDE KURULACAK NÜKLEER SANTRALLAR İÇİN ANA SORUN:**

**ULUSLARARASI STANDARTLARIN UYGULANMASINI  
VE BUNLARDAN DOĞACAK YAPTIRIMLARI,  
GİDERLERİ VE GECİKMELERİ,  
SANTRALLARI KURACAK ŞİRKETLERİN VE HATTA  
HÜKÜMETLERİN KABUL EDİP ETMEYECEKLERİDİR !**

# Ülkemizde kurulacak NGS için sonuçlar:

Fukuşima kazasından edinilen bilgilerin ışığında gerekli yaptırımları da katarak, Batı'daki modern bir nükleer santraldaki teknik yapının ülkemizde kurulacak santrallarda gerçekleşmesi:

- büyük ölçüde, uluslararası standartlara göre çok çeşitli uzmanlık dallarını kapsayacak denetimlere, kalite kontrollerine,
- radyoaktif atıkların uygun depolanmasına,
- yakıt elemanları bekletme havuzlarının
- ve nükleer yakıtın taşınmasındaki

radyasyon güvenliğinin planlanmasıyla ilgili tüm ayrıntıların gelişen teknolojiye göre yapılmasına bağlı olacaktır.

- Bunlar bilinmeden ve tek tek gerçekleşmeden 'santral güvenlidir' ya da 'güvensizdir' şeklinde bir görüş bildirilmesi doğru değil. Gerçeklerle (facts), düşünceleri (opinion) ayırmak doğru olur.

**Her teknolojide olduğu gibi nükleer santrallarda da kaza riski sıfır ya da yok denemez.**

**Ancak alınacak önlemlerle risk iyice düşürülebilir ve sıfıra yaklaştırılabilir (Almanya ve Fransa'da olduğu gibi)**

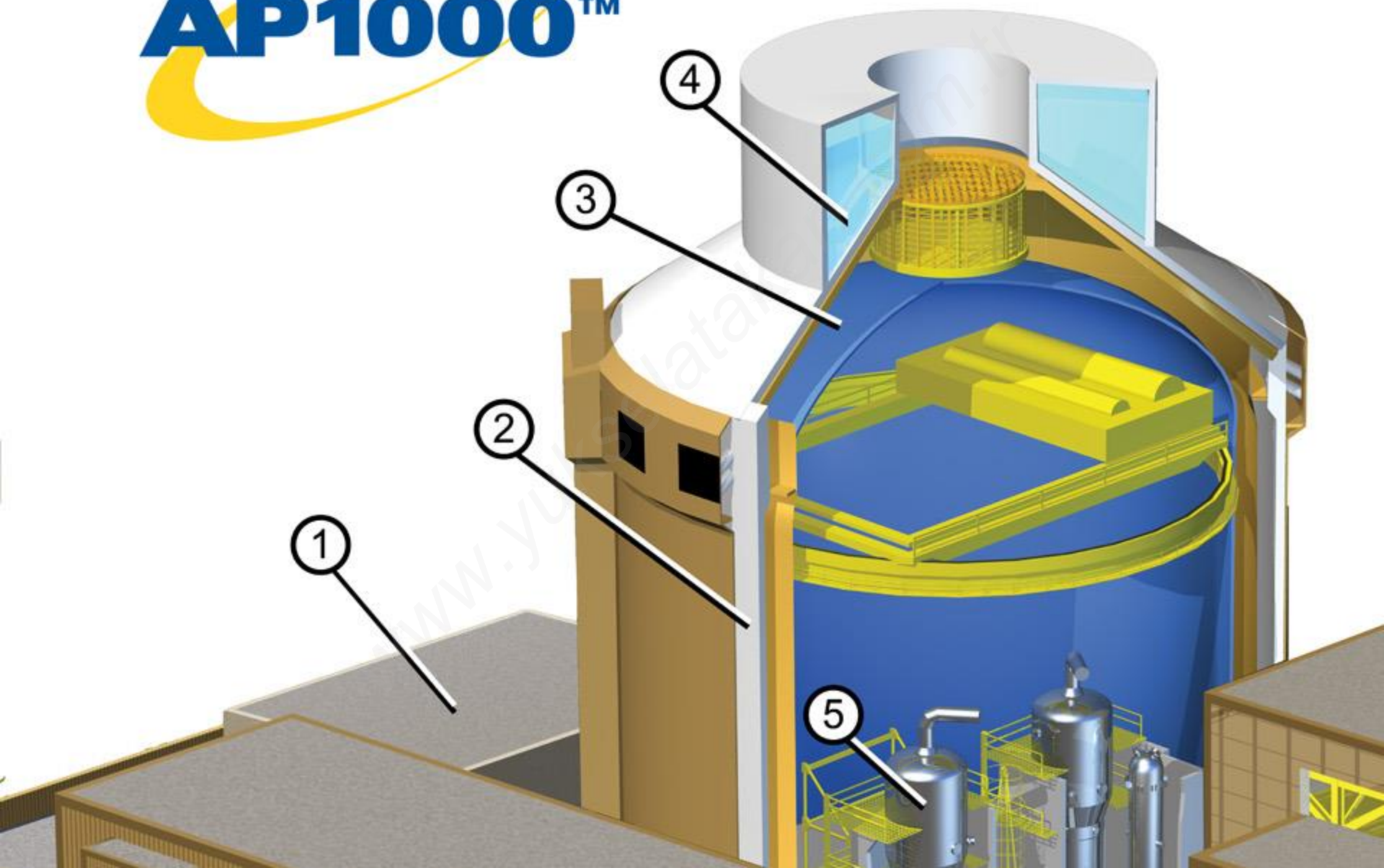
**HER NE KADAR AKKUYU SANTRALININ PROJE VE YAPIMINDA KONTROL BİZDE GÖRÜNSE DE:**

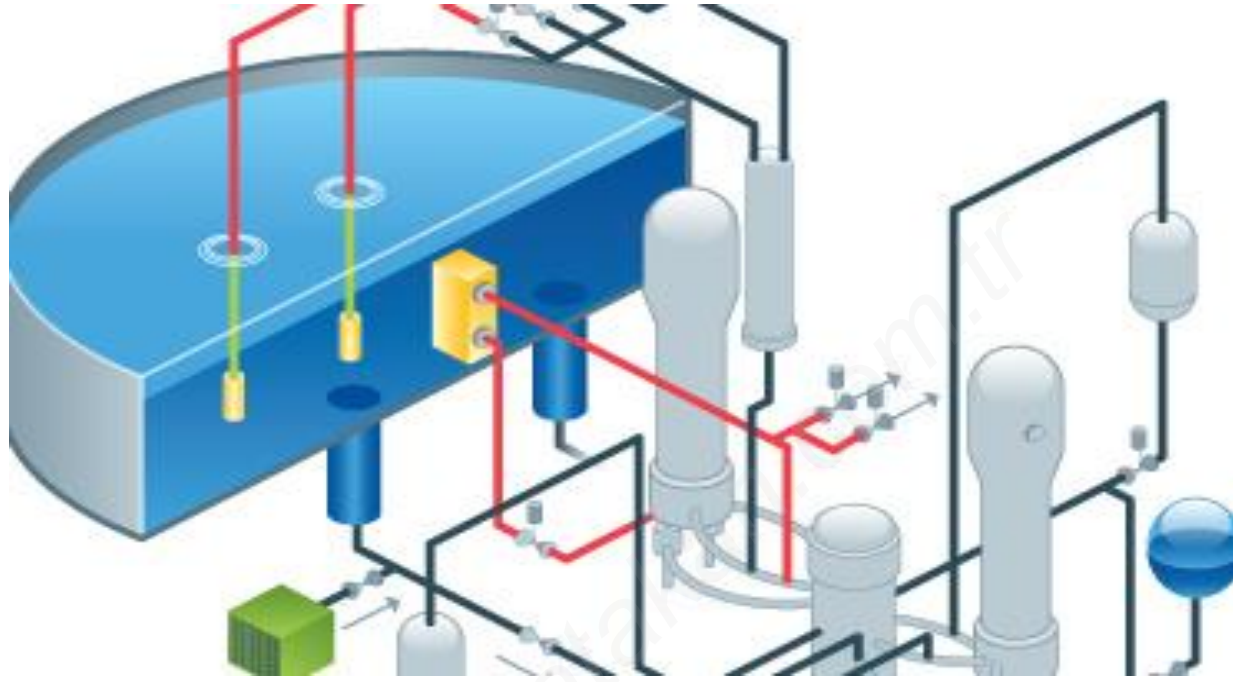
**SEÇİLEN MODELİ ARTIK DAHA YENİSİYLE DEĞİŞTİRME OLANAĞI YOK**  
**(Bütçeden para çıkmadan YAP,İŞLET ve BİZE ELEKTRİK SAT modelinde bu seçenek yok.**

**Küçük Bulgaristan dahi parasını bütçeden ayırarak çok daha yeni NGS olan Westinghouse AP1000 modelini yaptırmayı planlıyor).**



# AP1000™





Şekiller Westinghouse AP1000 Nükleer Santralını gösteriyor. Santralda elektrik kesilse dahi büyük bir kaza durumunda çatıdaki suyun akmasıyla reaktör 3 gün boyunca soğutulabiliyor ve yakıt elemanları ergimiyor ve kaza dışarıyı etkilemiyor /YA/.

**AYRINTRILAR İÇİN BKZ.**  
**FİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI**  
**([www.fmo.org.tr](http://www.fmo.org.tr))**

**Teknik Rapor, Y.Atakan, 2015**  
**ve Popüler Bilim yazıları**  
**Radyasyon ve Sağlığımız? kitabı**  
**Y.Atakan, 2014, Nobel Yayınları, Ankara**

**FUKUŐIMA KAZASININ**

**PEK BİLİNMEYEN**

**PERDE ARKASINDA**

**NELER VAR ?**

**1970'li yılların, General Electric yapımı,  
Fukuşima nükleer santralleri zaten  
sorunluydu**

**Reaktörleri TEPCO şirketi işletiyordu.  
Reaktörlerin tümü kaynamalı sulu cinsten  
reaktörlerdi. ilk 4'ü 760 MW<sub>e</sub> (elektriksel)  
güçteydi. Son 2 reaktör 1067 ve 1325 MW<sub>e</sub>  
gücündeydiler.**

**İlk 4 reaktör Mark1 denen güvenlik kabıyla (containment) çevriliydi.**

**Mark1'in, bir kaza durumunda yüksek basınca dayanamayacağını, basınç düşürme sisteminin Mark 1'de bulunmadığını ABD Atom Enerjisi Kurumunun uzmanları daha 1970'li yıllardaki raporlarında açıklamışlardı ve bu tip reaktör güvenlik kabının yasaklanmasını istemişlerdi**

**Ancak bu raporlar gözönüne alınıp gerekli önlemler alınmadı, değişiklikler yapılmadı, ilgili basınç düşürme sistemi kurulmadan reaktörler işletmeye açıldı.**

**1985'de ABD Nükleer Düzenleme Kurulu (USA Nuclear Regulatory Commission), Mark1'in bir reaktör kazasında yakıt elemanlarının ergimesi sonucu oluşacak basınca %90 olasılıkla dayanamayacağını açıkladı. Fukuşima'da bu, göz önüne alınarak Mark1' güvenlik kabına basınçlı havanın atılacağı süpaplara konmuş ise de, 2011'deki kazada radyoaktif maddeli buhar kaza sırasında hem buralardan hem de hidrojen gazı patlamaları sonucu çatıda açılan deliklerden filtrelenmeden dışarı atıldı.**

**KİLER KATINDAKİ İVEDİ DİZELLİ ELEKTRİK ÜRETEÇLERİNİ TSÜNAMI SULARININ BASABİLECEĞİ, BUNLARIN YERLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ GERETİĞİ ÖNCEKİ YILLARDA BİR KAÇ KEZ ÖNERİLMİŞ İSE DE, YER SORUNU VE EK GİDERLER NEDENİYLE GERÇEKLEŞTİRİLEMEDİ.**

**2002 yılında, TEPCO elemanlarının güvenlik raporlarını 16 yıl boyunca değiştirerek önemli bozukluk ve kazaları gizledikleri, düzmece raporlar hazırladıkları ortaya çıkınca Fukuşima santralleri bir süre durdurularak kontroller yapıldı, 2003 yılında santraller tekrar çalıştırıldı.**

**Kazadan 10 gün önce, 1 Mart 2011'de yapılan kontrollarda, 33 aletin, soğutma pompalarının ve dizel jeneratörlerinin 11 yıldır bakımlarının iyice yapılmadığı, bunlar işletildiğinde sorunlar çıkacağı da belirlenmişti.**

**Kısacası, Fukuşima nükleer santrallerinde kaza:  
– geliyorum! diyordu !.**



# **AKKUYU NÜKLEER GÜÇ SANTRALİNİN OLUMLU VE OLUMSUZ ÖZELLİKLERİ NELER?**

**AKKUYU'da RUS VVER 1200 MODELİ SANTRAL KURULACAK**

**BU MODEL HENÜZ İŞLETMEYE AÇILIP DENEYİM KAZANILMADI.**

**DAHA KÜÇÜK ESKİ MODELLER ABD UZMANLARINCA GÖZDEN GEÇİRİLDİ / DEĞERLENDİRİLDİ:**

**AYRINTILAR RADYASYON VE SAĞLIĞIMIZ KİTABIMIZDA VAR  
(Nobel yayınları 2014).**

# VVER-440/V213 modeli nükleer santrallarının olumlu zellikleri

- Batıdaki nükleer santrallardakinin benzeri, elik donanımlı betonu önceden sıkıtırılmı (n gerilmeli), geniş hacimli yapı (containment)
- Bu modeldeki güvenlikle ilgili gelişmeleri kapsayan iyi bir tasarım (design) ( Eski Sovyetlerdeki standartlar, daha önceki santrallarda sürekli kullanılan devre elemanlarından (components) elde edilen deneyimlere dayanıyor).

**Olumlu özellikler devam:**

**Dört soğutma devresinin ve yatay buhar üreteçlerinin kullanılması, Sovyet tasarımcılarınca gelişme olarak nitelendiriliyor.**

**Nükleer yakıt elemanları gruplarındaki düzenlemeyle soğutma suyunun daha iyi akışı sağlanıyor ve kontrol çubukları daha etkinleşiyor.**

# VVER-440/V213 modeli nükleer santrallarının olumsuz zellikleri

- Santralin alet ve kontrol sistemleri standartların altında. Acil elektrik sistemiyle reaktör koruma sistemlerinin kablolanma Őekli ayrı kontrol gerekliliği yönünden batıdaki standartlara uymuyor. Bunların arasındaki bağlantılar kontrol sisteminde hataya neden olarak güvenlik sisteminin çalışmasını önleyebilir.
- Yangından korunma sistemleri daha nceki VVER modellerindekinden pek farklı olmayıp Batı Standartlarına uymuyor.

Olumsuz özellikler devam:

Kalite kontrol, tasarım (design) ve yapım (construction) Batı standartlarının altında.

Kontrol odası personelinin (operatörler) korunması eski VVER modellerindeki gibi olup Batı standartlarına uymuyor.

# VVER-1200/491 (AES-2006)

- Rusya, 2007-2015 arası gitgide artan enerji açığını kapatabilmek ve süresini doldurmakta olan eski nükleer santralleri devreden çıkarabilmek için 28 adet yeni nükleer santral yapımını planlamış ve bu projeden, kurulacak yeni santraller için VVER-1200/491 (AES-2006) modeli ortaya çıkmıştır.
- Akkuyu'da kurulacak bu model nükleer santrallerin yapımı Rusya'da Nowoworonesch'de (Nowoworonesch II) ve ayrıca Leningrad'da sürüyor (Her birinde 2 ünite).

Nowoworonesch 'de 2008 ve 2009 da yapımı başlanan VVER1200 modeli santralların işletmeye açılması 2015 ve 2016 yıllarına ertelendi.

VVER 1000'nin geliştirilmesiyle oluşan bu model, Areva şirketinin projelendirdiği Atmea 3.kuşak santrallarda bulunan pasif güvenlik sistemlerini, uçak çarpmasına karşı korunmayı ve reaktör yakıt maddesinin ergimesi durumunda yakıt maddesini tutacak bir 'yakıt maddesi tutma çanağını' da içeriyor (**Atmea Sinop için öngörülüyor**).

**Çin ve Hindistan'da (Tianwan ve Kudankulam) ikişer adet VVER 1000'nin yapımı sürerken VVER-1200/491'in yaptırılması da düşünülüyor .**

**Tianwan (Çin)'de 2 adet VVER 1000 reaktör 2006/2007'den beri işletiliyor. 2008'de bir transformatör kazası ve yangın çıktı (gizlendi) sonra tekrar çalıştırıldı.**



**Rus Şirketinin, T¼rkiye'nin (Akkuyu) yanı sıra  
Finlandiya ve ek Cumhuriyetinde de VVER-  
1200/491 ([AES-2006](#)) modeli santraller kurmak için  
teklifleri de var.**

**VVER-1000/320 ve VVER-1200/491 (AES-2006) modelinde nükleer yakıt maddesinin eriyeyeceği bir kazada bile yakıt maddesi ve zirkonyumlu yakıt elemanları kılıflarının erimesi sonucu oluşan karışımda 'corium gazının' ortaya çıkmayacağı, bunları yapan şirket tarafından açıklanıyor.**

Ayrıca, basınçlı reaktör kazanı (reactor pressure vessel) dışardan soğutularak kazanın çelik malzemesinin bozulmaması (ergimemesi) ve böylece ergiyen yakıt maddesinin kazanın içinde kalması sağlanacak. Buna rağmen yakıt maddesi ergimesiyle ilgili teknolojik çalışmalar ve senaryolar henüz temel araştırmalar düzeyinde olduğundan yakıt maddesi ergimesinin kontrol altında tutulmasıyla ilgili bir garanti bulunmuyor.

**Santral kuran şirketin açıklamalarına göre VVER-1000 modeli santral çevresindeki radyasyon dozu yılda 0,5 mSv'den daha az**

**ŞİMDİ AKLA ŞU SORU GELEBİLİR:  
BİR NÜKLEER SANTRALDA RADYOAKTİF MADDELER  
NEREDEN KAYNAKLANIYOR VE SANTRALIN ÇEŞİTLİ  
AYGITLARINA (SİSTEMLERE) NASIL ULAŞIYOR?**

**URANYUM (U235) ATOM ÇEKİRDEKLERİNİN  
BÖLÜNMESİ SONUCU 200'den ÇOK RADYOİZOTOP  
(BÖLÜNME ÜRÜNLERİ) URANYUMUN  
BULUNDUĞU ÇUBUKLAR İÇİNDE KALIRKEN  
BUNLARIN AZ BİR BÖLÜMÜ YÜKSEK SICAKLIKTAKİ  
ZİRKONYUM KILIFLI ÇUBUKLARDAN ZAMANLA  
OLUŞAN ÇOK İNCE ÇATLAK VE DİFÜZYONLA  
SIZARAK REAKTÖRÜN SOĞUTMA SUYUNA  
KARIŞIYOR VE BURADAN DA DİĞER AYGITALARA  
ULAŞIYOR.**

**AYRICA DOLAŞIMDAKİ SOĞUTMA SUYU METAL ÇEPERLERDEN KOROZYONLA TANECİKLER SÖKÜYOR VE BUNLAR REAKTÖRDE DOLAŞIRKEN NÖTRONLARIN ETKİSİYLE RADYOAKTİF MADDELERE DÖNÜŞÜYOR (Co 60 gibi). BUNLARA KOROZYON ÜRÜNLERİ DENİYOR.**

**GEREK BÖLÜNME ÜRÜNLERİNİN GEREKSE KOROZYON ÜRÜNLERİNİN ÇEŞİTLİ VANA /ARMATUR , BORU DİRSEKLERİ , SU TANKLARI VE DİĞER AYGITLARDA ZAMANLA BİRİKMESİYLE BUNLAR ÇEVRELERİNE AZ YA DA ÇOK RADYASYON SAÇIYOR.**

**RADYOAKTİF MADDELER AYGITLARIN VE  
REAKTÖR BİNASININ HAVASINA ULAŞIYOR  
VE FİLTRELEMELERE RAĞMEN ÇOK AZ BİR  
MİKTARI İZİN VERİLEN SINIR DEĞERLERİ  
GEÇMEYECEK ŞEKİLDE ÇEVREYE BACA VE  
ATIK SULAR YOLUYLA VERİLİYOR**