

3.4. NÜKLEER SANTRALLER

Nükleer santral; uranyum 233, uranyum 235, plütonyum 239 ve toryum gibi maddelerin atomlarının kontrollü bir şekilde reaktörlerde parçalanması sonucu çok yüksek derecede ısı enerjisi açığa çıkmaktadır. Bu ısı enerjisinden buhar kazanındaki su ısıtılarak, yüksek sıcaklıkta ve basınçta buhar elde edilmektedir. Meydana gelen buhar, türbine verilerek mekanik enerjiye çevrilir. Buhar türbininin miline akupple bağlı olan alternatör döndürülerek, elektrik enerjisi elde edilir.

Nükleer malzemeden enerji üretimine yönelik ilk bilimsel çalışmalar, 1900'lü yılların başında ABD'nin öncülüğünde Rutherford, Hans, Strassman, Oppenheimer, Einstein gibi bilim adamları tarafından başlatılmıştır.

Deneyisel anlamda ilk nükleer reaktör diğer bir deyişle enerji üretimine yönelik kontrollü zincirleme reaksiyon, 1942 yılında Enrico Fermi tarafından Chicago Üniversitesi'nin bahçesindeki tesiste gerçekleştirilmiştir.

1955 yılında yapılan 1. Çevre Konferansı'ndan sonra nükleer alandaki çalışmalar hemen başlatan ülkelerden biri Türkiye'dir. 1956 yılında 6821 sayılı yasa ile Başbakanlığa bağlı Atom Enerjisi Komisyonu kurulmuş, 1961 yılında da Küçük Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinde 1 MW gücündeki araştırma reaktörü işletmeye açılmıştır.

1971 yılında TEK bünyesinde Nükleer santral dairesinin kurulmasından sonra nükleer santral kuruluşuna yönelik çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmiştir. 1976 yılında santral yer seçimi araştırmaları tamamlanarak Akkuyu için yer lisansı alınmıştır.

Nükleer santral ihalesi bir İspanyol firmaya verilmiş ve anlaşması 1998 yılı içinde yapılmıştır. Nükleer santral çalışmaları 1956 yılında başlamasına rağmen ilk nükleer santralimizin 2006 yılında hizmete girmesi plânlanmıştır.

Nükleer santraller hidroelektrik ve kömür yakıtlı santrallerin aksine, teknik olarak her yere kurulabilirler. Ancak üretilen elektriğin ekonomik olabilmesi için santralin kurulduğu yerin bazı özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikleri birkaç başlık altında belirtelim:

Deprem riski: Nükleer santraller kurulurken yapım maliyetini en aza indirmek için, deprem riskinin en düşük olduğu yerler seçilir. Akkuyu yöresi bu anlamda, Türkiye'nin en güvenli bölgelerinden biridir.

Taşıma koşulları: Nükleer santrallerin, 400-500 tona varan ağırlıkta parçaları vardır. Resim 2:14 bu parçaların santralin kurulacağı yere taşınması önemli bir sorundur. Coğrafyamız, kara ve demir yollarımız, bu ağırlıktaki parçaların taşınmasına uygun değildir. Akarsularımızda taşımacılığa uygun olmadığı için bu soruna çözüm getiremezler. Bu sebeple Türkiye'ye kurulacak nükleer santralin öncelikli olarak de-

niz kenarında olması ekonomik olarak büyük yarar sağlar.

Soğutma gereksinimi: Termik santrallerde olduğu gibi nükleer santrallerde de üretilen ısıyı alabilmek bir soğutucuya gereksinim duyulur. Bu soğutucu genellikle akarsu veya denizden sağlanacak sudur. Türkiye'deki çoğu akarsuyun debisi bu soğutmayı sağlayacak düzeyde olmadığından nükleer santrallerin deniz kenarında kurulması en uygun seçenektir.

Meteorolojik koşullar: Yöreye hakim hava olaylarının bilinmesi, sağlanan güvenliğin korunması ve olası radyolojik etkenlerin en aza indirilmesi açısından önemlidir.

Akkuyu yöresi, yukarıda sıralanan bütün bu özelliklere sahip yerlerden biri olduğu için seçilmiştir. Yörenin lisans alma çalışmaları ise 1972 yılında başlamış, dört yıl süren jeolojik, meteorolojik ve biyolojik incelemeler sonucunda bu yöreye Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından yer lisansı verilmiştir.

3.4.1. Önemi

Dünya elektrik ihtiyacının 2007 ile 2035 yılları arasında yıllık ortalama %1,4 toplamda %49 artacağı öngörülmektedir.

Ülkemizde ise 2009-2018 yılları arasında yüksek talep olduğunda %4,5-7,5 düşük talep olduğunda ise %4,5-6,7 oranında yıllık elektrik talep artışı olacağı tahmin edilmektedir

Bu artışa karşın, TPAO'nun verilerine göre, dünya elektrik üretiminin %26,7'sini (2008 yılı), ülkemizin ise %47,2'sini (2010 yılı) karşılayan petrol ve doğalgazdan petrol rezervleri 2050 yılında, doğalgaz rezervleri ise 2070 yılında tükeneceği tahmin edilmektedir.

Yıllar	Yüksek Talep	Düşük Talep
2010	%4,5	%4,5
2011	%6,5	%5,5
2012	%7,5	%6,7
2013	%7,5	%6,7
2014	%7,5	%6,7
2015	%7,5	%6,7
2016	%7,4	%6,6
2017	%7,4	%6,6
2018	%7,4	%6,6

Tablo 3.1 Ülkemizin elektrik üretim talebi

Bu durumda, gelecekte enerji arz güvenliğinin sağlanması için yeni kaynaklara ihtiyaç duyulacaktır.

Bu kaynakların her an kullanıma hazır bulunmasının yanı sıra ucuz, çevre dostu ve güvenilir (sürekli) olması da gerekmektedir. Bütün bu özellikleri taşıyan nükleer enerji, sürdürülebilir enerji stratejilerinde büyük öneme sahiptir.

Dünya genelinde ve ülkemizde nükleer enerjinin, elektrik üretiminde tercih edilmesindeki diğer nedenler aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- Nükleer santraller, yenilenebilir enerji kaynaklı santraller gibi dış koşullara (iklim koşullarına), kömür santralleri gibi yakıtın kalitesine, petrol ve doğalgaz santralleri gibi rezerv miktarına bağlı olmadığı için elektrik üretiminde süreklilik arz eder.
- Nükleer enerji üretim zinciri, tümüyle ele alındığında sera gazı salımı konusunda en temiz seçenektir. Fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan karbon monoksit, karbondioksit, sülfür dioksit ve azot dioksit gibi sera gazı oluşumuna sebep olan zararlı gazlar, nükleer santraller çalışırken atmosfere salınmaz.
- Bu nedenle nükleer enerjinin iklim değişikliğine sebep olan atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun azaltılmasında büyük rolü vardır. Günümüzde nükleer santraller, elektrik sektöründen kaynaklanan sera gazı salımında yıllık olarak yaklaşık %17 azalmaya sebep olmaktadır. Bu santrallerin yerine fosil yakıtlı santrallerden elektrik elde edilmiş olsa her yıl 1,2 milyar ton karbon atmosfere verilecekti .
- Ayrıca, elektrik üretiminin nükleer santrallerden sağlanmasıyla yılda 2,3 milyar ton karbondioksit (Yaklaşık 444 milyon arabanın 1 yılda atmosfere yaydığı karbondioksit miktarı), 42 milyon ton sülfür dioksit, 9 milyon ton azot dioksit emisyonuna ve 210 milyon ton kül üretimine engel olunmaktadır. Buna göre, fosil yakıtla çalışan santraller yerine nükleer santrallerin kurulması durumunda karbondioksit emisyonu düşecek ve uzun vadede küresel ısınmaya en iyi çözüm olacaktır.
- 1 kilogram uranyumdan elde edilen enerji için, 3.000.000 kilogram (3000 ton, 25 adet ağır yük tren vagonu) kömür veya 2.700.000 litre (2700 metreküp, 135 adet büyük boy akaryakıt tankeri) petrol gerekmektedir.
- Bu kadar az miktarda uranyum kaynağından yüksek miktarda enerji üretildiğinden nükleer santrallerin atık miktarı da bu oranda fosil yakıtlardan çok daha azdır. Örneğin, elektrik üretiminin %75 gibi büyük bir oranda nükleerden sağlandığı Fransa'da, dört kişilik bir ailenin ömürleri boyunca kullandıkları nükleer enerjiden, en fazla bir golf topu kadar büyüklükte camlaştırılmış nükleer atık çıkmaktadır.
- Ayrıca, nükleer santrallerde az miktarda yakıtla çok yüksek enerji

üretiminin gerçekleşmesi sonucunda, santralde kullanılan nükleer yakıtın çok uzun yıllar enerji ihtiyacını karşılayacağı düşünülmektedir

- Yakıt stoku olduğu sürece, sürekli güvenilir enerji üretilebilir. Nükleer santrallerden çıkan atık miktarının çok az olmasıyla çok az yer kaplayacağından yer üstündeki depolarda güvenli bir şekilde depolanabilmektedirler. Örneğin, 1000 MWe gücündeki bir nükleer santralden yılda yaklaşık 30 ton (yük treni vagonunun yarısı) nükleer atık çıkmaktadır. Aynı büyüklükteki bir fosil santralinden ise yaklaşık 2.000.000 ton petrol atığı veya kömür atığı çıkmaktadır. Bu da nükleere göre yaklaşık 67.000 kat fazla atık miktarını göstermektedir.
- Kullanılmış nükleer yakıtlar yeniden işlenerek (reprocessing) enerji üretimi için kullanılabilirler. Radyoaktif fisyon ürünlerinin %3'ü ve ağır elementler, kullanılmış yakıttan ayrıştırılıp camlaştırılarak canlı yaşamından izole edilmiş şekilde güvenli ve sürekli depolanabilmektedir. Plütonyum ve uranyumu ihtiva eden geriye kalan %97'sinden ise yeni yakıt elementleri üretilebilmektedir. Bunun sonucunda, kullanılmış nükleer yakıtların büyük çoğunluğunun tekrar işlenebilmesi ile nükleer santraller için gerekli yakıt ihtiyacı uzun yıllar boyunca karşılanabilecek ve kullanılmış yakıtlardan kaynaklanan atık miktarı azaltılmış olacaktır.
- Nükleer yakıt maliyeti ve bunun sonucu olarak fiyatı istikrarlı sayılabilecek seviyededir.
- Tablo 3. 2'de görüldüğü üzere işletme maliyetlerinde nükleer yakıtın oranı %30'larda olduğu için (bu oran kömür yakıtlı santraller için %77, doğalgaz için %90) nükleer yakıt fiyatlarındaki değişimin elektrik üretim maliyetine etkisi fosil yakıtlara oranla çok daha azdır. Yakıt fiyatlarının iki katına çıkması doğalgaz santralleriyle üretilen elektriğin maliyetine %66, kömür santralleriyle üretilen elektriğin maliyetine %31 oranında yansımaktayken bu oran nükleer santraller için sadece %9'dur.

Yakıt Tipi	İşletme ve Bakım	Yakıt	Yakıtın fiyatı iki katına çıkarsa elektrik üretim maliyetindeki değişim
Kömür	%23	%77	% 31 artar
Doğalgaz	%10	%90	% 66 artar
Nükleer	%70	%30	% 9 artar

Tablo 3.2 İşletim maliyetinde yakıtın oranı ve yakıt fiyatının iki katına çıkmasıyla birim elektrik enerjisi üretim maliyetindeki değişim

3.4.2. Dünyada ve Ülkemizde Kaynaklarına Göre Elektrik Üretim Oranları

Uluslararası Atom Enerji Ajansı verilerine göre 2008 yılında dünyada toplam 20.181 Milyar kWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir. Üretilen bu elektriğin kaynaklarına göre dağılımı Tablo 3'te gösterilmektedir.

Toplam elektrik üretiminde dünyada en büyük pay, %41 ile kömür kaynaklı güç santrallerine aittir. Nükleer güç santrallerinden üretilen miktar ise %13,5 ile doğalgaz ve hidrolik santrallerden sonra 4. sırayı almaktadır.

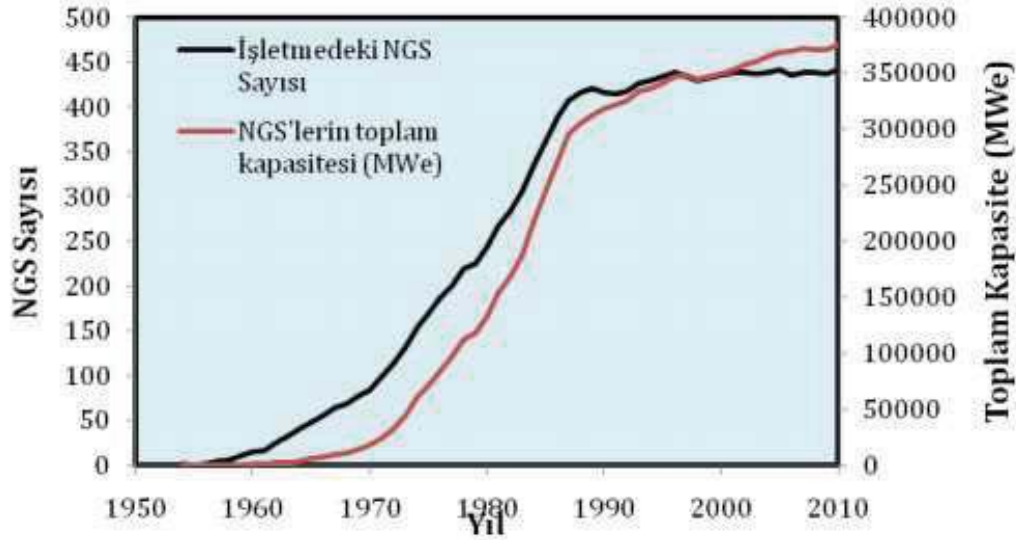
Kaynaklar	Dünya ²⁴	Türkiye ²⁵
Petrol	%5,5	%1,0
Doğalgaz	%21,3	%46,2
Kömür	%41,0	%25,9
Hidro	%15,9	%24,4
Nükleer	%13,5	%0,0
Diğer (Yenilenebilir vb.)	%2,8	%1,9
TOPLAM	20 181 Milyar kWh	212 Milyar kWh

Tablo 3.3 Dünyada ve ülkemizde üretilen elektriğin yakıt kaynaklarına göre dağılımı

Türkiye'de 2010 yılı verilerine göre toplam 212 Milyar kWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir. Tablo 3 ve 4'te görüleceği üzere üretilen elektriğin %73,2 gibi çok yüksek miktarı termik santrallerden, kalan kısmın büyük çoğunluğu ise hidroelektrik santrallerden elde edilmektedir.

Kaynaklar	Üretim (GWh)	Katkı
Doğalgaz	98.144	%46,2
Linyit	35.942	%16,9
İthal Kömür	14.531	%6,8
Taşkömürü	3.588	%1,7
Petrol	2.143	%1,0
Asfaltit	0.984	%0,5
TERMİK TOPLAM	155.827	%73,2
HİDROLİK TOPLAM	51.796	%24,4
Rüzgar	2.916	%1,4
Jeotermal	0.668	%0,3
Yenilenebilir+Atık	0.458	%0,2
YENİLENEBİLİR TOPLAM	3.584	%1,9
DIŞ ALIM TOPLAM	1.143	%0,5
TOPLAM	212.351	%100

Tablo3.4 Ülkemizde 2010 yılı elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı



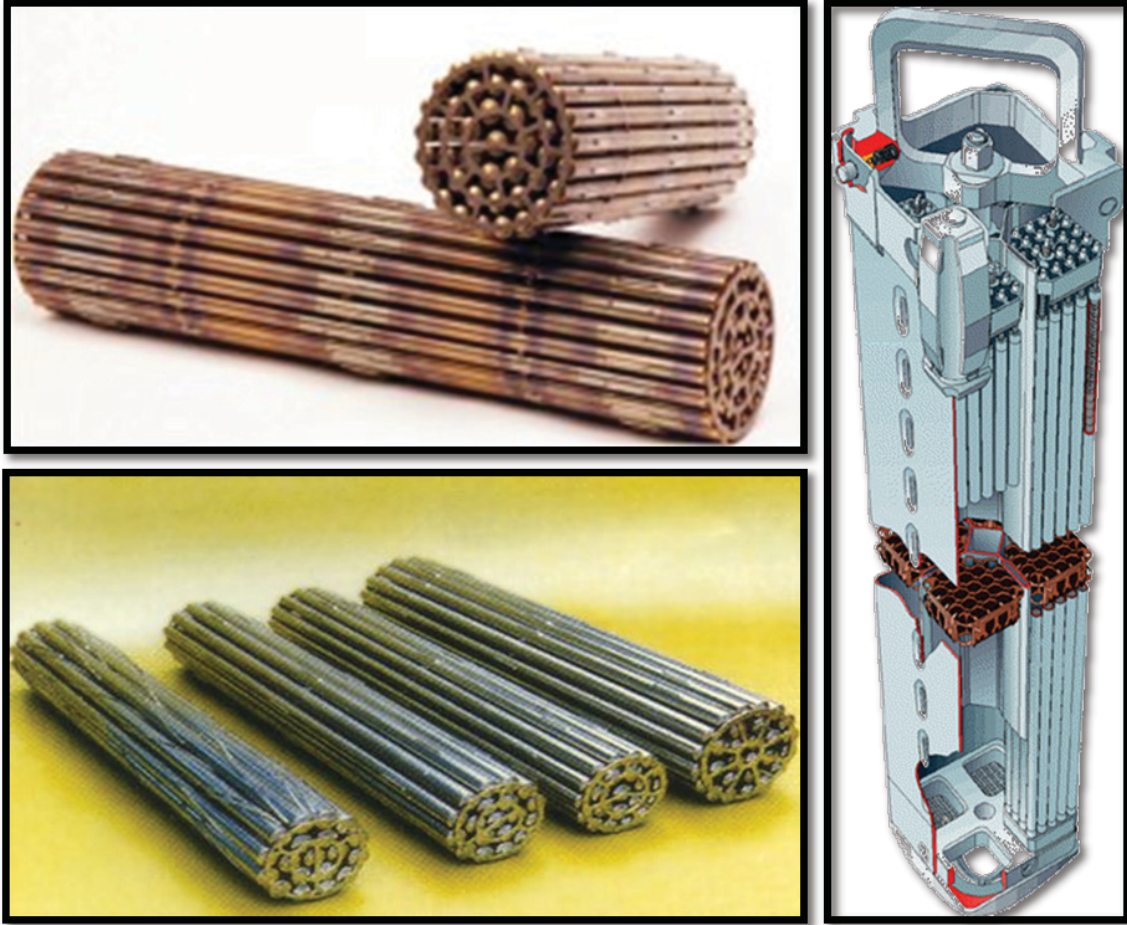
Şekil 3.15 1950-2010 yılları arasında dünya genelinde kurulan nükleer güç santrali sayısı ve toplam kapasitelerindeki değişim

3.4.3. Nükleer enerjinin elde edilişi

Nükleer reaktörlerin çalışması termik santrallerin çalışmasına çok benzemektedir. Aralarındaki tek fark ısının üretildiği kaynaktır. Termik santrallerde ısı kömürün yanmasıyla elde edilirken nükleer santrallerde uranyum atomlarından elde edilir. Enerji üretiminde kullanılan U-235 izotopunun doğadaki miktarı %0.7 kadardır. Geriye kalan % 99.3'lük kısmı enerji üretiminde doğrudan kullanılmayan U-238'dir. U-235'in doğadaki uranyum elementi içerisindeki miktarının arttırılması işlemine zenginleştirme adı verilir.

Bir miktar zenginleştirilmiş uranyum (% 3), boyu 4 metre, çapı yaklaşık 1 cm olan silindir boru içerisine yerleştirilir. Bu silindir borulara yakıt çubuğu adı verilir. Böyle çubuklardan yaklaşık 280 adedi bir araya getirilerek bir yakıt demeti oluşturulur. Bu demetlerden de yaklaşık 200 kadarı reaktör kazanı içerisine yerleştirilir. Nükleer reaksiyonun daha kolay olabilmesi ve üretilen ısının reaktörden alınarak kullanılabilmesi için reaktör kazanı su ile doldurulur.

Nükleer reaktörlerde uranyum elementinin bir izotopu3 olan U-235 parçalanmasıyla enerji ısı olarak açığa çıkar. Üretilecek enerjinin miktarı reaktör kazanının üzerindeki kontrol çubuklarıyla ayarlanır. Santral çalışmaya başladıktan sonra elektrikli su ısıtıcıları gibi nükleer yakıt çubukları da etrafında bulunan suyu ısıtır. Isınan bu su, pompalar vasıtası ile buhar üretecine getirilir. Burada başka bir suyu kaynatırken kendisi de soğur ve tekrar yakıt çubuklarının bulunduğu kazana geri döner ve orada tekrar ısınır, bu işlem böyle devam eder.



Resim 3.12 Nükleer yakıt demetleri

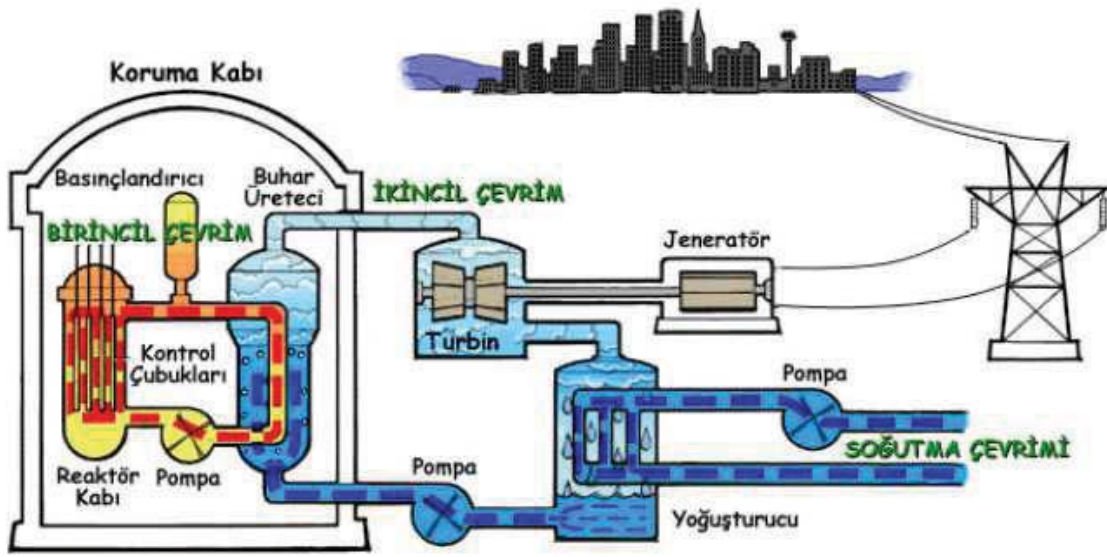
Buhar üreticinde üretilen buhar türbinlere gönderilir. Türbinde buhar enerjisi mekanik enerjisine dönüşür ve türbine bağlı alternatörlerde elektrik bu mekanik enerjisiyle üretilir. Türbinden çıkan enerjisi azalmış buhar, elektrik üretiminde daha fazla kullanılamadığı için bir soğutma kulesi ve nehir suyu veya deniz suyu vasıtasıyla soğutulur ve tekrar suya dönüştürülüp buhar üreticisine geri gönderilir. Nehirden veya denizden alınan su sadece buharı suya dönüştürmekte kullanıldığı için denize veya nehire geri gönderilir.

Doğada bulunan maddelerin özelliklerini, atomlarının merkezindeki çekirdeğin karakteri belirler. Çekirdek, nötron ve proton adı verilen parçacıklardan oluşmuş bir enerji paketine benzetilebilir. Doğa, bu enerji paketini, en az enerji kullanarak oluşturmaya çalışır.

Başlangıçta gereğinden fazla enerji ile oluşmuş bazı atom çekirdekleri, zamanla bu aşırı enerjilerini radyasyon veya parçacık şeklinde yayabilirler. Bu tür çe-

kirdeklere radyoaktif denir. Genelde, kurşundan daha ağır elementler radyoaktiftir ve zaman içinde bozularak kurşun veya daha hafif elementlere dönüşürler. Bu dönüşümün tamamlanması bazen milyonlarca yıl sürebilir.

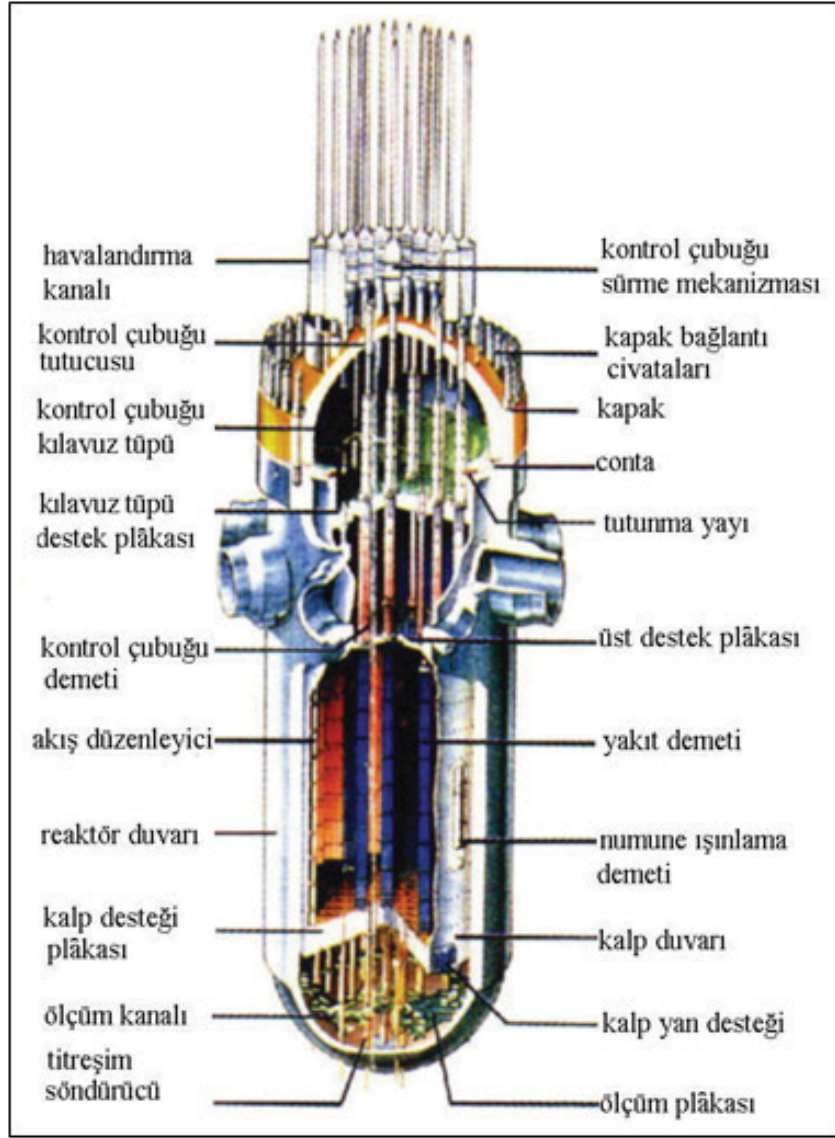
Bazı ağır çekirdekler ise o kadar kararsızdırlar ki küçük bir yardımla, kısa sürede, iki farklı çekirdeğe bölünebilirler. Bu bölünme sırasında bir miktar madde de enerjiye dönüşür. İşte bu olaya çekirdek bölünmesi (filyon4), bu şekilde elde edilen enerjiye de nükleer enerji denir. Bu, aynı zamanda nükleer enerjinin, sanılanın aksine doğal bir enerji kaynağı olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.16 Nükleer santralin çalışma sistemi ve elektrik elde edilişi

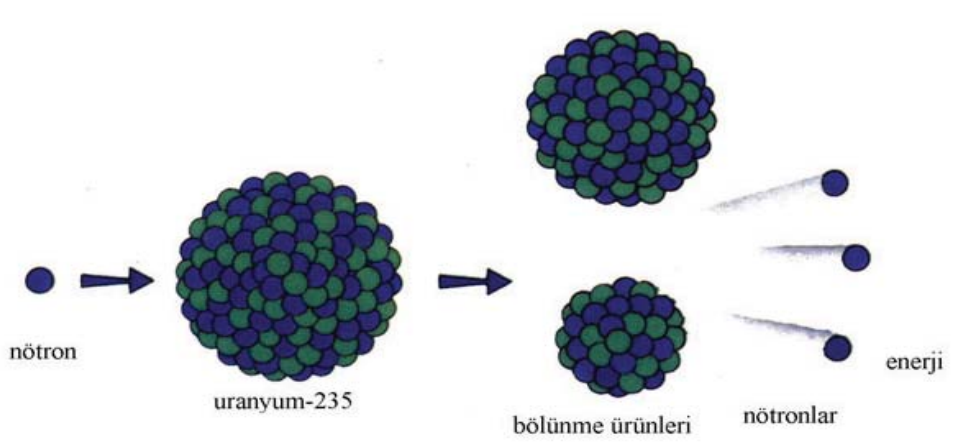
Doğadaki uranyum atomu çekirdeklerinin binde yedisi (Uranyum-235), bölünebilme yeteneğine sahiptir. Nükleer enerjinin yakıtı da bu tür malzemeden oluşur.

Bölünme sırasında açığa çıkan nötronlar yeni bölünmelere neden olur. Bu şekilde oluşan zincirleme reaksiyonlar sonucunda, kısa sürede ısı enerjisi ve radyasyon açığa çıkar. Ortamdaki bölünebilecek çekirdeklerin sayısı, bunların ortam içindeki dağılımı ve bölünmeden çıkan nötronların sayısı kontrol edilirse; enerjinin sürekli, kontrollü ve güvenli olarak açığa çıkması sağlanmış olur.

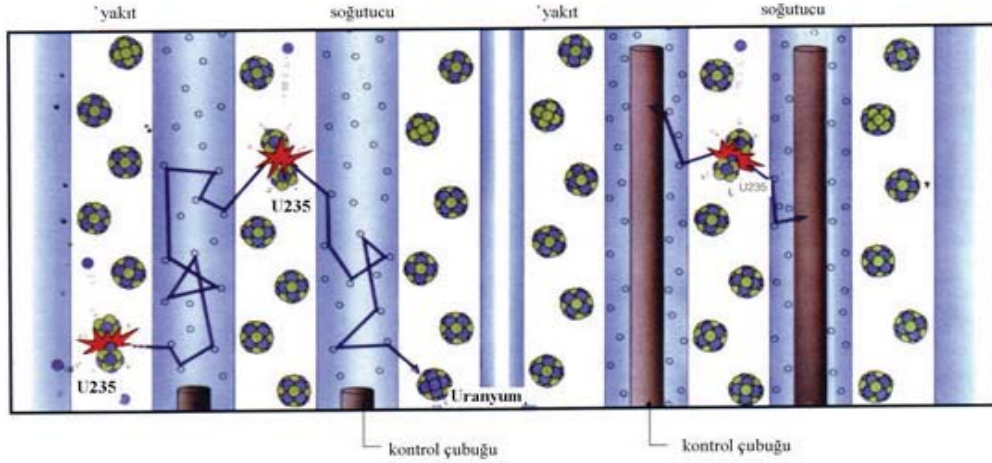


Şekil 3.17 Reaktör kazanı

Nükleer reaktörler, tüm bunların gerçekleştiği düzeneklerdir. Reaktörlerde açığa çıkan ısı enerjisi bir soğutucu (genellikle su) yardımıyla reaktör dışına alınarak, genellikle buhar üretiminde kullanılır. Reaktör kalbi içinden geçen soğutucu santral dışına çıkmaz. Bu su, denize verilen sudan yalıtılmıştır. Üretilen buharın ısı enerjisi, diğer termik santrallerde olduğu gibi, bir buhar türbininden geçirilerek mekanik enerjiye dönüştürülür ve elektrik elde edilmesinde kullanılır.



Şekil 3.18 Uranyum-235 çekirdeğinin nötron yakalaması ile oluşan çekirdek bölünmesi

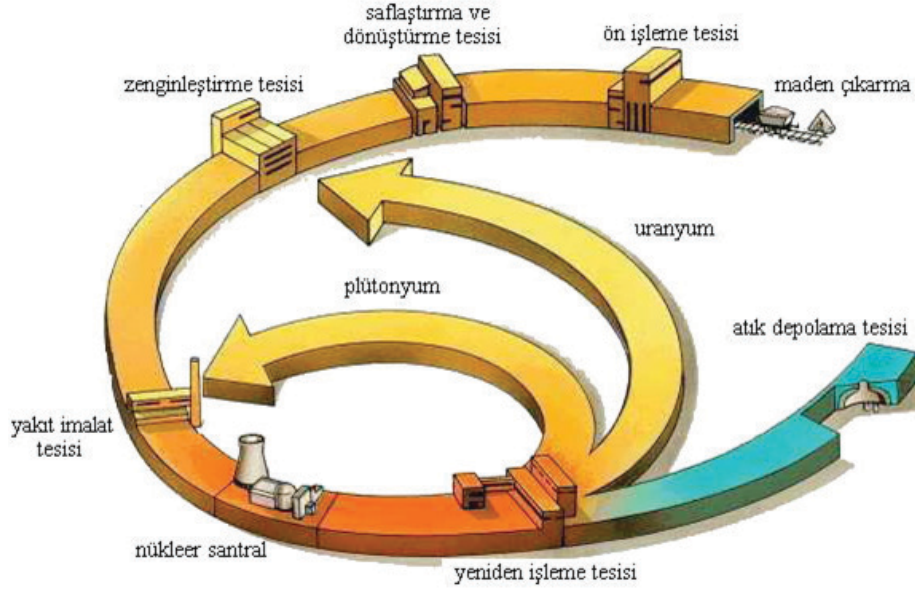


Şekil 3.19 Nötronların kontrol çubukları ile tutulması

Bu özellikler nedeniyle nükleer reaktörler; istenilen sürede, istenilen miktarda, güvenli olarak enerji üretebilirler.

Bu koşulların gerekleri daha başlangıçta, tasarım aşamasında yerine getirildiği için, nükleer reaktörler bir bomba gibi patlamazlar!

Nükleer santral yakıtı; geniş bir hazırlama, kullanım ve geri kazanım çevriminden geçer. Çok az bulunan uranyum madeni önce yoğunlaştırılır. Daha sonra 56°C'de süblimleşen (UF₆) heksaflorür kristalleri hâlinde saflaştırılır. Ancak U²³⁸ (yüzde 99,3) ve U²³⁵ (yüzde 0,7) izotoplarının karışımından oluşan doğal uranyumdaki U²³⁵ oranının % 3'e çıkarılması gerekir. Bunu sağlamak için UF₆ gazı gözenekli setlerden geçirilerek U²³⁵ izotopu U²³⁸ e ayrıştırılır ve her bir setten geçirilirken U²³⁵ izotopu binde 2 oranında yoğunlaştırılır.



Şekil 3.20 Nükleer enerji dönüşümü

Zenginleştirilmiş olan uranyum, reaktörlerin kalbindeki yakıt bileşenine katılır. Yakıt reaktörün kalbinde 3 ile 6 yıl arasında enerjisini tamamen tüketir. Böylece zayıflayan, ama harcanmamış bileşimler düzenli olarak reaktörden çıkartılıp soğutulur. Geri kazanım tesislerine gönderilerek burada asal maddeleri olan uranyum ve plütonyum ile radyoaktif parçalanma ürünleri birbirinden ayrıştırılır. Plütonyum ve arıtılmış uranyum yeniden zenginleştirildikten sonra tekrar nükleer reaktördeki yakıt bileşenlerine katılır. Geri kalan artık maddeler ise radyoaktifliklerinin azalması için dinlenmeye bırakılır. Daha sonra, az ve orta radyoaktif atıklar, beton ve asfaltla sarıldıktan sonra özel bölgelere yerleştirilir. Yüksek etkinlikli atıklar sıkıştırılıp yalıtıldıktan sonra çok derinlere gömülür.

Nükleer yakıtın fisyonu (kontrol edilebilen zincirleme tepkime) sonucunda serbest kalan nötronlar yavaşlatıcıdan (grafit, ağır su ve hafif su) geçirilerek kinetik enerjilerinin ısı enerjisine dönüşmesi sağlanır.

3.4.4. Bölümlerinin görevleri

Bir nükleer santral, prensip olarak şu bölümlerden oluşur:

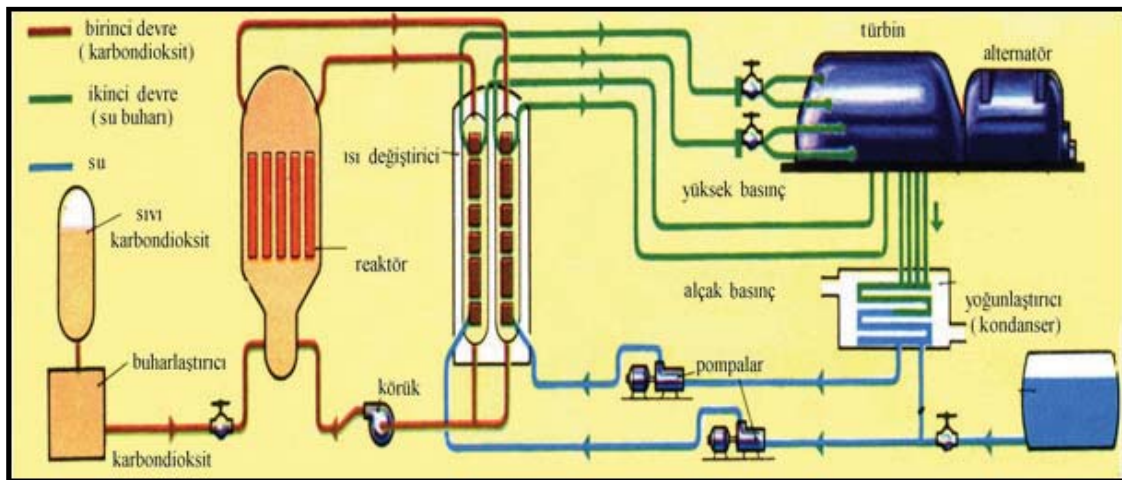
1. Reaktör
2. Buhar üretici
3. Eşanjör (ısı değiştirici)
4. Kondanser

6. Alternatör

Bunların dışında yardımcı üniteler de vardır. Örnek olarak, buharlaştırıcı, kö-rükler, pompalar, valfler vb. verilebilir.

Bir nükleer santralin çalışma prensibi şöyledir:

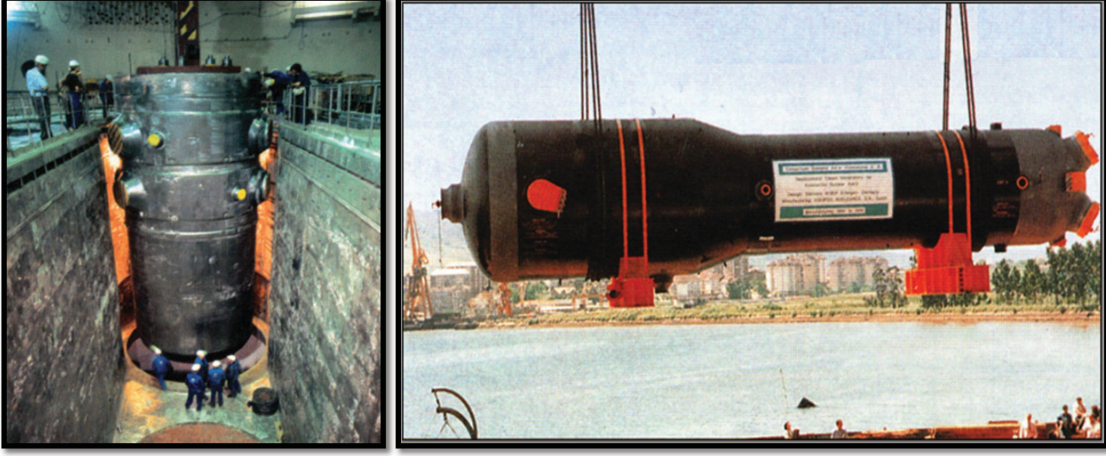
Reaktörden elde edilen ısı, ısı iletici (basıncılı karbondioksit) vasıtasıyla iletilerek, bir ısı değiştiriciye (eşanjör) gönderilir. Burada ısıtılan su buhar hâline dönüştürülerek türbine gönderilir.



Şekil 3.21 Nükleer santral blok şeması

Basınçlı su kullanılan reaktörlerde yakıt olarak zenginleştirilmiş uranyum, ya-
vaşlatıcı ve ısı taşıyıcı sıvı olarak da ağır su kullanılır. Yakıt, reaktörün kalbine dikey
çubuklar hâlinde yerleştirilir. Genellikle demet hâline getirilen 280 uranyum çubu-
ğu, zirkonyumdan yapılmış su geçirmez yuvaların içinde bulunur. 900 MW'lık sant-
rallerde 157, 1300 MW'lık santrallerde ise 198 yakıt çubuğu demeti vardır. Çubuklar
reaktörün kalbindeki su dolu bir kabın içine yerleştirilmiş durumdadır. Kabin için-
deki suyun 326°C'lik çalışma sıcaklığında kaynamasını engellemek için 155 barlık
basınç altında tutulur.

Su moleküllerindeki hidrojen, nötronları yavaşlatır. Kabın üstüne bağlanmış olan bir çok kıvrım ana devreyi oluşturur. Basıncı su reaktör kabına üstteki ana devreden 286°C’de girer ve kaptan 326°C’de çıkar. Çıkış devresinin boruları bir ısı değiştiricisinin (eşanjör) içindeki sudan geçer. Isı değiştiricisindeki su ısınarak 60-80 bar arasında buhara dönüşür.



Resim 3.13: Bir reaktörün gemiden indirilişı

Bu buhar kurutuculardan (kızdırıcılardan) geçirildikten sonra bir grup turbo alternatör türbininde genişletirilir. Buhar daha sonra bir kondanserde soğutulur ve buhar üreticine gönderilir. Kondanser, akarsudan veya denizden alınan soğuk suyla soğutulur ve gerekirse bu suda soğutma kulelerinde ayrıca soğutulur. Nükleer santrallerin soğutulmasında çok miktarda suya ihtiyaç olduğundan debisi yüksek akarsuların veya denizlerin kenarına kurulmasında fayda vardır.

DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi termik santrallerin yakıtın ve mekanik enerji üreten makinenin cinsine göre çeşitlerinden değildir?
 - a. Su türbinli santraller
 - b. Buhar türbinli santraller
 - c. Dizel santraller
 - d. Nükleer santraller
2. Aşağıdakilerden hangisi gaz türbinli termik santrali oluşturan sistemlerden değildir?
 - a. Hava sistemi
 - b. Yakıt sistemi
 - c. Işık sistemi
 - d. Kontrol yağı sistemi
3. Aşağıdakilerden hangisi dizel santralin bölümlerinden değildir?
 - a. Dizel motor
 - b. Alternatör ve uyartım dinamosu
 - c. Nükleer yakıt sistemi
 - d. Soğutma sistemi
4. Aşağıdakilerden hangisi bir nükleer santrali oluşturan bölümlerden değildir?
 - a. Reaktör
 - b. Kondanser
 - c. Türbin
 - d. Cebri boru
5. Aşağıdakilerden hangisi bir nükleer santral yakıtlarından değildir?
 - a. Uranyum
 - b. Plütonyum
 - c. Toryum
 - d. Bor