

akkuyu nükleer enerji santrali

DOÇ.DR.M.AZMI AKTACIR

Türkiye’de nükleer santral kurulması

Türkiye’de kurulacak herhangi bir nükleer tesis gibi Akkuyu Nükleer Güç Santrali de 2690 Sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu ve Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük gereğince Türkiye Atom Enerjisi Kurumu’ndan lisans almak zorundadır. Lisanslama yer lisansı, inşaat lisansı ve işletme lisansı olarak üç aşamalı olarak gerçekleştirilecektir.

“Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyetinde Akkuyu Sahasında Bir Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma” (Hükümetler Arası Anlaşma) Akkuyu sahasında 4 ünite 1200 MWe VVER-1200 tipi nükleer santral kurulmasını öngörmektedir. Hükümetler Arası Anlaşma tarafların anlaşmayı ilgili yasal süreci tamamlayarak onaylamaları ile 13 Aralık 2010 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu Hükümetleri Akkuyu sahasında bir nükleer santral kurmak ve işletmek için işbirliği yapmak amacıyla 12 Mayıs 2010 tarihinde bir anlaşma imzalamıştır.

AKKUYU NGS Projesi

Akkuyu sahası, Mersin ili Gülnar İlçesi Büyükeceli Beldesi mevkiinde bulunmaktadır. Akkuyu sahasına 1976 yılında Atom Enerjisi Komisyonu tarafından yer lisansı verilmiştir. Bu tarihten itibaren sahada birçok etüt çalışması gerçekleştirilmiştir.

Akkuyu Proje Şirketi, “Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük” hükümleri uyarınca Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) nezdinde Kurucu olarak tanınmak üzere 7 Şubat 2011 tarihinde Kurumumuza başvuruda bulunmuştur. Şirketin başvurusu incelendikten sonra TAEK, 28 Şubat 2011 tarihinde Akkuyu NGS Elektrik Üretim A.Ş.’yi Kurucu olarak tanıdığını şirkete bildirmiştir. Kurucu olarak tanınma adı geçen Tüzük’te düzenlenen aşamalı olarak işletme lisansına kadar tanımlanan lisanslama sürecinin ilk adımıdır.

Anlaşma hükümleri uyarınca Rus tarafı, %100 Rus sermayesi ile nükleer tesisi inşa etmek, işletmek ve işletmeden çıkarmakla sorumlu olan “Akkuyu Nükleer Güç Santrali Elektrik Üretim A.Ş.”ni (Akkuyu Proje Şirketi) kurmuştur.

VVER-1200 reaktörleri, VVER-1000 tipi reaktörlerin güç ve güvenlik açısından geliştirilmiş modeli olup Rusya Federasyonu’nun düzenleyici kurumundan inşaat lisansı alarak inşasına başlanmıştır.

AKKUYU NGS Projesi

AKKUYU NGS Projesi'nin gerçekleştirilmesinde 4 aşamalı bir program öngörülmektedir. Gerekli lisans ve izinlerin alınmasının ardından ilk ünite, 7 yıl içerisinde devreye alınacaktır.

1. Aşama – Hazırlık Dönemi

Bu dönemde; Akkuyu NGS Elektrik retim Anonim Şirketi'nin kurulması, AKKUYU NGS inşaatı için Proje Şirketi'ne arazi tahsisinin gerçekleştirilmesi, mühendislik etütlerinin yürütülmesi, halkın katılımının sağlanması, AKKUYU NGS'nin tesisi için tüm gerekli lisans ve izinlerin alınması; inşaat için ön hazırlık çalışmalarının yapılması planlanmıştır.

2. Aşama – AKKUYU NGS İnşaatı

3. Aşama – AKKUYU NGS'nin İşletilmesi ve Teknik Destek

4. Aşama – Nükleer Santralin İşletmeden ıkarılması

AKKUYU NGS Projesi

06.10.2010 : Türkiye Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu arasında Mersin Akkuyu'da yapılacak Akkuyu Nükleer Santrali için yapılan milletlerarası andlaşma Resmi Gazete'de yayınlandı.

01.12.2014 : Çevresel Etki Değerlendirme Raporu'nun (ÇED), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylandığı açıklandı.

14.04.2015 : Akkuyu Nükleer Deniz Yapıları'nın temel atma töreni gerçekleştirildi. Akkuyu Nükleer Deniz Yapıları inşası için 1 milyar 50 milyon dolardan başlayan ihale 400 milyon dolara kadar indi. İhaleyi Cengiz İnşaat kazandı.

10.10.2016 : Mersin Büyükşehir Belediye Meclis toplantısında Akkuyu Nükleer Güç Santrali projesinin 1/100.000 ölçekli plana işaretlenmesi oy çokluğuyla kabul edildi.

11.06.2017 : EPDK, Akkuyu Nükleer Güç Santrali için Akkuyu Nükleer Anonim Şirketi'ne 49 yıl süreli lisans verdi.

10.12.2017 : Akkuyu NGS'nin nükleer güç ünitelerinin inşasına hazırlık için gerekli olan öncelikli tesislerin temel atma töreni gerçekleştirildi.

03.04.2018 : Akkuyu Nükleer Santrali için resmi temel atma töreni gerçekleştirildi.

Akkuyu NGS Projesi

Her bir ünitenin gücü 1200 MWe olacak 4 üniteden oluşmaktadır.

Akkuyu NGS Projesi'nin teknik referans santrali, Rusya'da inşaatı devam eden AES-2006 projeli Novovoronejskaya-2 Nükleer Santrali'dir.

Akkuyu Nükleer Santrali'nin işletme ömrü 60 yıl olacaktır.

Yakıt türü hafif zenginleştirilmiş uranyum dioksittir.

Akkuyu Nükleer Santrali'nin çoğunluk hissesi olan %51'i her zaman Rusya Federasyonu'na ait olacaktır. Federasyon, diğer %49 hisseyi dilerse Türkiye'deki yatırımcılara satabilecektir.

Akkuyu NGS Projesi

Türkiye Cumhuriyeti Devleti, Akkuyu Nükleer Santrali'nin 1. ve 2. ünitelerinde üretilecek elektriğin %70'ine, 3. ve 4. ünitelerinde üretilecek elektriğin %30'una satın alma garantisi vermiştir.

Bu satın alma garantisi her bir ünite için ayrı ayrı ticari faaliyete başlamasından itibaren 15 yıldır. Bu oranlar ve ortalama elektrik üretim kapasitesi dikkate alındığında Devlet'in TETAŞ aracılığıyla alım garantisi verdiği üretim miktarı 17 milyar 500 milyon kilovatsaat'tir. Geriye kalan üretim miktarı Akkuyu NGS tarafından serbest piyasada satışa sunulacaktır. (Resmi Gazete, 6 Ekim 2010).

Akkuyu Nükleer Santrali'nin kurulum maliyetinin 20 milyar dolar olacağı açıklanmıştır. Bu maliyetin tamamı Rusya Fedarasyonu'na bağlı devlet kurumları tarafından karşılanacak olup maliyetin ödenmesi amacıyla ülkemiz 15 yıl boyunca üretilecek enerjinin yarısına 12,35 dolar-sent/kWh fiyatla alım garantisi vermiştir. Bu fiyat 15,33 dolar-sent/kWh'e kadar çıkabilir.

Güç Ünitesi ve Güvenlik Akış Şeması

Güç ünitesi, **reaktör adası** ve **türbin adasından** ibarettir.

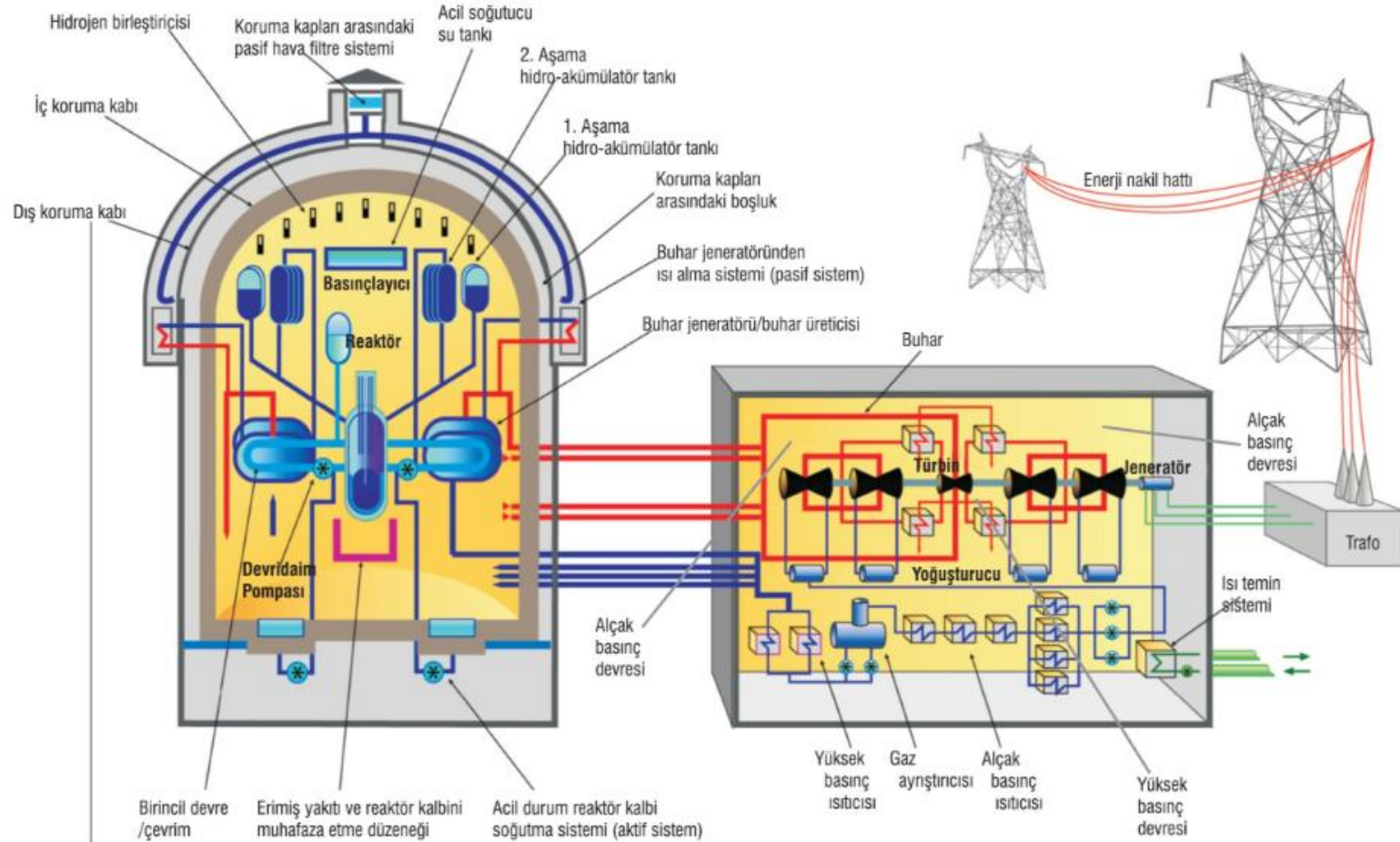
Birinci çevrim radyoaktiftir. Burada reaktör, dört ana devridaim sistemi , dört ana devridaim pompası , dört buhar üretici ve bir basınçlayıcıdan ibarettir.

İkinci çevrim radyoaktif değildir. Bu kısım besleme pompaları ve suyu tekrar temizleme sistemi, yüksek basınç ısıtıcıları dahil olmak üzere, buhar üretici buhar çıkışı, taze buhar hattı, türbin ve türbin buharını tekrar temizleme sistemi ,yoğuşturucu pompaları, alçak basınçlı tekrar temizleyen ısıtıcı sistemi, yoğuşturucu sistem , gaz giderici sistem , besleme suyu sistemi mevcuttur.

Türbinde kompresör ünitesi, besleme suyunun tekrar temizletici ısıtma tesisatı, su- buhar ayırıcıları - buhar ısıtıcıları ile, buhar boşaltma tesisi mevcuttur. Kendi ihtiyacı için devamlı olmayan ve çevrime kimyasal işlem görmüş ek ısıtılmış su alma sistemi de mevcuttur.

Güç ünitesi proje kazaları ve/veya onların sonuçlarını indirmek için güvenlik sistemi ile donatılmıştır.

Güç Ünitesi ve Güvenlik Akış Şeması



Nükleer Fisyon-Yakıt

Nükleer reaktör, fisyon (*termal nötronla reaksiyona giren atom çekirdeğinin bölünmesi*) denilen fiziksel işlem esasında çalışır. Nükleer yakıt reaktöre yüklendikten sonra reaktörde fisyon başlar ve bunun sonucunda fisyon ürünleri, nötronlar ve ısı ortaya çıkar. Serbest nötronlar diğer **uranyum atom çekirdekleri ile çarpışarak**, tüm yakıtın fisyonunun tamamlanmasına kadar reaksiyon devam eder. Bu oluşuma, atom çekirdeğinin **fisyonu**, yani “zincirleme nükleer reaksiyon” denir.

Nükleer enerjiyi üretmek için ilk adım; Uranyum madeninde, **% 1'den daha az saflıkta U-235** izotopu içeren uranyumu madenden çıkartmaktır. Bu işlemden sonra, zincirleme reaksiyonunu sağlayan U-235 konsantrasyonunu **%1 den %4 e artırmak** için madenin bileşiminindeki **U-235 izotopunun zenginleştirilmesi** yapılır. Zenginleştirilen uranyumdan, uranyum peletleri üretilir. Hazırlanan peletler, yakıt zarfı denilen metal tüplere yerleştirilir. Bir araya getirilen yakıt tüpleri, yakıt demeti halinde reaktör içine koyulur.

Derinlemesine koruma sistemi

Modern nükleer güç santralleri, derinlemesine (çok kademeli) güvenlik sistemi ile donatılmıştır. Bu sistemin yapısı içiçe konulan oyuncağa (matryoşka oyuncağına) benzer.

İlk koruma bariyeri; içinde uranyum bulunan yakıt peleti. Peletler, yakıt zarfının içine konulur.

Sonraki koruma bariyeri ise reaktörün kendi gövdesidir. Sonuncu koruma bariyeri, **iç içe iki adet beton koruyucu kab'dır** (iç ve dış koruyucu kab). Beton dış koruyucu kab; deprem, hortum, kasırga, toz fırtınaları, hava şokları ve hatta uçak düşmesi gibi her türlü dış etkilere karşı dayanıklıdır.

Ayrıca **kumanda ve koruma sistemi (kontrol odası) vardır**. Bu sistem, nükleer reaksiyonun tamamlanmasına kadar reaksiyonu kontrol eder. Bunlara ek olarak, tüm santralde emniyet çitleri, kontrol noktaları ve diğer emniyet tertibatları da vardır.

Derinlemesine koruma sistemi

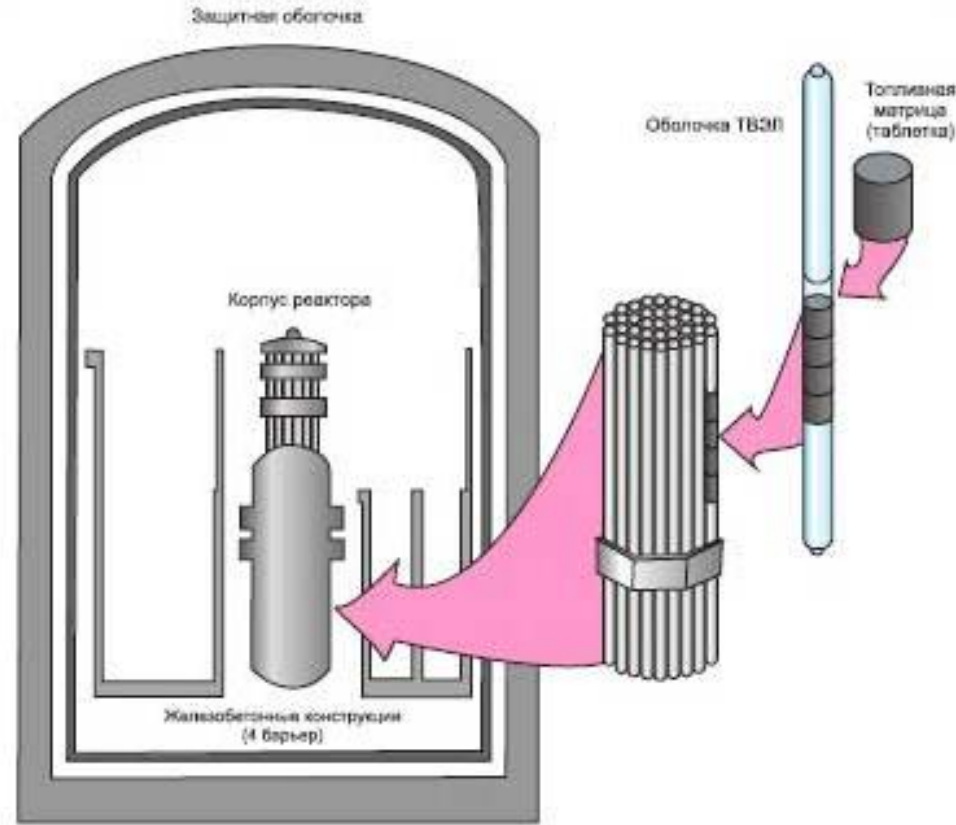
AKKUYU NGS Projesi, **çok kademeli koruma prensibine uygun** olarak gerçekleştirilmektedir. Bu prensip, NGS güvenlik teknolojisinin temelinde kullanılmaktadır. Çok kademeli koruma prensibinin esas özelliği; sistemlerdeki aletlerin arızalanması ve her türlü personel hatasının kazaya neden olmaması için gerekli tüm önlemlerin alınmasıyla sınırlı kalınmamasıdır. **Bu prensibin sağlanması sonucunda, personelin, halkın ve çevrenin korunması sağlanacaktır.**

Çok kademeli koruma sistemi aşağıdaki işlemleri gerçekleştirmek için tasarlanmıştır:

- ❖ reaktörde nükleer reaksiyonu durdurmak ve reaktörü kritik seviyenin altında tutmak;
- ❖ reaktörden ve kullanılmış yakıt havuzundan ısıyı almak;
- ❖ radyoaktif maddeleri koruyucu engeller içinde tutmak;
- ❖ koruyucu engellerin bütünlüğünü korumak.

Fiziki Engel Sistemi

Fiziki engel sistemi, iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktif maddelerin çevreye yayılmasını önlemek için, iç içe kullanılmış bir dizi engeller sistemidir. NGS ünitelerinde uygulanan engeller sistemi şunları kapsar:



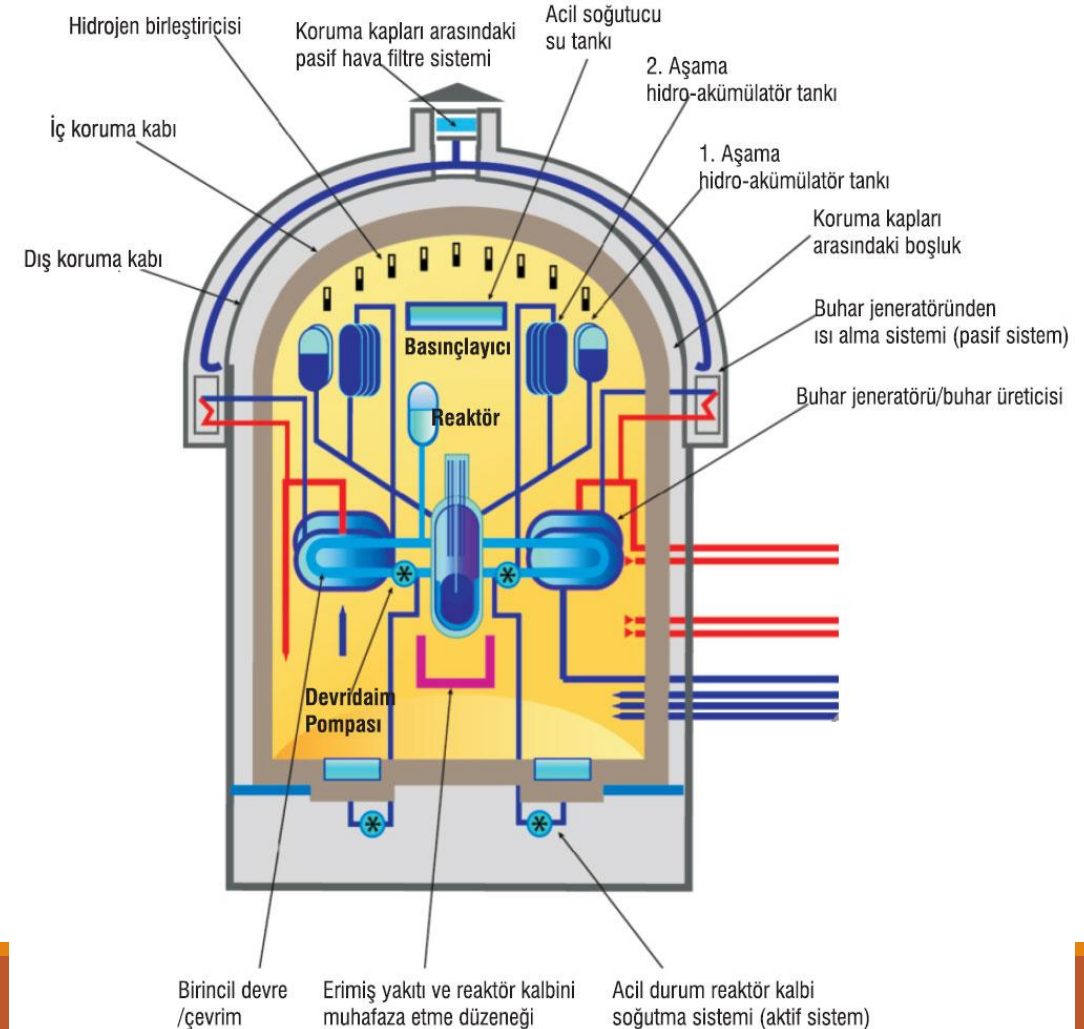
- yakıt peleti
- yakıt zarfı (yakıt çubuğu)
- reaktörde ısınan suyun dolaşım bölgesi
- reaktör koruma kabı binası

Nükleer Santral Güvenlik Sistemleri

Nükleer santral, normal işletme koşullarında çalışan personele, halka ve çevreye zarar vermez. Nükleer santral, sadece acil durum ve kaza halinde tehlike kaynağı olarak değerlendirilebilir.

Bu nedenle tasarım sırasında, kaza sonuçlarının önlenmesine veya en alt seviyeye indirilmesine yönelik teknik önlemler tanımlanır. Bu amaçla özel güvenlik sistemleri kullanılır.

Derinlemesine güvenlik sisteminin sağlanması ve koruyucu engellerin emniyeti için aktif ve pasif güvenlik sistemleri kullanılmıştır.



Nükleer Santral Güvenlik Sistemleri

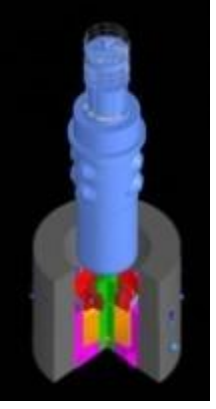
Aktif güvenlik sistemleri, güç kaynağı ile beslenir.

Pasif güvenlik sistemleri, dış güç kaynağı ve personele ihtiyaç olmaksızın doğal koşullarda çalışan bir sistemdir.

Görevleri gereği, güvenlik sistemleri dört gruba ayrılır:

Koruyucu güvenlik sistemleri: İlk üç koruyucu güvenlik engelleri - yakıt peleti, yakıt zarfı, birinci devre reaktör soğutucu sistemi ve ekipmanların bozulmasını veya arızalanmasını önlemek için kullanılan güvenlik sistemleridir.

Erimiş yakıtı muhafaza etme düzeneği: Nükleer santralin acil ve kaza hali durumlarında, radyoaktif maddelerin çevreye salınımını önleyen güvenlik sistemleridir. Modern santrallerde, “erimiş yakıtı muhafaza etme (hapsetme) düzeneği ve **koruyucu kap**” radyoaktif salınımı önleyen **en etkili pasif güvenlik sistemleridir**.



ERİMİŞ YAKITI MUHAFAZA ETME DÜZENEGİ

“Erimiş yakıtı muhafaza etme düzeneği”, nükleer santrallerde en yeni ve en önemli pasif güvenlik sistemlerinden birisidir. Bu düzenek, ciddi kazaların sonuçlarını azaltmak amacıyla tasarlanmıştır ve ilk olarak Çin’deki Tianwan Nükleer Santralı Projesi’nde kullanılmıştır.

Kontrol sistemleri : Diğer güvenlik sistemlerini harekete geçirir ve fonksiyonlarını yerine getirmesi için kontrol ve kumanda imkanı sağlar.

Destekleme sistemleri: Güvenlik sistemlerine enerji ve çalışma ortamını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır ve güvenlik sistemlerinin en iyi şekilde çalışması için gereken koşulları oluşturur.

AKKUYU NGS’ de güvenlik engellerinin kontrolü için otomatik radyasyon izleme sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem, radyasyon açısından önemli bulunan ünitelerin etrafındaki radyasyon dozunu gerçek zaman rejiminde çalışan sensörler vasıtasıyla ölçer.

Dış etkenlere karşı koruma

AKKUYU NGS, sadece normal işletme sırasında değil, dış etkenlerden oluşabilecek anormal olaylar halinde de, güvenli işletilebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Tasarımda öngörülen dış etkenler olarak; deprem, kar ve buz yükleri, rüzgar, (kasırga, hortum), patlamalar, sel, tsunami, uçak çarpması gibi olaylar dikkate alınmıştır.



UÇAK ÇARPMASI

Ağırlığı 400 t
Hızı 200 m/sn



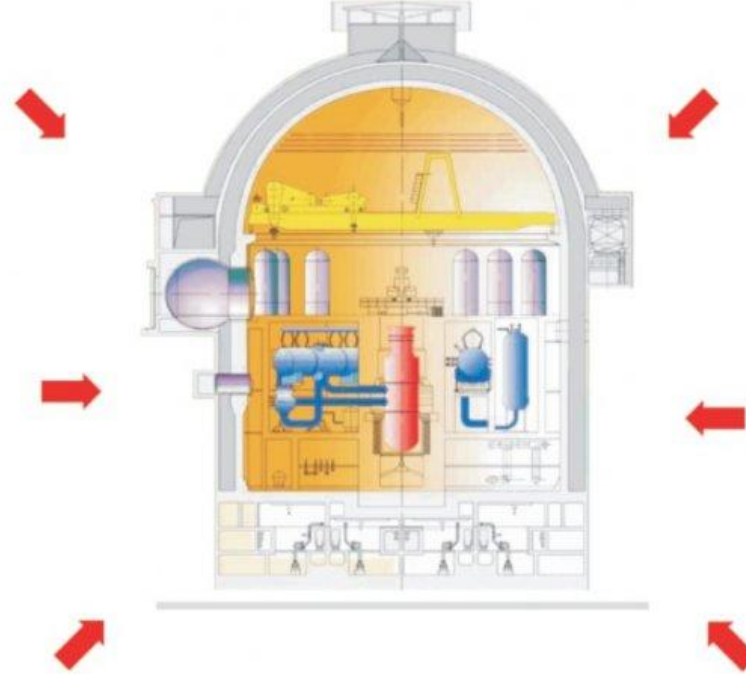
DIŞ PATLAMALAR

Basıncı 30 kPa



DEPREM

MSK-64 skalasına göre
maksimum 9 şiddetindeki
depreme dayanıklı



KAR ve BUZ YÜKÜ



RÜZGAR

Hesap edilen maksimum rüzgâr hızı
10 000 yılda 1 defa olmak üzere 56 m/sn



SU BASKINI ve TSUNAMI

Meydana gelme sıklığı > % 0,01 (su
baskını olasılığı en fazla yüz yılda bir)

Nükleer güç santrali sahası 20 değişik parametreye göre seçilir. Karst boşlukları olan zeminler, göçük ve sel tehlikesi olan bölgeler kabul edilemez. NGS'nin kurulacağı bölge değerlendirilirken öncelikle deprem riski dikkate alınır.

AKKUYU NGS

Rusya'nın yurtiçinde ve yurtdışında inşa ettiği nükleer santrallerde, "Fukushima" NGS'ında oluşan kaza ihtimalini ortadan kaldırmak için tedbirler alınmıştır.

Rus uzmanları tarafından projelendirilen NGS' lerde derinlemesine güvenlik (çok kademeli emniyet) sistemi ve yenilikler: **tuzak sistemi** ve NGS'de elektrik kesildiğinde reaktörü kapatan, **pasif ısı giderme sistemi** gibi sistemler uygulanmıştır.

Akkuyu NGSde bu sistemler mevcuttur. "Fukushima" NGS' ında ise bu emniyet kademeleri yoktu.

Çevre güvenliği

Nükleer santral (NGS) inşasının tüm aşamalarında çevre güvenliğinin sağlanması temel prensiptir ve nükleer sektörün gelişmesinin ön koşuludur. Nükleer Santral Projesi'nin gerçekleştirilmesi kapsamında, çevre güvenliği ile ilgili öncelikli hedefler belirlenmiştir:

- Türkiye Cumhuriyeti, Rusya Federasyonu, [Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı UAEA](#) ve [AİK \(EUR\)](#) gibi uluslararası kuruluşların tüm yasalarına, [kurallarına](#) ve [yönetmeliklerine uyumlu](#) olması;
- AKKUYU NGS inşaatı için Türkiye Cumhuriyeti'nin yetkili kurumlarından tüm gereken izinlerin zamanında alınması;
- NGS'nin güvenli işletilmesi ile ilgili tüm gereksinimlerin ve standartların şartsız koşulsuz olarak yerine getirilmesi;
- AKKUYU NGS'de ve çevresinde sürekli [çevre radyasyon izlemesinin yapılması](#);
- Çevre güvenliği ile ilgili [yıllık raporun yayınlanması](#);
- NGS'nin çalışan personeline, halka ve çevreye etkisi hakkında düzenli olarak bilgilendirme yapılması.

Çevre güvenliği

Projenin gerçekleştirilmesi sırasında, çevrenin durumunu kontrol etmek için aşağıda belirtilen **evre koruma önlemleri** ngrlmştr:

1. Toprağın ıslahı ve inşaattan dolayı bozulmuş arazilerin yenilenmesi;
2. Santralin normal işletme koşullarında radyoaktif ve kimyasal atıkların çevreye bırakılmasını önleyen koruma tedbirleri;
3. Gaz atıkların çevreye bırakılmadan önce işlenmesi ve radyoaktif maddelerin tutulması;
4. Radyoaktif nklidlerin su ile çevreye bırakılmasını önleyen koruma tedbirleri;
5. evre ile teması olmayacak şekilde atıkların güvenli depolanması;
6. Radyoaktif olmayan ama kirletici maddelerin çevreye atılmasının nlenmesi;
7. Sürekli ve kapsamlı olarak çevrede radyasyon izlemesinin yapılması.

Çevre güvenliği

AKKUYU NGS etrafındaki ekolojik durumu kontrol etmek ve **çevrede sürekli radyasyon izlemesinin yapılması için özel birimler** (24 saat hizmette olan) **kurulacak** ve aşağıda belirtilen durumlar sürekli olarak izlenecektir:

- Hidrolojik durum;
- Hava durumu;
- Yüzey, yeraltı su seviyesi, sıcaklığı ve kimyasal bileşimi;
- Sismik durum;
- Temellerin çökmesi ve yapıların deformasyon durumu;
- Yerkabuğunun hareketleri ve yerçekimi durumu;
- Radyasyon durumu;
- Çevrede yaşayan halkın sağlık durumunun izlenmesi.

Çevre güvenliği

AKKUYU NGS Projesi, yukarıda belirtilen öncelikli hedeflere uyacak şekilde NGS'nin güvenilir ve emniyetli işletilmesini sağlayacak, çalışan personele, halka ve çevreye etkisini mümkün olan en alt seviyeye indirecek şekilde gerçekleştirilecektir.

Çevreyi etkileyecek faktörler, NGS tasarım aşamasından itibaren dikkate alınacak, Proje inşaatı ve işletilmesi sırasında **çevre güvenliğini sağlamak için sürekli takip edilecektir.**

Çevre parametreleri , NGS'nin ömrü boyunca tasarımdan projelendirmeye ve söküme kadar proje katılımcılarının ilgi göstereceği en önemli konu olacaktır.

NGS'NİN ÇEVREDE YAŞAYAN HALKA VE ÇEVREYE ETKİSİ

NÜKLEER GÜÇ SANTRALI			
İyonlaştırıcı Radyasyon Etkisi Olan Konular		İyonlaştırıcı Radyasyon Etkisi Olmayan Konular	
Normal İşletme Hali	Acil Durum (Ciddi Kaza Sonrası) İşletme Hali	Termal Etki	Kimyasal Etki
NGS'nin normal işletmesi sırasında çalışan personele, halka ve çevreye olabilecek iyonlaştırıcı radyasyon etkisi, ulusal ve uluslararası normlarda belirlenmiş mümkün olan kabul edilebilir en alt seviyede radyasyon dozlarını aşmayacak şekilde tasarlanmıştır.	NGS, iyonlaştırıcı radyasyona neden olabilecek kaza olasılıklarını, ortadan kaldıran bir şekilde tasarlanmıştır. Halkın ve çevrenin güvenliği Türk, Rus ve uluslararası standartlar ile yönetmeliklerin şartlarının ve tavsiyelerinin yerine getirilmesiyle güvence altına alınmıştır (NGS Güvenlik Bölümüne bakınız)	Beklenen maksimum etki, yoğunlaştırıcıyı soğutmak için kullanılan sistemden kaynaklanmaktadır. Bu sistemin işletilmesinin NGS'nin bitişiğinde olan arazinin iklimine, a bir etki dahi, yapmadığı da gösterilmiştir.	NGS Projesi'nde kabul edilen yöntemler ve teknik tasarım sayesinde kirletici maddelerin NGS'den çevreye ve sulara bırakılması önlenmektedir.