

10- RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Radyasyonun insan sağlığı üzerinde yaratabileceği etkiler uzun zamandır bilinmektedir.Bu etkilerin bazıları, radyasyon yanıkları, kanser ve gelecek nesillerdeki genetik bozukluklardır.Hatta, çok büyük miktarlarda radyasyon dozuna maruz kalınması halinde ani ölümlere rastlamak mümkündür

10.1- Erken Etkiler

- Çok büyük dozlardaki radyasyon, birkaç saat veya birkaç hafta içerisinde sağlık üzerinde zararlı etkiler yaratabilir. Bu tip etkiler, radyasyona maruz kalınmasından çok kısa bir süre sonra görüldüğü için Erken Etkiler olarak adlandırılır. Erken etkiler, öldürücü olabilen radyasyon yanıkları ve radyasyon hastalıklarıdır.

- Bir veya iki gün içerisinde toplam 6 Sv doza maruz kalan gözlerde de bazı hasarlar meydana gelebilir. Bu dozda, göz lensleri berraklığını kaybeder ve bulanıklaşmaya başlar. Bu durum katarakt olarak adlandırılır. Vücudun herhangi bir yerinde bir defada alınan doz miktarı 10 Sv'i aştığı takdirde, ikinci derece ısı yanıklarınının sonuçlarına benzeyen ciddi doku hasarları oluşur

10. 2- Ertelenmiř Etkiler

- Radyasyon yanıkları ve hastalıklarına neden olacak kadar yüksek dozlardaki ışınlamalara maruz kalma olayları nadiren görölmektedir. Ülkemizde de bu güne kadar ciddi bir yaralanmayla veya ölümlle sonuçlanan herhangi bir olay görölmemekle birlikte bilinçsizlik ve dikkatsizlik sonucu meydana gelen kazalarda birkaç küçük radyasyon yanığı olayı tespit edilmiştir. Ancak, bu düşük dozların etkileri yıllar sonra ortaya çıkabilir. Bu etkiler, ışınlamaya maruz kalan kişinin kansere yakalanması veya çocuklarında genetik bozukluklar şeklinde kendini gösterir.



11- RADYASYON ÖLÇÜM SİSTEMLERİ

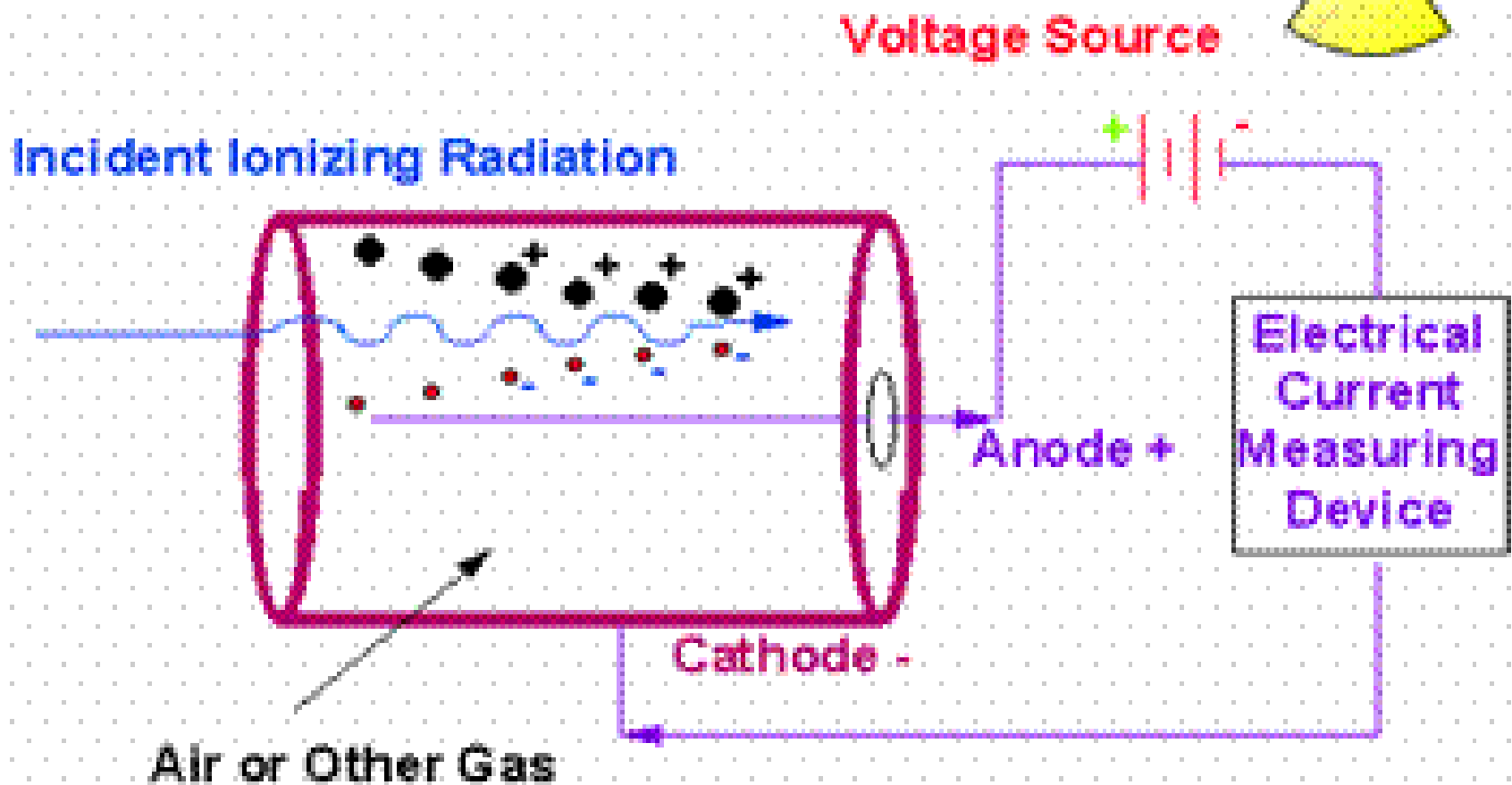
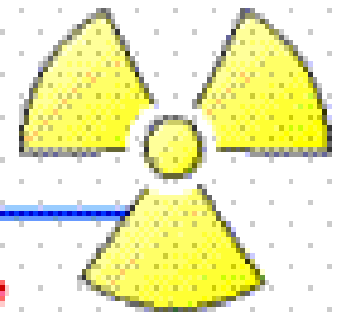
- Radyasyonun varlığının anlaşılması duyu organları ile mümkün olmadığından, algılanması ve ölçümleri radyasyona hassas cihazlar ile yapılır. Radyasyonun ölçülmesinin temeli, radyasyon ile maddenin etkileşmesi esasına dayanır. Radyoaktif olarak bilinen atomların çekirdeği kararsız olduklarından radyoaktivite özelliği gösterirler.

- Yani kararsız çekirdekler parçalanır ve parçalanma sonucu yeni bir çekirdek ve parçalanma ürünleri meydana gelir ve radyasyon yayılır. Altı çeşit Radyasyon ölçüm cihazı geliştirilmiştir.

11.1- İyon Odası Dedektörü

- İyon odaları α , γ ışınları ve β parçacıkları ölçümünde kullanılırlar. Alçak radyasyon şiddetine duyarlı olmamakla beraber yüksek doz şiddetlerini ölçmede son derece yararlıdır. Çeşitli radyasyonları ayırt etme özelliği yoktur. 60-300 volt'luk çalışma aralığında etkindir. Gaz olarak genellikle atmosfer basıncında hava kullanılır. Göstergeleri, genellikle C/kg.sn , (x)R/h veya (x)Sv/h

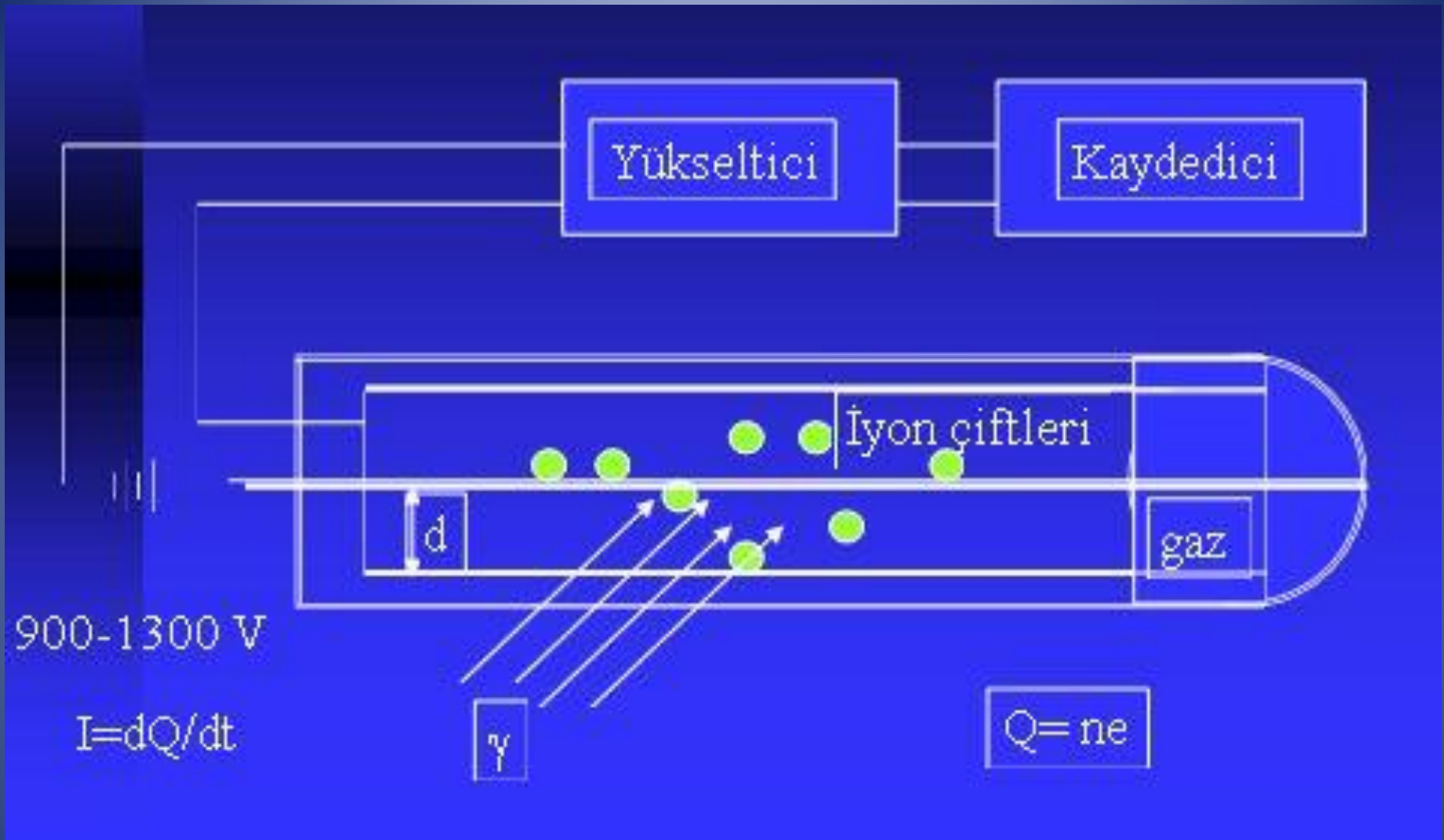
Radiation Detection Gas Filled Detectors



iyon odası dedektörü (TAEK).

11. 2- Geiger- Müller Dedektörü

- G-M, 900-1300 V'luk çalışma aralığında etkindir. Bu dedektörlerle;
 - Az iyonlaşma meydana getiren yüklü parçacıklar
 - Düşük enerjili X ve Gama ışınları ölçülür
- Ancak dedektörle parçacık enerjisinin ölçülmesi ve parçacık cinslerinin birbirinden ayrılması söz konusu değildir. Odanın önüne yerleştirilen bir zırh ile beta parçacıkları tutulup, yalnız gama ışınları sayılabilir



Geigher-Müller Dedektörü (Kaynak: TAEK).

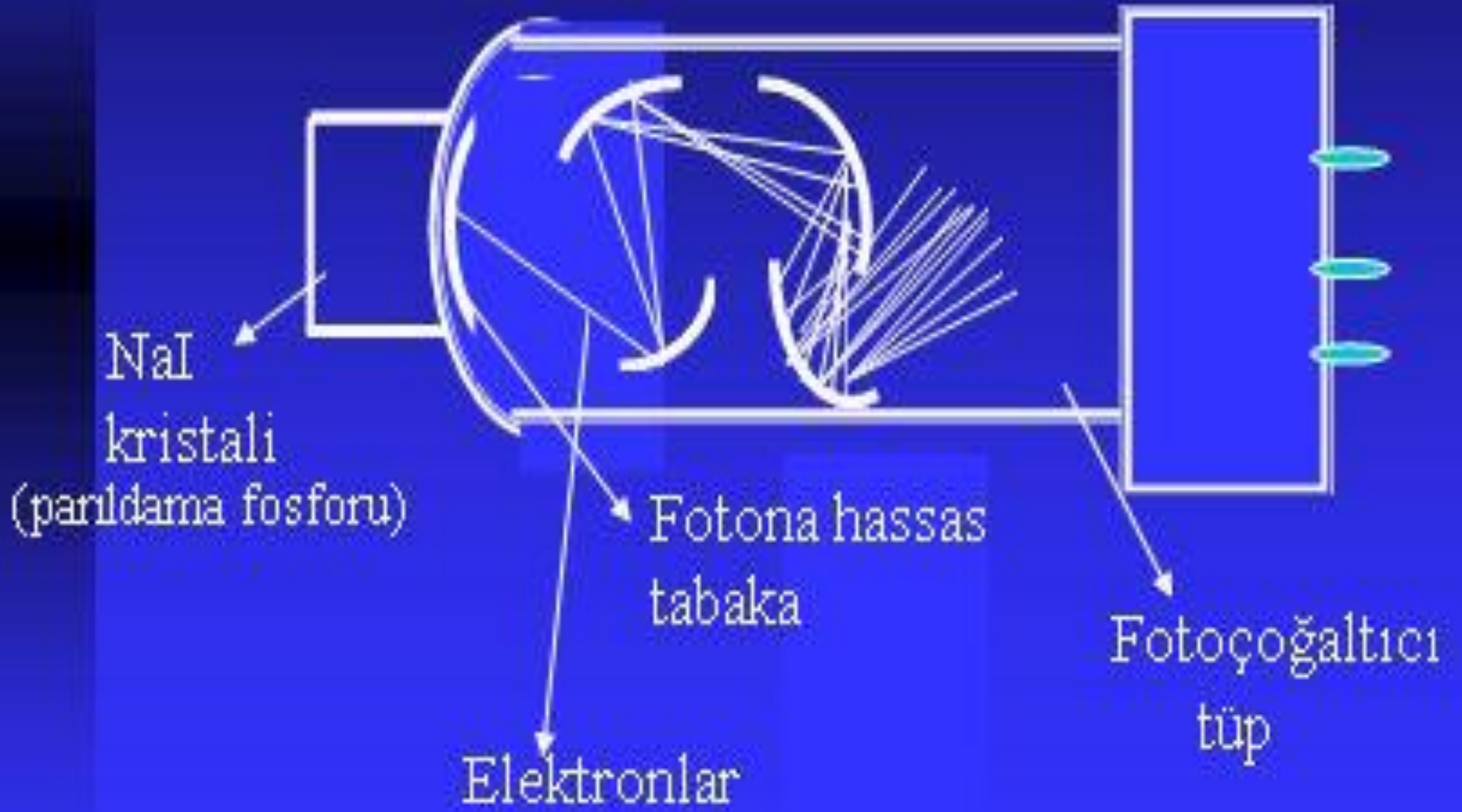
11.3- Orantılı Sayaçlar

- Çalışma voltajı orantılı bölgede olup, meydana gelen yüksek alan şiddeti ile anottaki yük miktarı, dolayısıyla voltaj pulsu büyür. Gazın çoğaltma faktörü 10^5 - 10^6 ve çalışma voltaj aralığı 1500-4000 V'tur. Orantılı cihazların a ve b radyasyonlarını ayırt etme özelliği vardır.
- Bu tip dedektörlerle;
 - Düşük enerjili X ve Gama Işınları,
- İyon odasına açılan naylon veya mikalardan yapılmış ince pencere ile alfa parçacıklarının ölçümü yapılır

11.4- Sintilasyon Dedektörleri (Pırıldama)

- Elektronu verilen enerji onu ortamdaki yerinden koparmaya yeterli olmadığı zaman uyarılan elektron, tekrar eski haline dönerken görünür ışık yayar Sintilasyon fosforlarının yaydığı ışık, foto çoğaltıcı tüpler tarafından toplanarak, voltaj pulsu haline getirilir. Meydana gelen pulsun büyüklüğü radyasyonun enerjisi ile orantılıdır. Bu dedektörler sayım ve aynı zamanda enerji ayırımı için kullanılır.

- Bu dedektörlerde foto çoğaltıcı tüpü ve kullanılan fosforu değiştirmek suretiyle değişik tipte radyasyonların dedeksiyonu mümkündür. Bunlar;
- Alfa parçacıklarını ölçmek için gümüşle aktive edilmiş ZnS fosforu,
- Beta parçacıklarını ölçmek için naftalin ve stilben
- Düşük enerjili X ve gama ışınını ölçmek için talyumla aktive edilmiş NaI kristali kullanılır.



Sintilasyon Dedektörü (Kaynak: TAEK).

11. 5-Yarı İletken Dedektörler

- Silisyum (Si) ve Germanyum(Ge) gibi yarı iletken maddelerden yapılır.
- Bu dedektörler radyasyonun bu maddelerde oluşturduğu iyonizasyon ilkesi ile çalışırlar.
- Genellikle radyasyonun enerjisini ölçmek için kullanılırlar.

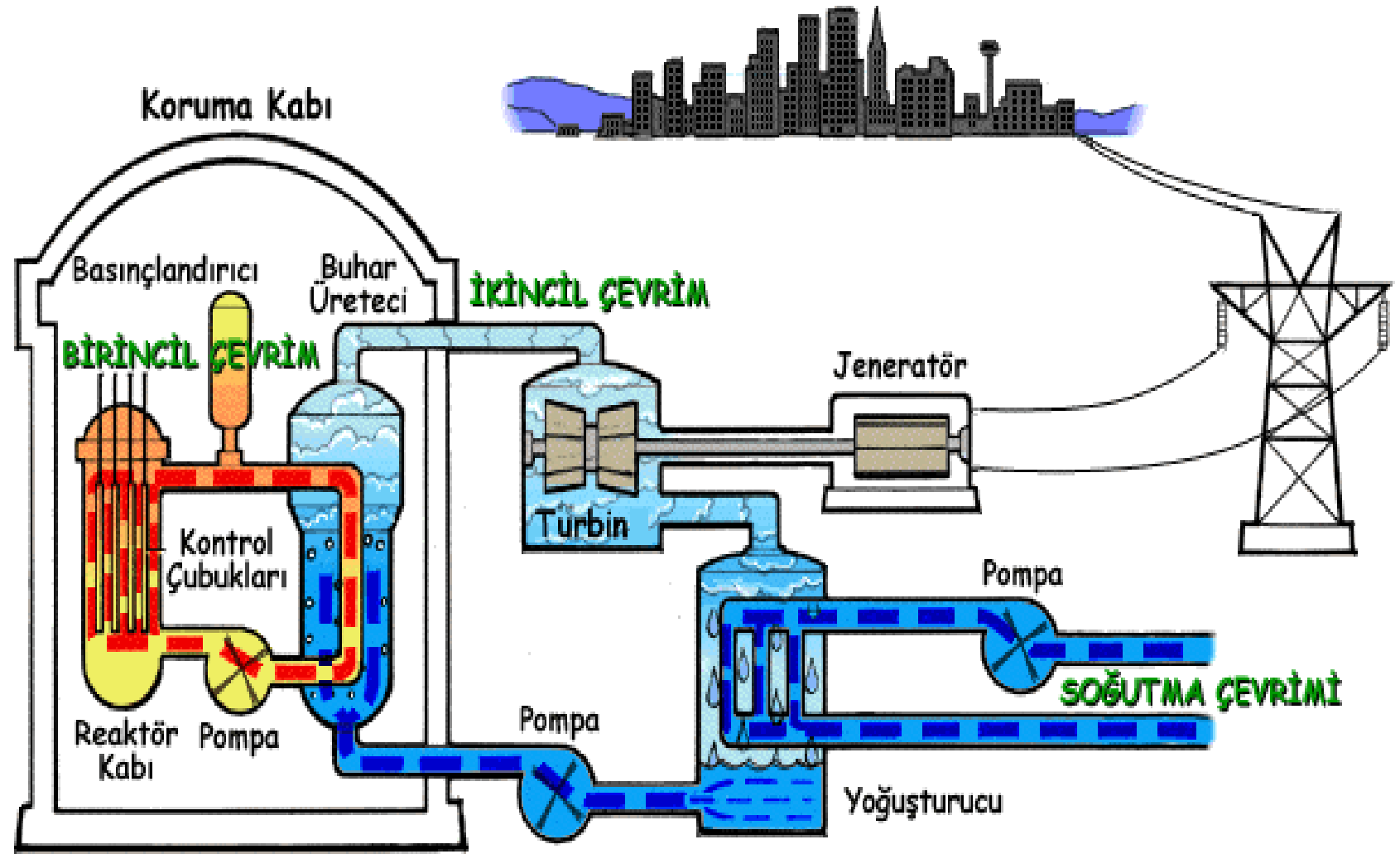
11. 6- Nötron Dedektörleri

- Diğer radyasyonların ölçüldüğü sistemlerle (n,a) , (n,b) , (n,p) ve (n,g) reaksiyonları sonucunda oluşan ikincil iyonlayıcı ışınlar ölçülür. Nötron etkileşmesinden doğan izotopun kendisi radyoaktif olabileceğinden bu yöntem çoğunlukla indium, tantal ve altın plakaları bir araya getirerek kaza dozimetresinde kullanılır

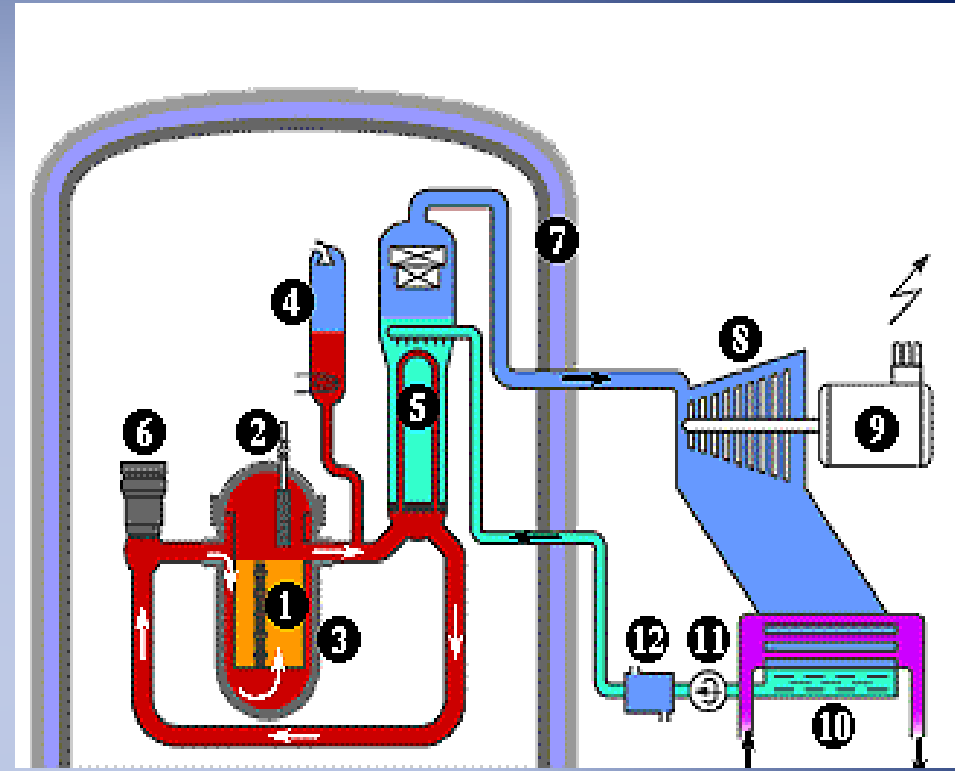
12- NÜKLEER GÜÇ SANTRALI / REAKTÖRÜ

- Bir nükleer santraldaki sistemler konvansiyonel güç santralları ile aynı mantıkla çalışırlar. Isı enerjisinin üretildiği kısımda elde edilen buharın türbin-jeneratörü döndürerek elektrik üretilmesi felsefesi, temel olarak nükleer santrallarda da aynıdır. Nükleer santrallar ısı üretmek için nükleer reaksiyonu kullandıkları ve bunun sonucunda çevreye salınmaması gereken radyoaktif maddeler ürettikleri için, bazı ek sistemler kullanırlar

- Örneğin, bir çok nükleer santralda nükleer yakıtı barındıran yakıt tüpleri arasından ısınarak geçen su, doğrudan türbine gönderilmeyip, türbin için buhar üretilen ikinci bir çevrimi ısıtmak için kullanılır. Bununla ilgili sistemlere Birincil (Soğutma) Sistem(i) adı verilir. İkincil sistem ise birincil soğutma sistemindeki ısıyı alarak türbin-jeneratörü döndürmek için gerekli olan buharın üretilmesi için kullanılan sistemdir. Her iki sistem de kapalı birer döngü oluşturmuşlardır.



Nükleer Reaktörün Çalışma Sistemi



1. Reaktör kalbi (reactor core)
2. Kontrol çubuğu (control rod)
3. Reaktör basınç kabı (pressure vessel)
4. Basınçlandırıcı (pressurizer)
5. Buhar üretici (steam generator)
6. Birincil soğutma su pompası (primary coolant pump)
7. Reaktör korunak binası (containment)
8. Türbin (turbine)
9. Jeneratör - Elektrik üretici (generator)
10. Yoğunlaştırıcı (condenser)
11. Besleme suyu pompası (feedwater pump)
12. Besleme suyu ısıtıcısı (feedwater heater)

- Nükleer santraller, birincil sistemlerindeki farklılıklara göre değişik şekillerde adlandırılırlar. Dünyadaki 400 den fazla sayıda nükleer santralin yaklaşık olarak yarısı "basınçlı su reaktörü"dür. Basınçlı su reaktörlerinde, birincil sistem yaklaşık 150 atmosferlik bir basınç altında tutularak, içinde bulunan suyun yüksek sıcaklıklara kaynamadan çıkarılması sağlanmıştır. Buna ek olarak "kaynar sulu" ve "basınçlı ağır sulu" reaktörler de en çok kullanılan nükleer santral tipleridir.

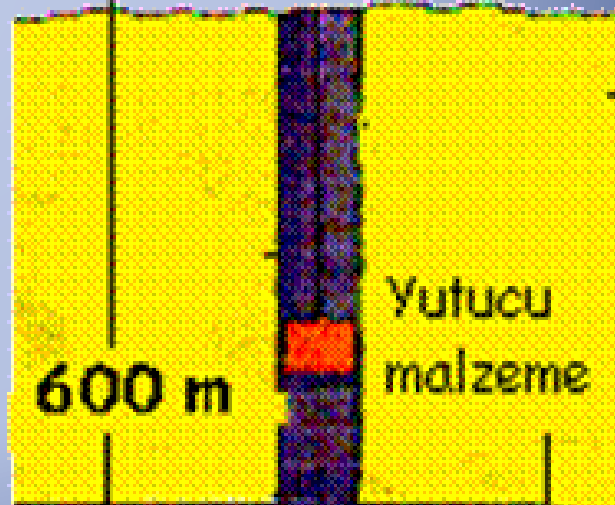
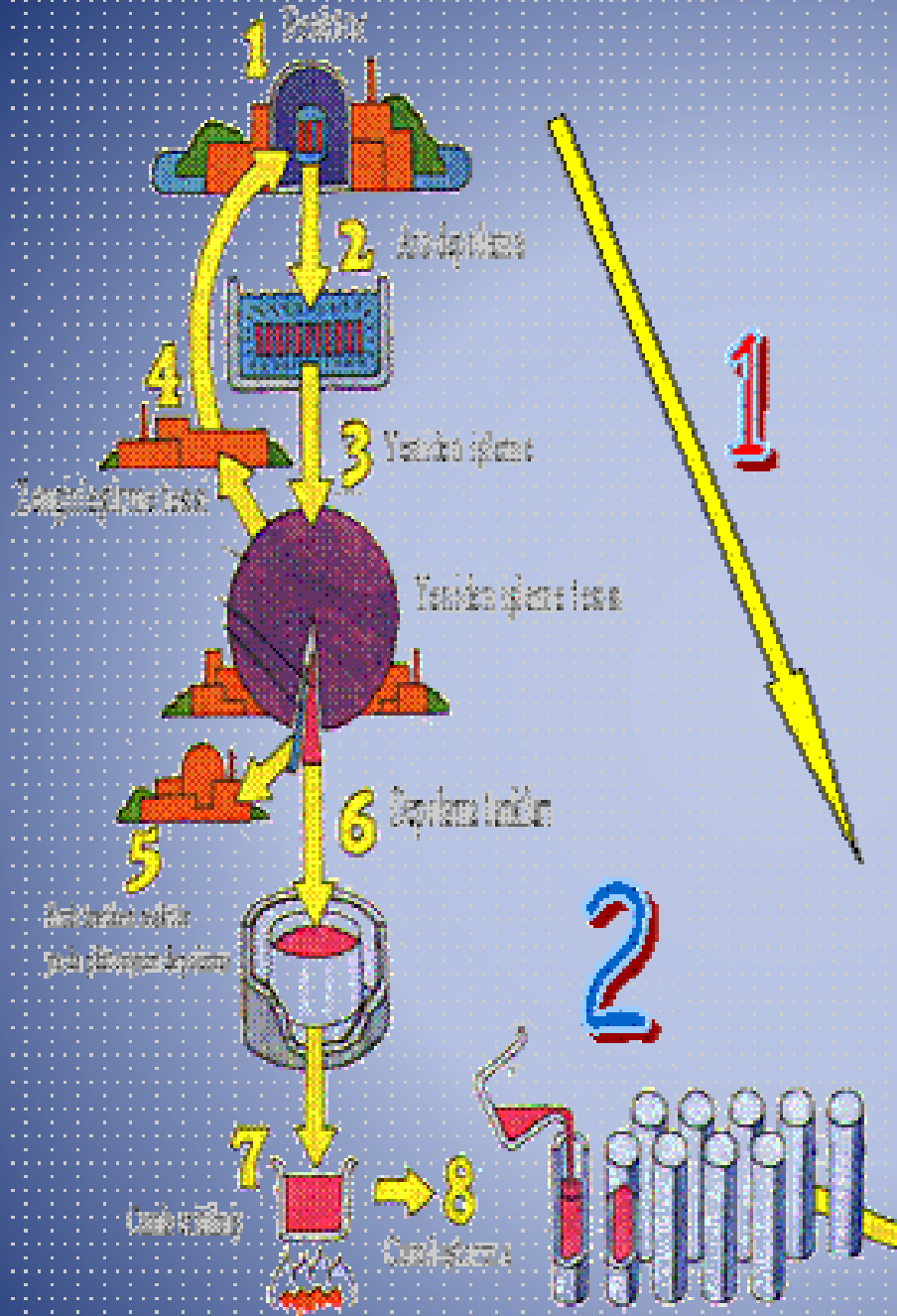


12.1- Nükleer Reaktör Atıkları

- Nükleer güç reaktörlerinin normal çalışmaları sırasında çevreye yalnızca düşük ve orta aktivite seviyelerinde sıvı ve gaz radyokatif atıklar bırakılır. 1000 MWe kapasiteli (yaklaşık olarak 7×10^9 kWs üretim yapan) tipik, modern bir güç reaktörünün bir yıl süre ile çalışması sonucu yaklaşık 800 ton düşük ve orta aktiviteli atık oluşur. Bu sonuç, reaktör soğutma sistemlerinin ve yakıt depolama havuzlarının temizlenmesinden, alet ve cihazların dekontaminasyonundan, reaktörün çalışması sırasında kullanılmaları sonucu radyoaktif hale gelen bazı metal parçaları ve filtre gibi malzemelerden ileri gelmektedir.

- Bu tür atıklar aktiviteleri azalincaya kadar depolanırlar veya aktivitelerinin çevreye yayılmasının önlenmesi için çimento veya bitümen ile karıştırılarak kara parçalarında yüzeysel olarak veya deniz diplerine gömülürler. Aynı reaktörden bu atıkların dışında yılda yaklaşık 25 ton yüksek aktiviteli kullanılmış yakıt çıkar. Bu yakıtların yeniden işlenmesi sonucunda yaklaşık olarak GW(e) başına yılda 3-5 m³ katılaştırılmış atık oluşur. Kullanılmış yakıtlar iki şekilde saklanır

- **1.** Kullanılmış yakıt, ara depolamadan sonra direk olarak nihai depolama tesislerine gönderilir. Ancak günümüzde nihai depolama tesisleri henüz işletimde değildir, bu konuda yapılan araştırmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu nedenle, kullanılmış yakıtlar ara depolama tesislerinde bekletilmektedir.
- **2.** Kullanılmış yakıtın içinde bulunan ve tekrar yakıt olarak kullanılacak uranyum ve plütonyumun kazanılması amacıyla yeniden işleme tesislerine gönderilir. Uranyum ve plütonyum kazanıldıktan sonra ortaya çıkan yüksek seviyeli atık camlaştırılarak depolanır



12. 2- Kullanılmış Yakıt

- Elektrik üretimi için nükleer güç reaktörlerinin çoğunluğu, düşük zenginlikte uranyumdan (%3-3.5 oranında U-235 içeren) yapılmış yakıt kullanmaktadır. Reaktörde kullanıldıktan sonra dışarı alınan bu yakıt çubukları tipik olarak, yaklaşık %0,8 yanmamış uranyum-235, %0.6 plutonyum, %94,3 uranyum-238 ve %4,1 oranında fisyon ürünleri ve ağır elementler ihtiva etmektedir. Kullanılmış yakıtlar reaktörden çıkarıldıktan sonra radyoaktif bozunma işlemi bir süre daha devam ettiği için fiziksel olarak sıcaktırlar

- Bu nedenle yakıtların yoğun olan radyaaktif bozunmaları hafifleyinceye kadar belirli bir süre reaktör binasındaki su dolu havuzlarda bekletilir. Daha sonra uzun süreli depolanacakları depolama tesislerine veya içindeki tekrar yakıt olarak kullanılabilen U-235 ve Pu-239 alınması için tekrar işleme tesislerine gönderilirler.

- Kullanılmış yakıtların reaktör bölgesinden uzak bir yerde merkezi olarak depolanmaları bazı ülkelerce önerilmektedir. Kullanılmış yakıtların betonarme koruganlarda saklanması güvenli olduğu 30 yıllık bir deneyim sonucu anlaşılmış olup, söz konusu yakıtlar birçok yıl daha aynı şekilde muhafaza edilebilirler. Kullanılmış yakıtların en son olarak depolanması için düşünülen çözüm jeolojik yapılar içerisinde ve su tabakalarından uzak depolanmalarıdır.

12.3- Nükleer Santrallerin Etrafında Yaşayan İnsanların Aldığı Radyasyonlar

- Dünyada yaşayan her insan, topraktan, uzaydan, kullandığımız elektronik aletlerden kaynaklanan doğal radyasyona maruz kalmaktadır. Bu radyasyonun miktarı, yaşadığımız yöre ve koşullara bağlı olarak yılda yaklaşık 2-3 mSv civarındadır. Buna ek olarak, nükleer santrallerden alacağımız radyasyon ise doğal radyasyona göre çok çok küçük seviyede kalmaktadır.

- Örnek olarak dünyada en fazla nükleer santralin olduğu Amerika Birleşik Devletleri'nde bu tür santrallerden dolayı halkın doğal radyasyona ek olarak aldığı miktar yılda 0.05 mSv'in altındadır.
- Radyasyonla çalışan kişiler için, doğal radyasyonun üzerinde maruz kalınacak maksimum miktar ise, ülkelere göre yıllık 20 ile 50 mSv arasında değişiklik göstermektedir.

12.4- Çernobil Nükleer Reaktörü Kazası

- Ukrayna'daki Çernobil nükleer güç santralindeki kaza, reaktör güvenliği ile ilgili bir test sırasında gerçekleşmişti. Yapılan test, bu tür reaktörlerin kararlı çalışmadığı çok düşük güç seviyesindeydi ve bu seviyede reaktörün güvenlik sistemlerinin devreye girmemesi için, sorumlu operatörler, normalde yapmamaları gerektiği halde acil durum kapama sistemini devre dışı bırakmışlardı. Deney sırasında kalıp içi sıcaklıklar güvenli seviyenin üstüne çıktığında ise reaktörü kapatacak ve soğutma sağlayacak sistemler devre dışındaydı.

- Bu affedilmez hata, buhar basıncının artmasına ve bu yüzden oluşan buhar patlamasıyla birlikte çatının çökmesine yol açtı. Böylece, reaktör içindeki sıcak grafit doğrudan atmosferle temas eder hale geldi. Havada bulunan oksijenle reaksiyona giren grafitin yanmasıyla reaktör kalbi bütünlüğünü kaybetti ve bu tür Rus reaktörlerinde (RMBK-1000) koruma kabuğunun da olmaması nedeniyle, radyoaktif maddeler dışarı salındı.

- 26. Nisan 1986, saat 01:23'de olan bu kazanın etkileri çok büyük oldu. Dünyadaki, çoğunluğu 25 yıldan fazla işletme deneyimine sahip 400'den fazla nükleer reaktör içinde, çevredeki halk için ciddi olumsuz sonuçlara yol açan ilk kazaydı. 35 kişi kaza nedeniyle hayatını kaybetti.
- Türkiye'nin Trakya Bölgesi 26 Nisan 1986 tarihinde meydana gelen Çernobil Nükleer Santral kazasından, kazadan bir hafta sonra, 3 Mayıs 1986 tarihindeki sağanak yağmur nedeni ile etkilenmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesinin etkilenmesi ise 7-9 Mayıs tarihlerinde olmuştur.

- Kazanın ilk etkileri 30 Nisan 1986 günü ülkemizin kuzey-batı (Trakya) bölgesi ve Karadeniz kıyılarında çevresel doğal radyasyon düzeylerindeki yükselmeler ile gözlenmiştir.
- Bölgenin normal koşullarda 8-10 mikro röntgen / saat olan doğal radyasyon düzeyi 4-5 Mayıs günleri 30-50 mikro röntgen/saat düzeyine ulaşmıştır. En yüksek radyasyon düzeyi 150 mikro röntgen/saat olarak Batı Karadeniz kıyısındaki Karasu'da ölçülmüştür.

- 1987 ay ürünlerinde aktivite düzeyi 3000 Bq/kg'ın altına düşmüştür. 1988 yılında 450-500 Bq/kg civarında, 1989 yılında ise 150-300 Bq/kg, 1990 yılı ve daha sonraki yıllarda ise bu değerler daha da azalmıştır. lm sonuçları 1988 ve 1989 yıllarında fındık, sebze ve meyve, et, deniz ürünlerindeki aktivite değerlerinin doğal düzeyde olduğunu göstermiştir.