

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ ***DERS NOTLARI***

RADYASYON KİRLİLİĞİ

Yrd.Doç.Dr. Orhan CERİT



Radyasyon nedir?

Bazı elementlerin atom çekirdeklerinde meydana gelen tepkimeler nedeniyle yaydıkları ışımaya radyasyon denilmektedir. Bir başka ifadeyle de; elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımı ya da aktarımıdır

Radyasyon, genel anlamıyla;

Parçacık radyasyonu ve

Elektromanyetik radyasyon

olarak iki gruba da ayrılabilir.

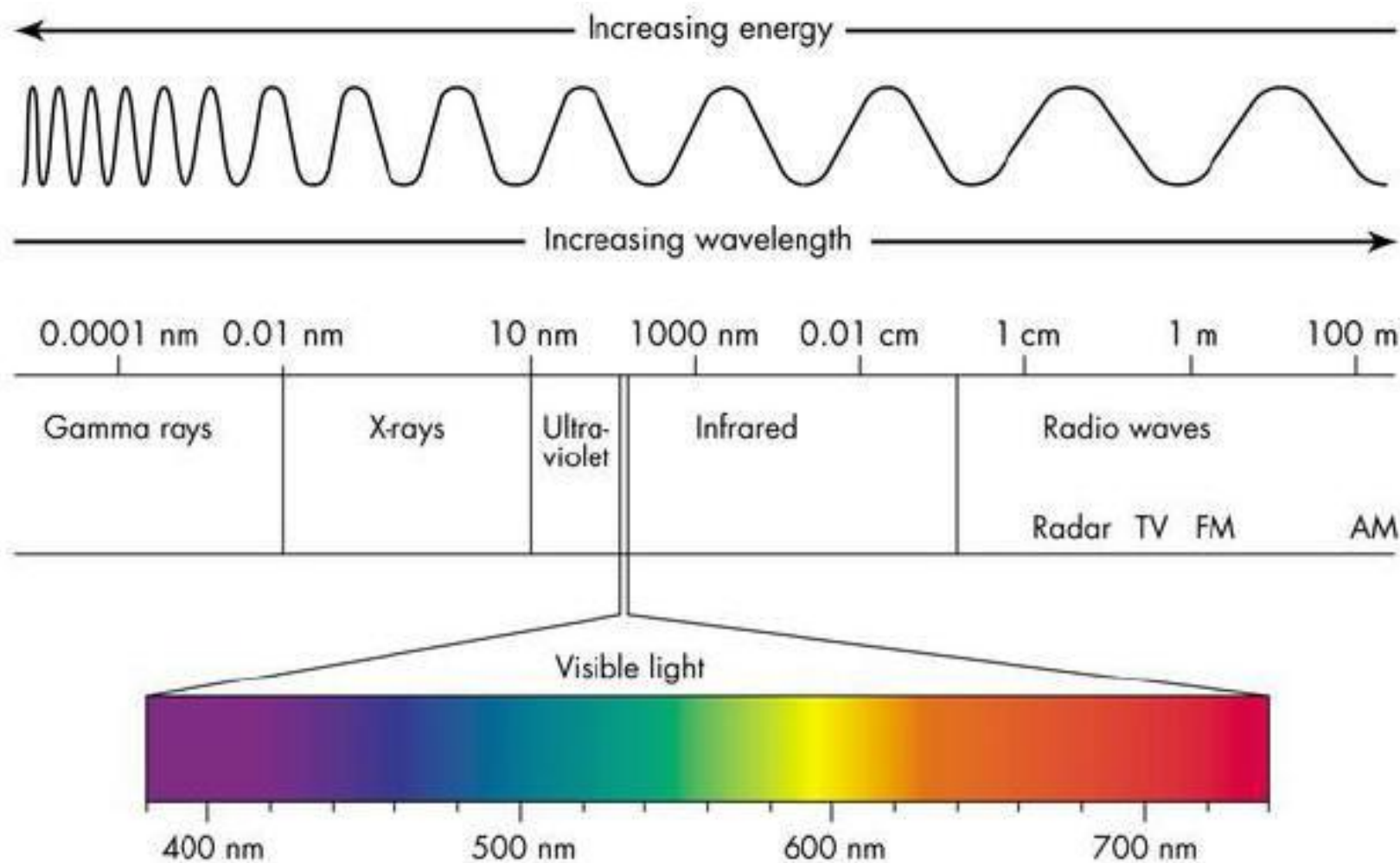
RADYOAKTİFTE ŞİDDET BİRİMİ :

Radyoaktiviteyi ilk tarifeden Bequerel ve Cürie'nin isimleri anısına radyoaktivite şiddet birimi olarak Bequerel (Bq) ve Curie (Ci) tarif edilmiştir. Saniyede 3.7×10^{10} yani 37 milyar çekirdeğin parçalandığı bir maddede radyoaktivitenin şiddeti 1 Ci dir. Saniyede bir çekirdeğin parçalandığı bir maddedeki radyoaktivite şiddet birimine de 1 Bq denir. Yani $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

Radyoaktivite ölçümü iki şekilde yapılabilir;

Radyoaktif madde miktarının ölçümü ve/veya parçacık sayısı ölçümü,

Radyasyon enerjisi (*radyasyon dozajı*) ölçümü



PARTİKÜLER (KORPUSKÜLER) RADYASYON

Alfa(α) ve Beta(β) ışınları bu tür radyasyona örnektir. Yüklü taneciklerden ibaret olan bu iki örnekten α ışınları aslında bir Helyum (He) atomudur. 2 proton,2 nötrondan oluşur. Pozitif yüklüdür. Hızları 15000-25000km/sn arasında değişir. Delip geçtiği maddelerde kuvvetli bir iyonizasyona sebep olmaktadır. β ışınları ise negatif yüklü olup proton ve nötron ihtiva etmezler. β ışınları α ışınlarına göre hem daha hızlı hem de daha penetrandır. Hızları 120000-299000 km/sn olup hemen hemen ışık hızına yakındır. Gamma (γ) ışınları ise kütlesi olmayan yüksek enerjili elektro manyetik bir dalga özelliğindedir.

X ışınlarının özellikleri şöyle sıralanabilir:

- 1- X ışını elektromanyetik bir titreşimdir.
- 2- Dalga boyları yaklaşık 0.04-1000 angustrom arasında değişmekle beraber tanıdık kullanılanların dalga boyu yaklaşık 0.5 angustrom civarındadır. İnsan gözü 3800-7800 angustrom arasındaki dalga boyunda olan ışığı görebildiğinden X ışınları gözle görülmez.
- 3- X ışınlarının boşlukta hızı yaklaşık 300.000 km/sn olup ışık hızına eşittir.
- 4- X ışınlarının şiddeti kaynaktan uzaklaşıldıkça mesafenin karesi ile doğru orantılı olarak azalır.
- 5- X ışını partikül özelliği taşımadığından ağırlığı yoktur.
- 6- X ışınları elektriksel yük taşımadığından manyetik alanda saptırılamazlar.
- 7- Elde ediliş şeklinden dolayı heterojen yapıdadırlar.
- 8- İyonize edici özelliğe sahiptirler. Bu nedenle havadaki oksijeni iyonize edip ozona dönüştürürler.
- 9- Görünür ışıktaki olduğu gibi fotografik özellikleri vardır.
- 10- Floresan özellik taşırlar.
- 11- Çeşitli maddelerle kimyasal etkileşime girebilirler.
- 12- Canlı hücrelerde biyolojik etkilere sahip olup kromozom yapısında değişikliklere neden olabilirler.
- 13- Maddeden geçişleri sırasında enerjileri ile ters, maddenin yoğunluğu ile doğru orantılı olarak absorbe olurlar.

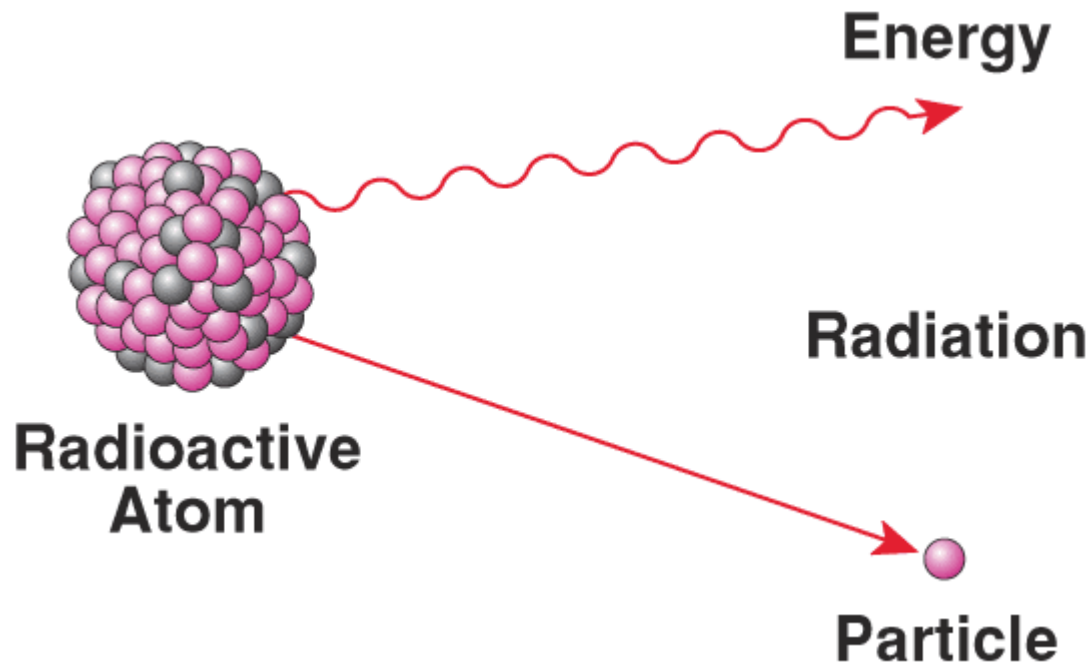
ELEKTROMANYETİK RADYASYON

Bir tür enerji yayılımı olan elektromanyetik radyasyon, manyetik ve elektriksel olmak üzere iki vektöriyel yöne sahip sinüzoidal bir dalga şeklindedir. Yayılmaları sırasında belirli bir ortama ihtiyaç göstermeyen ve yolları üzerinde bir cisme çarpmadıkları sürece enerjilerinden bir şey kaybetmeyen elektromanyetik dalgalar boşlukta yayılımları sırasında aynı hıza sahiptir (300.000km/sn). Ancak elektromanyetik radyasyonlar yolları üzerinde bir cisimle çarpıştıklarında enerji transferi gerçekleşir ve çarpışma sonrası ikinci bir elektromanyetik dalga oluştuğunda ,ikinci dalganın enerjisi birinciye göre farklılık gösterir. Bütün elektromanyetik dalgalar aynı hıza sahip olmakla beraber frekansları ile doğru, dalga boyları ile ters orantılı olan enerji seviyelerine göre bir spektruma sahiptirler. Bu dizilimde dalga boyu en yüksekten en düşüğe yada enerji seviyesi en düşükten en yükseğe doğru elektrik dalgaları > radyo dalgaları > mikro dalgalar> kızıl ötesi(infrared) > görülebilir ışık> mor ötesi(ultraviyole) >X-ışınları>gamma ışınları yer almaktadır. Spektrum içinde gamma ışınları,atomun çekirdeğinden kaynaklanan radyasyona örnek teşkil ederken,X-ışını ile kızılötesi ışık gruplar arasındaki atomun yörüngelerinden kaynaklanan radyasyonlara örnektir. X ve gamma ışınları iyonlaştırıcı radyasyon oluştururken spektrumdaki diğer dalgalar iyonlaşma yeteneğinden yoksun zayıf enerjili radyasyon etkisi yaratırlar.

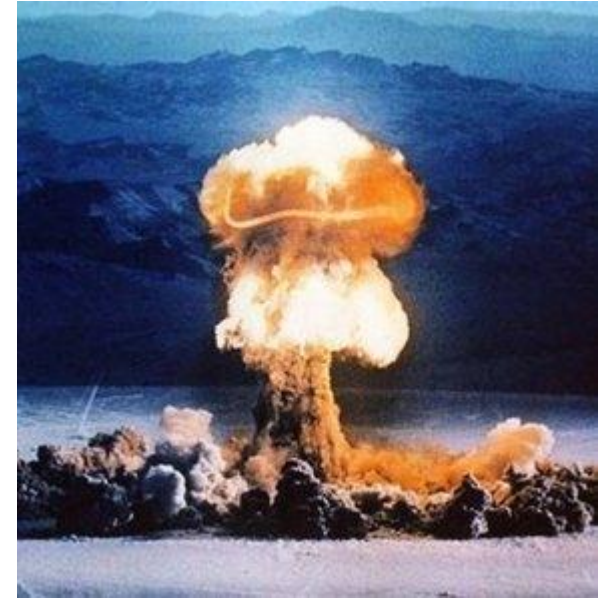
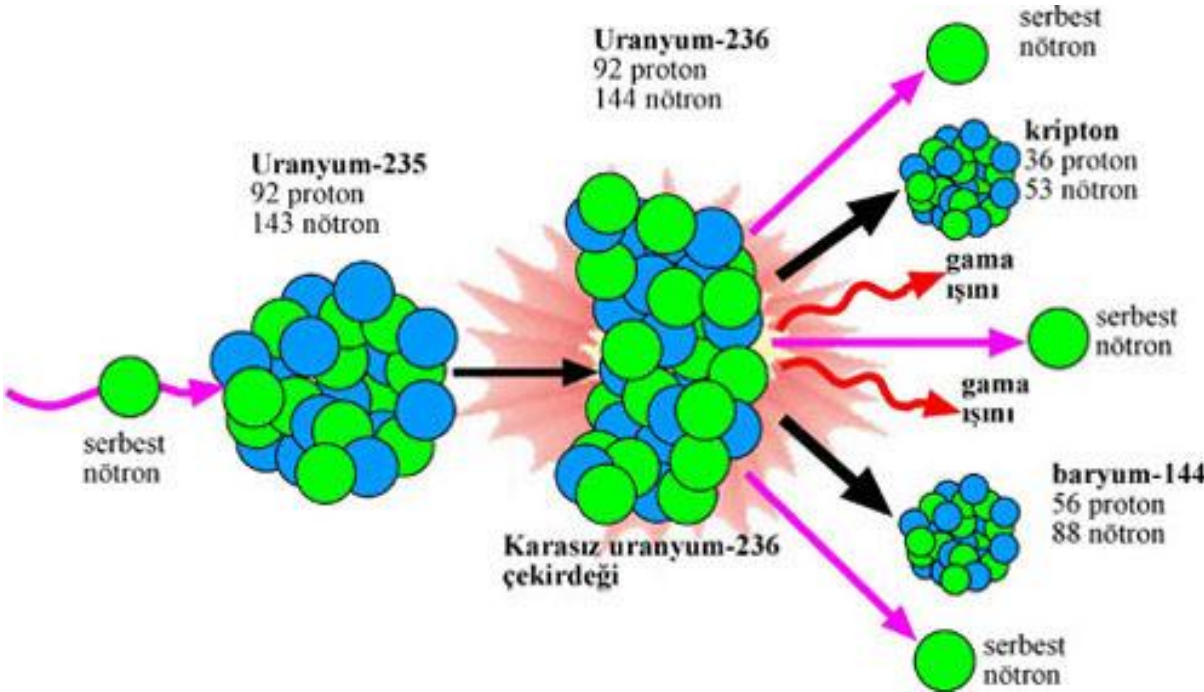
ÇEKİRDEK TEPKİMELERİ:

Fizyon (Bölünme) Tepkimesi:

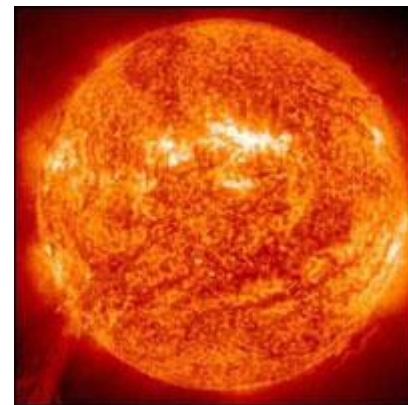
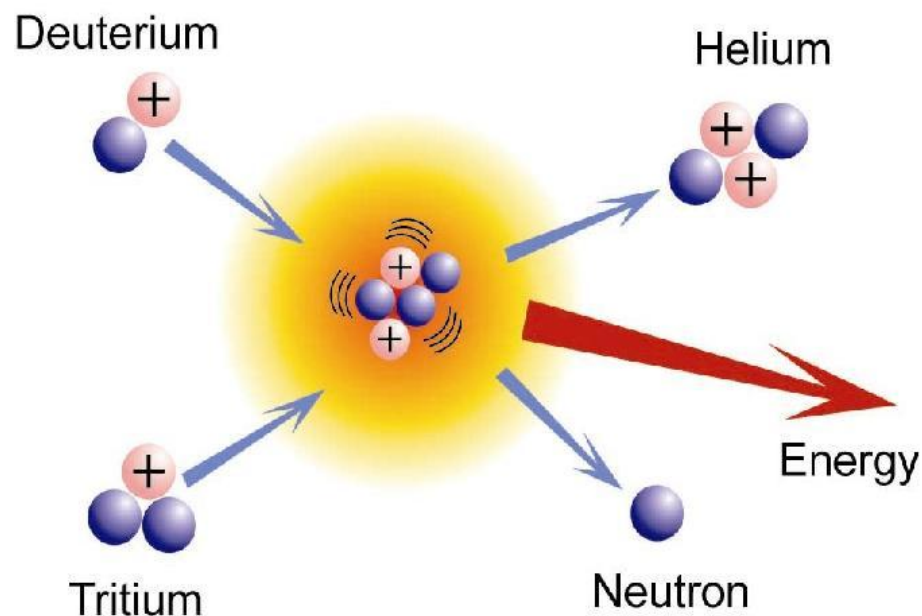
Füzyon (Birleşme) Tepkimesi



Fizyon (Bölünme) Tepkimesi: Büyük kütleli kararsız atom çekirdeklerinin bölünerek küçük kütleli ve kararlı atom çekirdekleri oluşturmalarına fizyon denir. Atom bombası fizyon tepkimesi olayına bir örnektir.



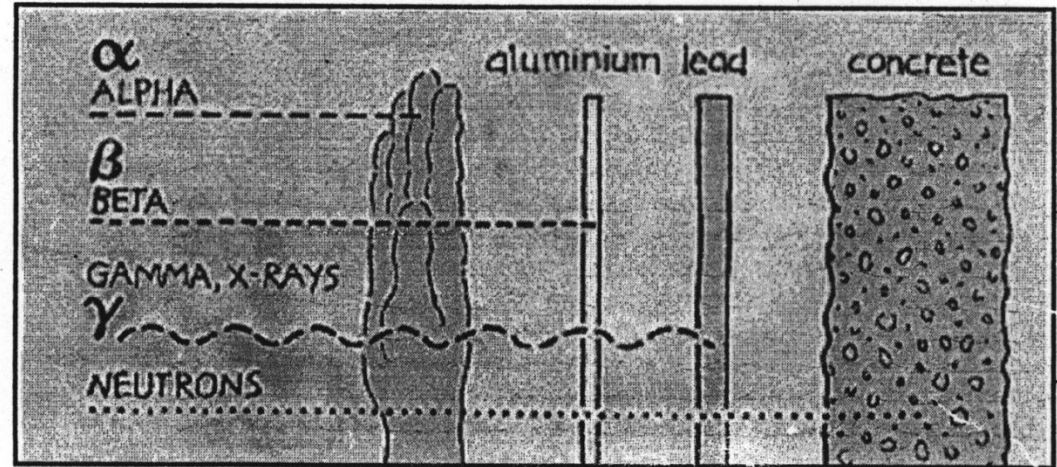
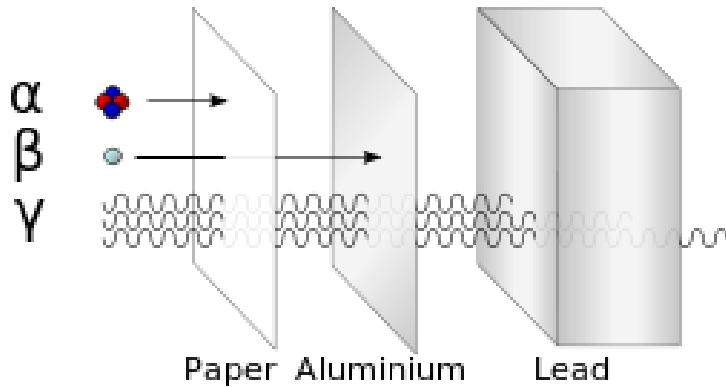
Füzyon (Birleşme) Tepkimesi: Küçük kütleli kararsız atom çekirdeklerinin bir araya gelerek büyük kütleli ve karalı atom çekirdekleri oluşturması olayına füzyon tepkimesi denir. Hidrojen bombası ve güneşin enerji üretme yöntemi füzyon olayı ile açıklanabilir.

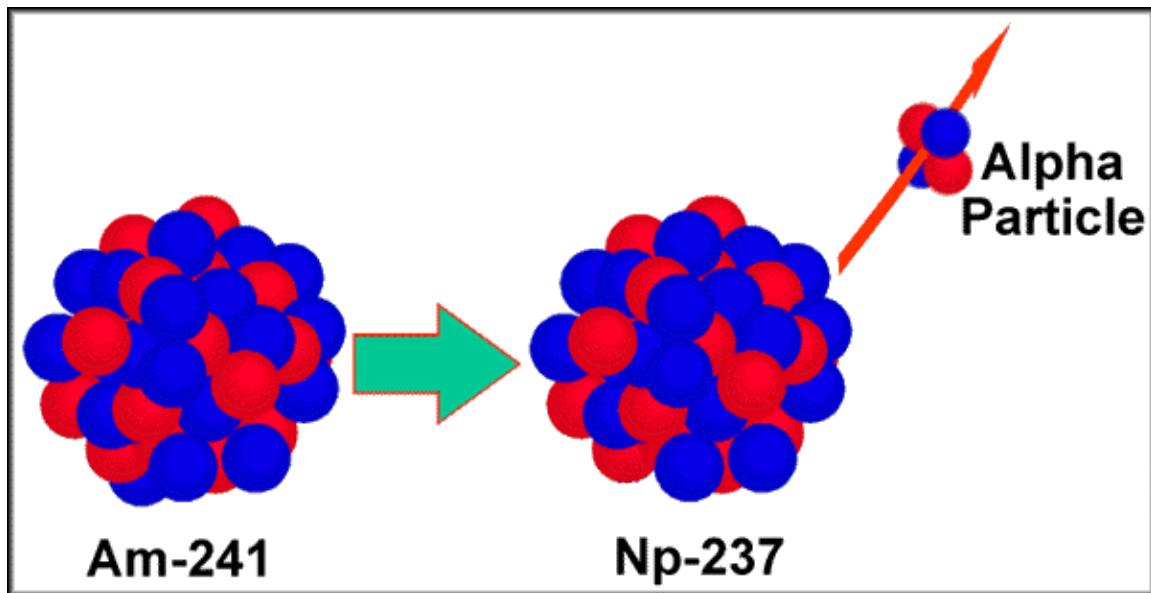


RADYOAKTİF IŞIMALAR:

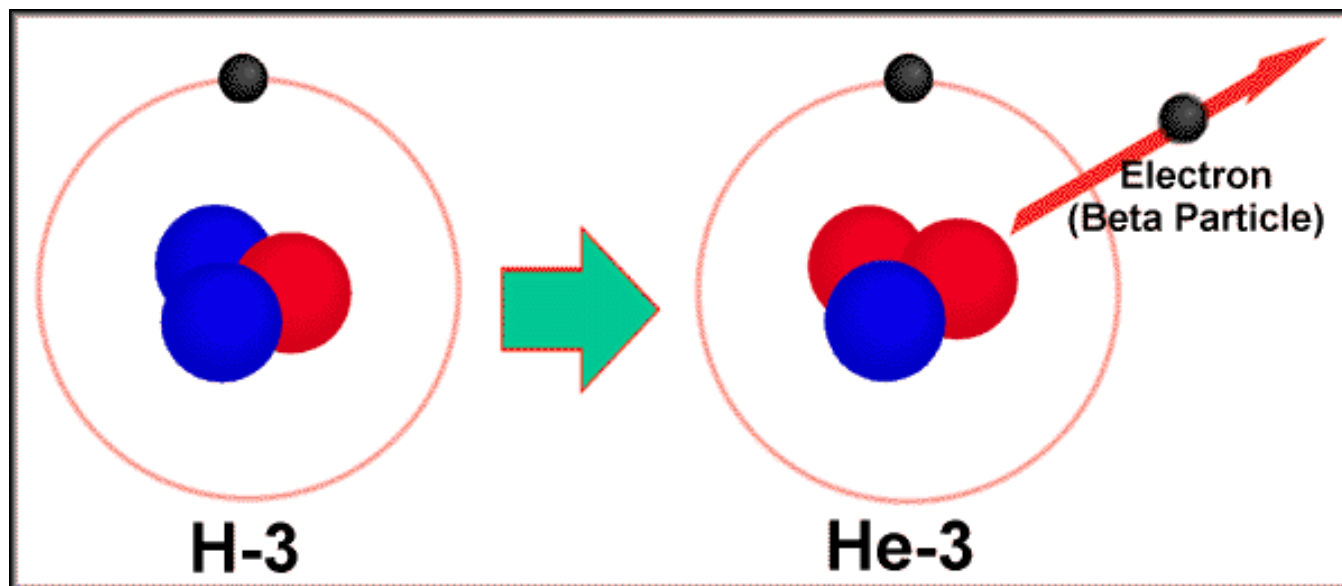
Dört çeşit radyoaktif ışımaya vardır,

- 1. Alfa Işınması:** Alfa ışınması bir atomun 2 proton ve 2 nötron fırlatması olayıdır. Alfa taneciği +2 yüklüdür. Alfa ışınması yapan bir atomun atom numarası 2, kütle numarası 4 azalır.
- 2. Beta Işınması:** Beta ışınması atom çekirdeğindeki bir nötronun protona dönüşmesi sırasında oluşan elektronun fırlatılması olayıdır. Beta ışınması yapan atomun atom numarası 1 artar kütle numarası değişmez.
- 3. Gama Işınması:** Yüksek enerjili haldeki bir atom gama ışınması yaparak düşük enerjili hale geçer. yüksüz bir tanecik olan gama ışınması yapan atomun atom ve kütle numarası değişmez.
- 4. Pozitron Işınması:** Çekirdekteki bir protonun bir nötrona dönüşmesi sırasında oluşan 1 pozitronun fırlatılması olayıdır. Pozitron tüm özellikler olarak nötrona benzeyen fakat yükü + olan bir taneciktir. Pozitron ışınması yapan atomun atom numarası 1 azalır, kütle numarası değişmez.

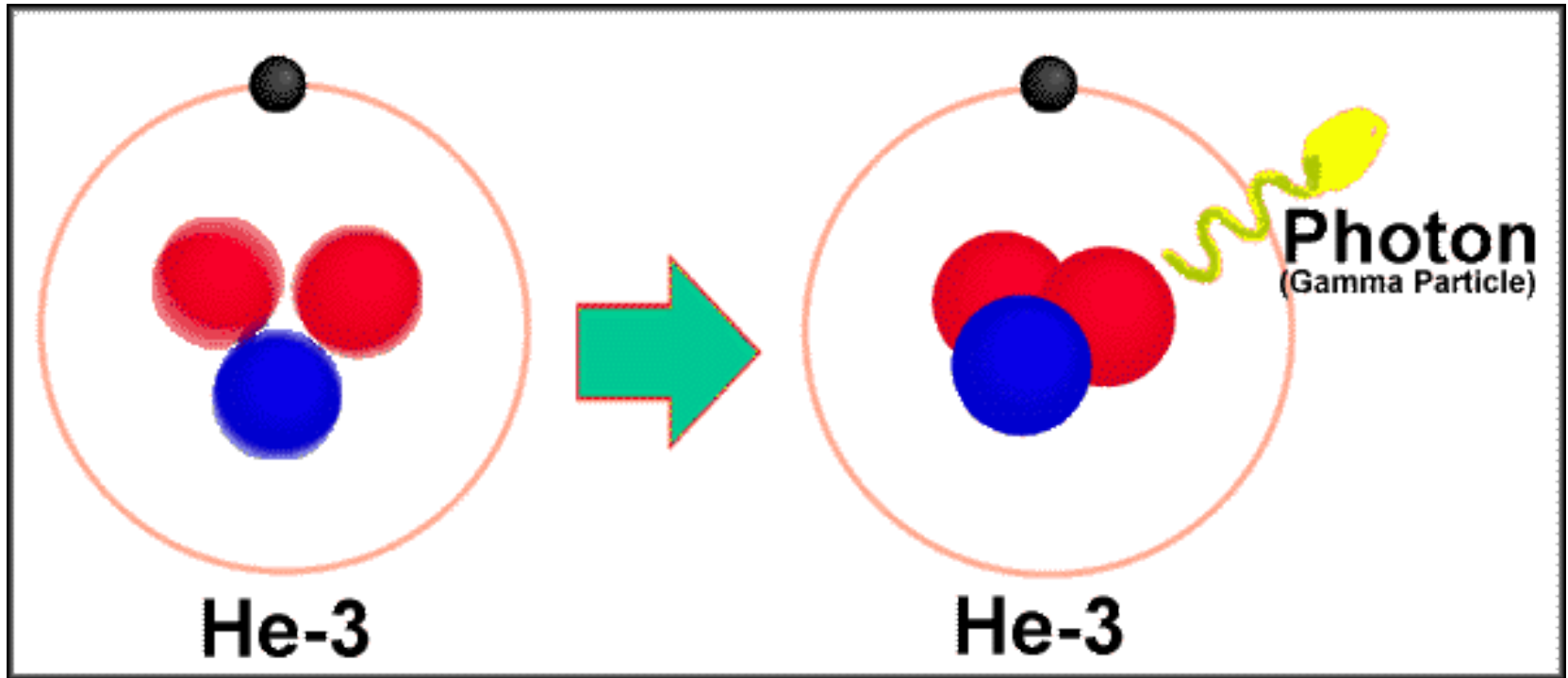




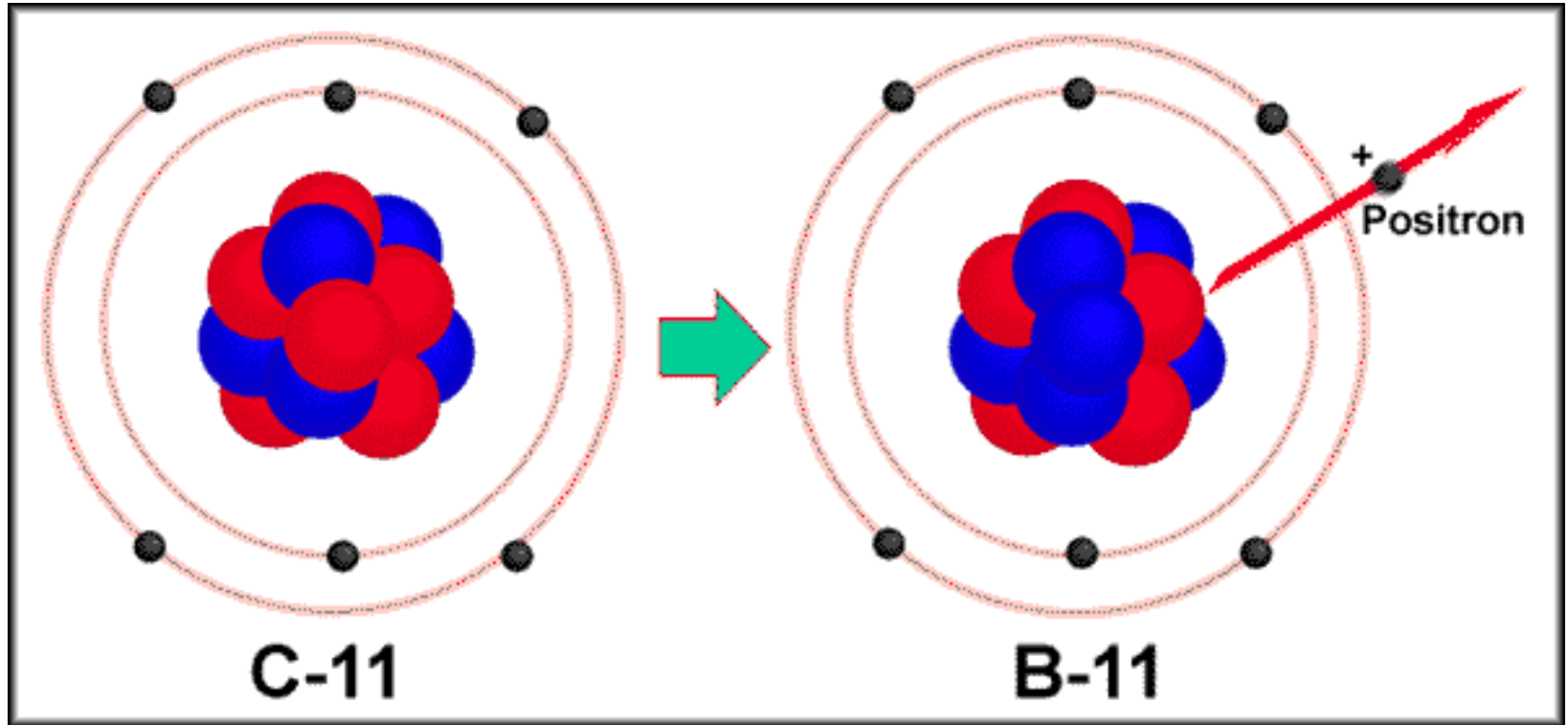
Alpha Decay of Americium-241 to Neptunium-237



Beta Decay of Hydrogen-3 to Helium-3



Gamma Decay of Helium-3



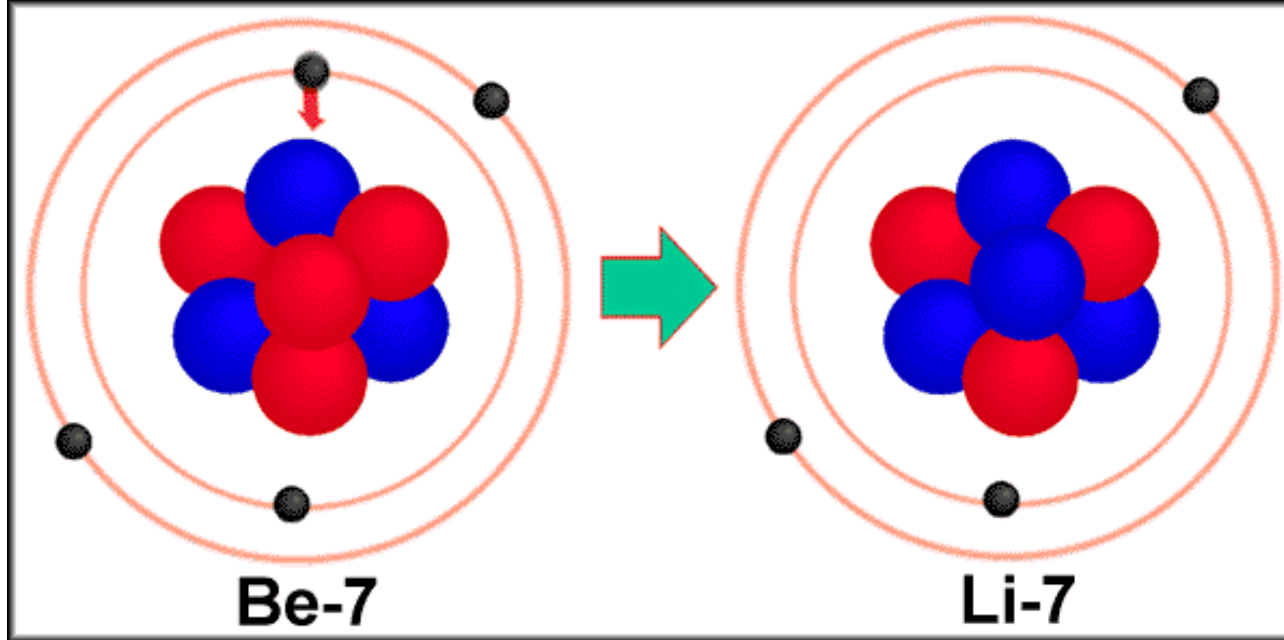
Positron Decay of Carbon-11 to Boron-11

Diğer radyoaktif olaylar

Proton Atılması: Atom çekirdeğindeki 1 protonun dışarı atılması olayıdır. Proton atılması olayından sonra atom ve kütle numarası 1 azalır.

Nötron Atılması: Atom çekirdeğindeki 1 nötronun dışarı atılması olayıdır. Nötron atılması olayından sonra atom numarası değişmez, kütle numarası 1 azalır.

Elektron Yakalama: Atomun en düşük enerji düzeyine (K tabakası) sahip 1 elektronun, çekirdek tarafından yakalanması olayına elektron yakalama denir. Yakalanan elektron çekirdekteki bir protonla birleşerek 1 nötron oluşturur. Elektron yakalama olayından sonra atom numarası 1 azalır, kütle numarası değişmez. Yakalanan elektronun boşalttığı yere daha yüksek enerji düzeyine sahip olan bir elektron geçer ve bu elektron yüksek enerjili düzeyden düşük enerjili düzeye geçerken K radyasyonlu X ışını yayılmasına neden olur.

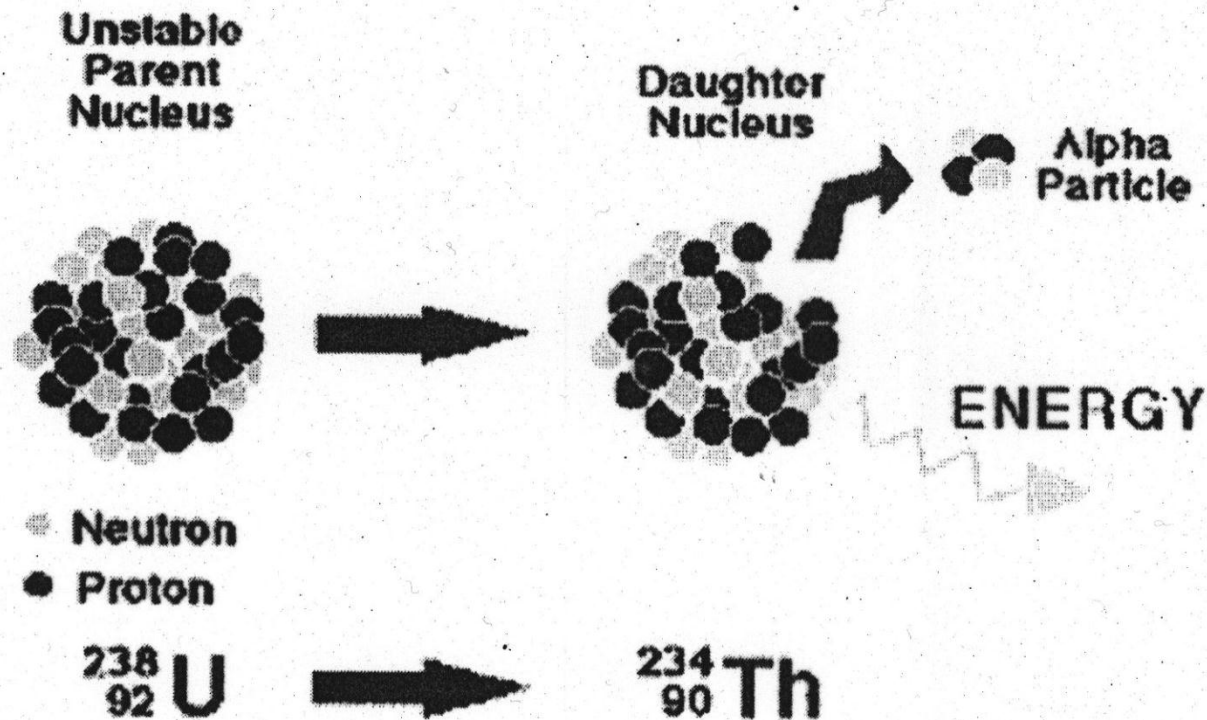


Electron Capture of Beryllium-7

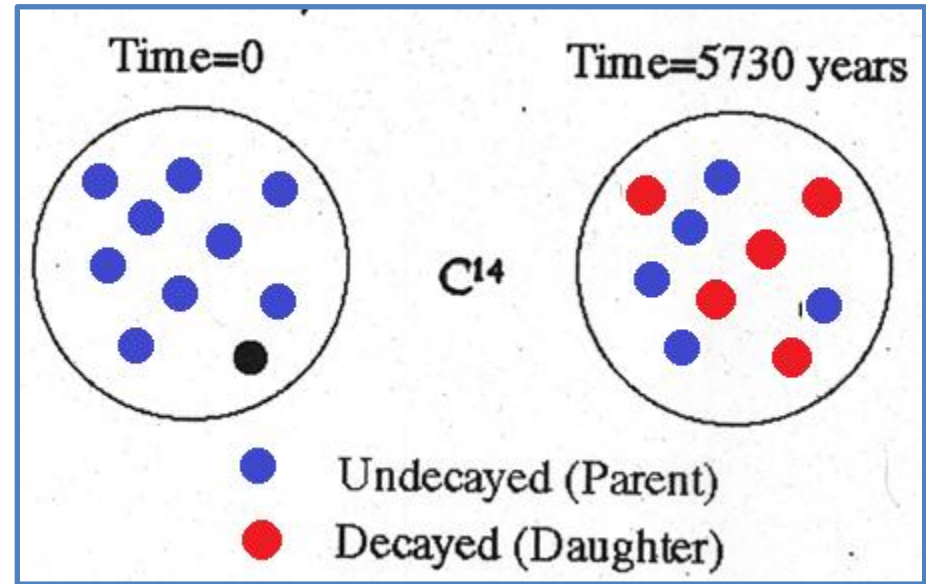
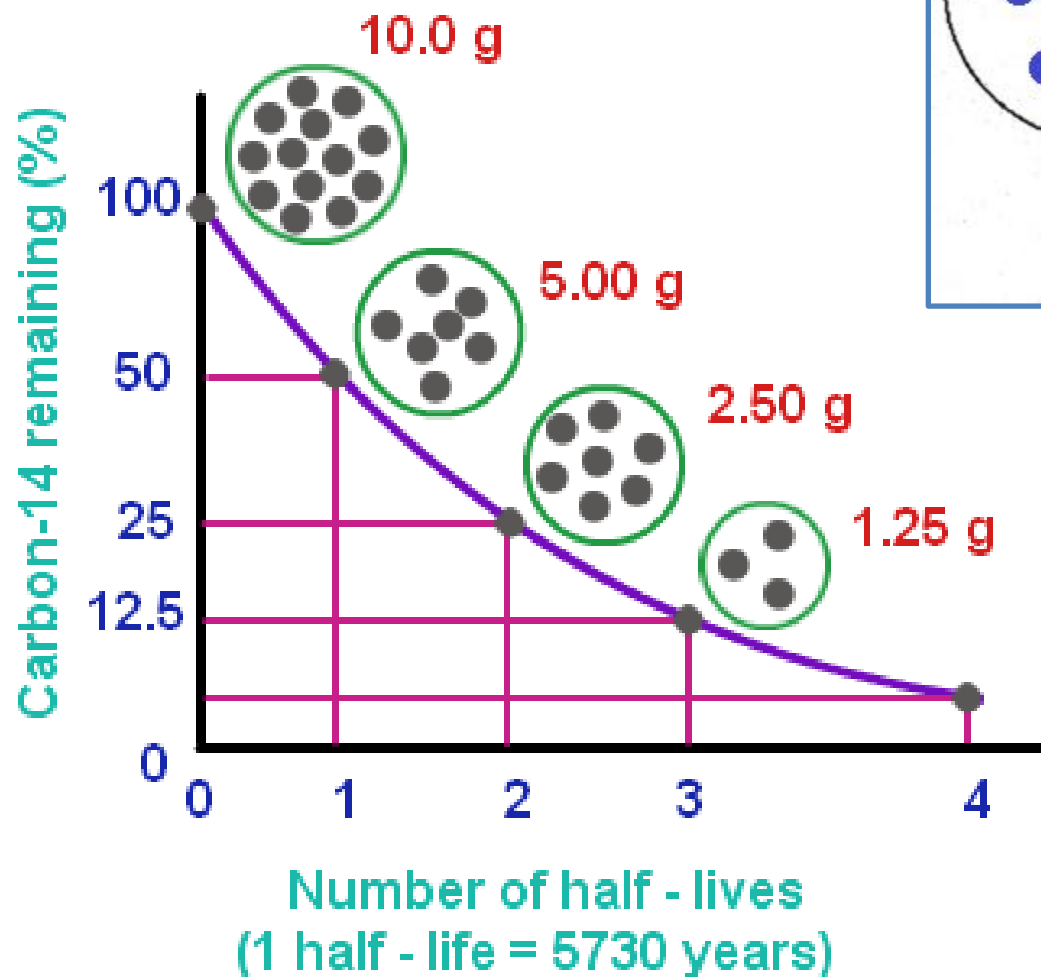
Yarılanma Süresi: Radyoaktif bir elementin atomlarının başka bir elemente yada kendi izotopuna dönüşmesi sonucunda, atom sayısının başlangıçtaki yarısına düşmesi için geçen süreye yarılanma süresi denir. Her radyoaktif element için yarılanma süresi farklı ve sabittir, dış etkilere bağlı olarak değişmez. Bu nedenle yarılanma süresi radyoaktif elementler için ayırt edici bir özelliktir.

Kararsız izotop	Bozunduğu madde	Yarılanma süresi (yıl olarak)
Rubidyum-87	Stronsiyum	49.000.000.000
Renyum-187	Osmiyum-187	41.600.000.000
Toryum-232	Kurşun-208	14.000.000.000
Uranyum-238	Kurşun-206	4.500.000.000
Potasyum-40	Argon-40	1.260.000.000
Uranyum-235	Kurşun-207	704.000.000
Samaryum-147	Neodim-143	108.000.000
İyot-129	Ksenon-129	17.000.000
Alüminyum-26	Magnezyum-26	740.000
Karbon-14	Azot-14	5.730

Radioactive Decay

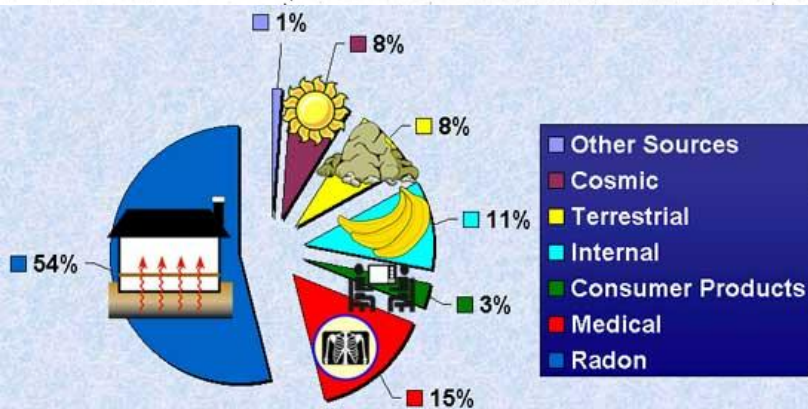
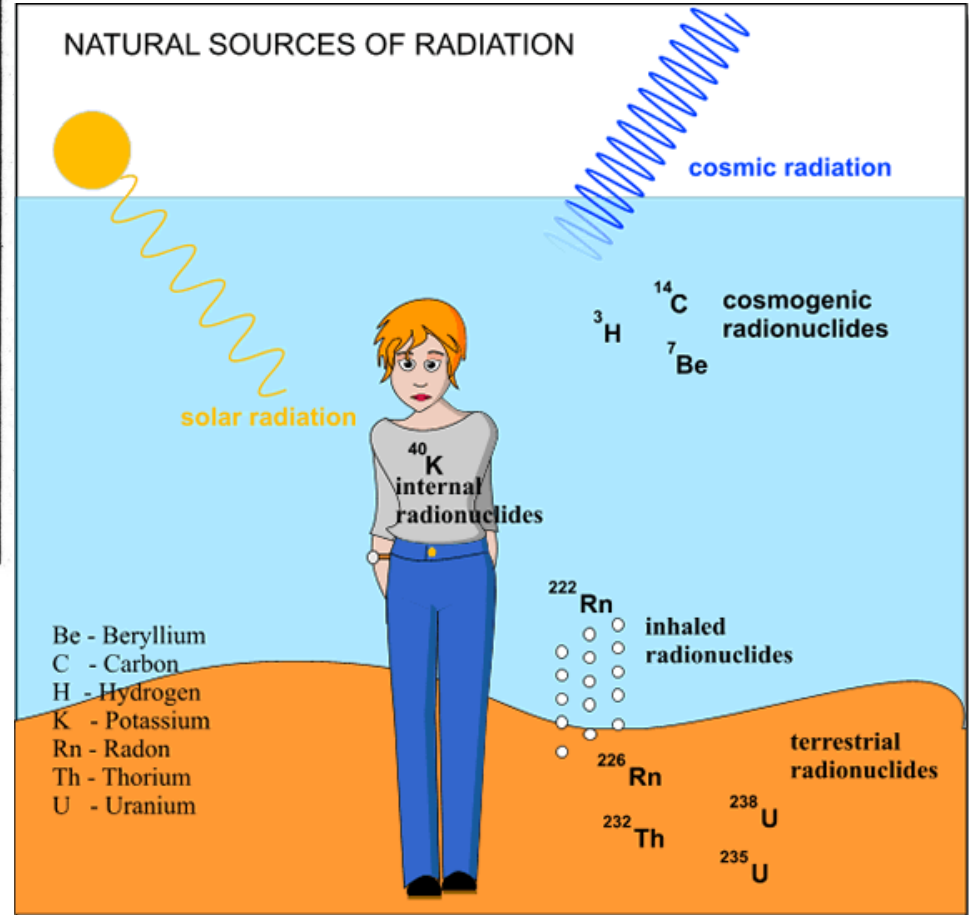
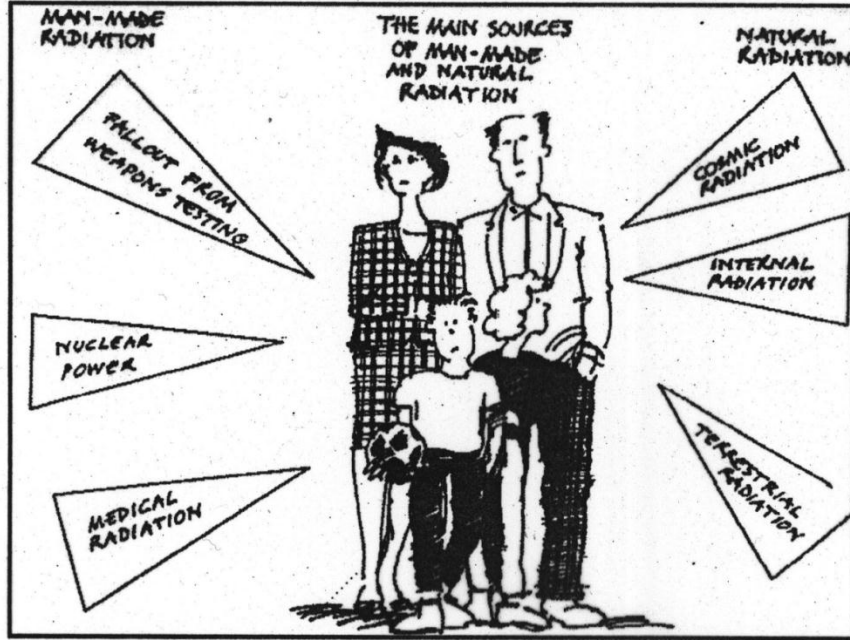


Decay of Carbon - 14

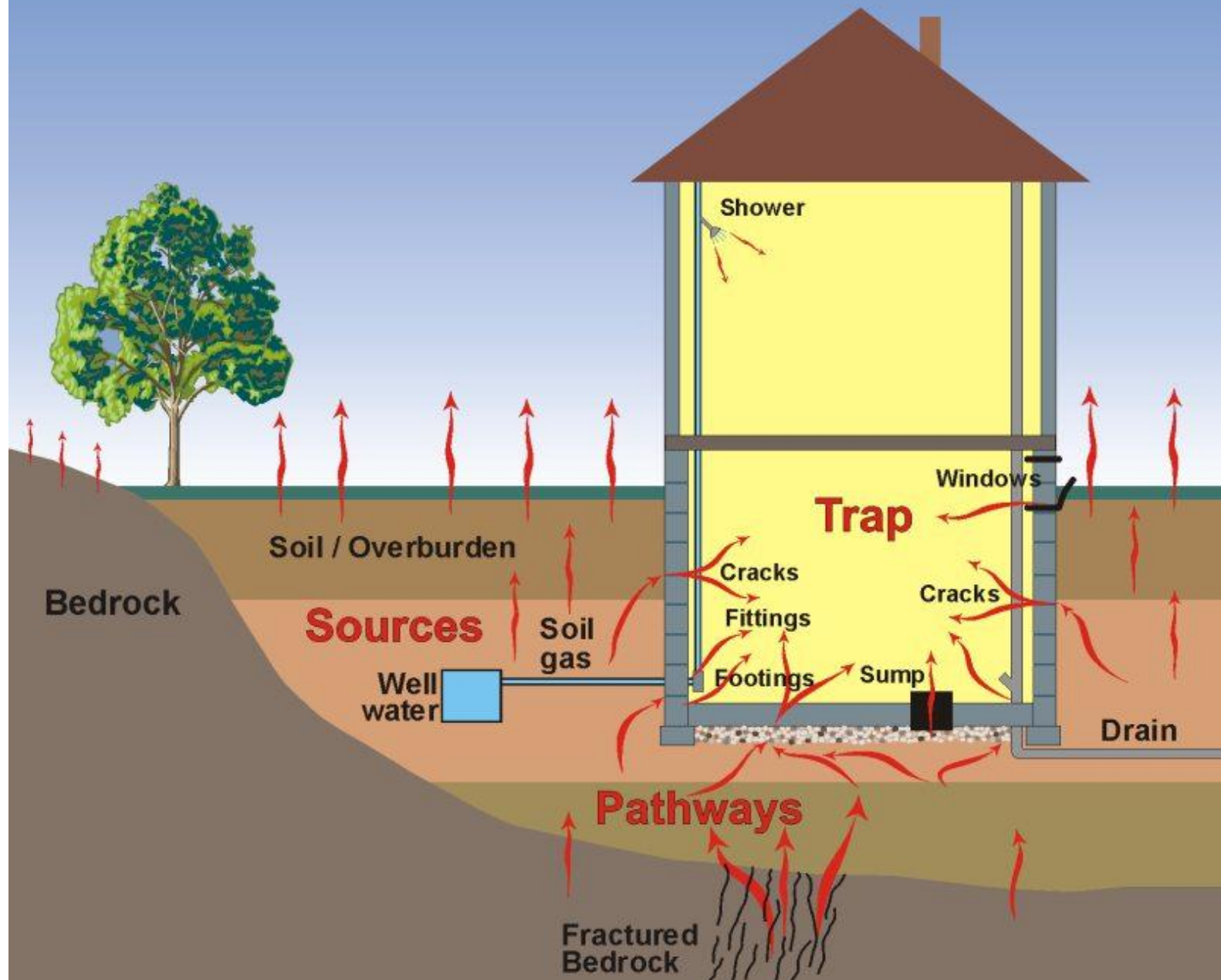


Doğal ortamda mevcut olan radyoaktivite;

- Hava şartlarına bağlı olarak (alçak basınç alanlarında havadaki radyoaktivitenin azalması veya yüksek basınç şartlarında doğal radyoaktivitenin artması gibi),
- Coğrafi bölgeye bağlı olarak (dağlık bölgeler, kıyı bölgeleri, toprak yapısı gibi)
- Konut cinslerine göre (toprak, betonarme,tahta yapılar gibi)
- Kozmik ışınlamaya göre değişmektedir.



Radon Movement



RADYASYONLARIN SAĞLIĞA ETKİLERİ

Radyasyonların sağlığa etkileri akut etkiler ve uzun sürede ortaya çıkan etkiler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Radyasyon canlı organizmada hücre ölümüne yol açmaktadır. Radyasyon hücre içinden geçerken hücre içindeki moleküllerle etkileşir ve enerjisinin bir bölümünü bu etkileşme sonucunda hücre içinde bırakır. Bunun sonucunda sinir, salgı bezi gibi hücrelerin özel fonksiyonlarını yerine getirememesi veya kemik iliği hücrelerinin bölünme yeteneklerini kaybetmesi söz konusu olur. Bu ise hücre ölümü demektir. Çok kısa sürede ve çok miktarda radyasyona maruz kalma vücutta çok büyük miktarda hücrenin ölümü demektir ve bunun sonucunda radyasyonun akut etkileri yani ani etkileri ortaya çıkmaktadır. Akut radyasyon dozunun insan üzerinde belirlenen etkileri tablo l'de gösterilmiştir(Göksel, 1973).

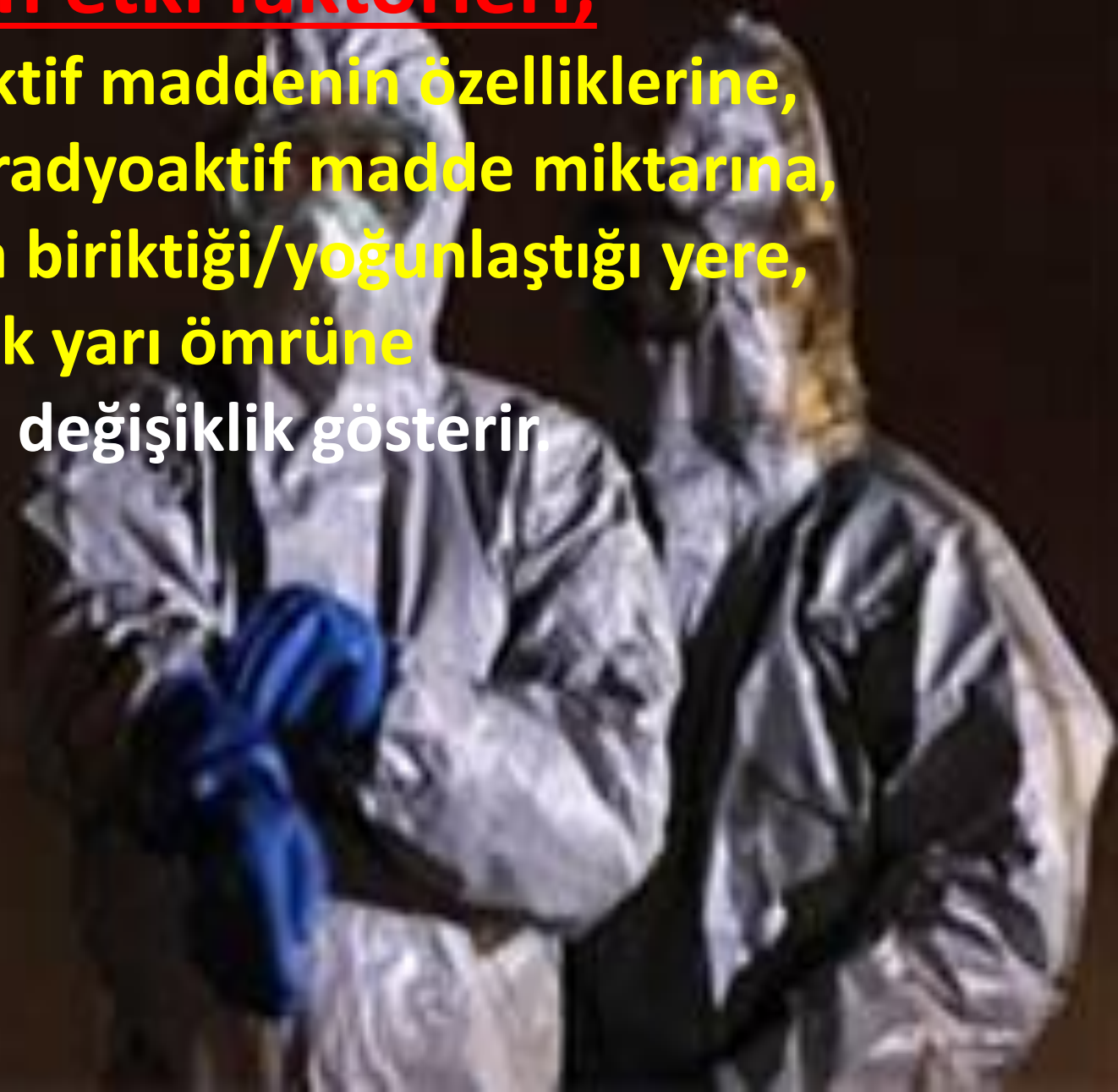
Radyasyonun etkileri;

1. Radyasyonun tipine ve enerjisine,
2. Radyoizotopun tipine/cinsine
3. Kaynağa uzaklık ve maruz kalma süresine göre değişiklik gösterir.



Radyasyonun etki faktörleri;

1. radyoaktif maddenin özelliklerine,
 2. Alınan radyoaktif madde miktarına,
 3. Vücutta biriktiği/yoğunlaştığı yere,
 4. Biyolojik yarı ömrüne
- göre değişiklik gösterir.



Radyasyonun etkileri;

1. Akut etki

2. Kronik etki

şeklinde görünür.

Hücreler üzerindeki etkileri, fiziksel, kimyasal ve metabolik etkiler şeklinde olur

Tablo 1. Akut radyasyon dozunun insan üzerinde belirlenen etkileri(Göksel, 1973)

<u>Akut doz(rem)</u> *	<u>Klinik etkiler</u>
0-25	Gözlenebilir etki yok
25-100	Kan tablosunda hafif değişiklikler
100-200(1-2 sivert)	3 saat içinde %5 ile %50 arasında kusma ile birlikte yorgunluk ve iştahsızlık. Orta derecede kan değişiklikleri. Birkaç hafta içinde iyileşme. Kan tablosu daha uzun sürede düzelir.
200-600(2-6 sivert)	2 saat veya daha kısa sürede kusma, kan tablosunda değişiklikler, hemoraji ve enfeksiyon. 3 sivertin üzerindeki dozlarda iki hafta sonra saçlar ve kıllarda dökülme. Bir ay ile bir yıl arasında %20 ile %100 arasında iyileşme
600-1000(6-10sivert)	Bir saat içinde kusma, kan tablosunda değişiklikler, hemoraji, enfeksiyon ve saç dökülmesi. Bu dozu alanların %80'i veya tümü bir ay içinde yaşamını yitirir.

(Gösterilen Kaynak Göksel S.A., Radyasyonların Biyolojik Etkileri ve Radyasyon Korunması, İTÜ Yayınları, No 9, 1973)

*

Burada Rem eski kullanılan radyasyon birimi olup yeni birim olarak Sivert kullanılmaktadır. Bir rem, sivertin 100 katı olarak tanımlanmıştır.

Radyoaktif Atık Tipleri

Radyoaktif atıklar taşınma, depolama ve atık düzenlemelerini kolaylaştırmak için içerdği radyoaktif malzemenin konsantrasyonu ve radyoaktif kaldıkları süre dikkate alınarak sınıflandırılırlar. Kategorilerin tanımı ülkeden ülkeye değişmekle beraber radyoaktif atıklar düşük seviye, orta seviye ve yüksek seviyeli atıklar olarak sınıflandırılabilir.

Düşük seviyeli atıklar (DSA), normal olarak işçi tulumları, taşıma kapları, şırıngalar gibi malzemelerin az miktardaki kısa ömürlü radyoaktivite ile teması sonucu oluşur. DSA'lar genellikle lastik eldivenler kullanılarak işleme tabi tutulur. Nükleer güç santrallerinin hizmetten çıkarılması esnasında oluşan bir çok atık DSA sınıfına girer.

Orta seviyeli atıklar (OSA), tipik olarak nükleer malzeme ile birlikte kullanılmış ekipman veya radyoaktif akışkanların temizlenmesinde kullanılmış iyon değişim reçineleri gibi daha çok endüstriyel malzemelerdir. Bunlar tipik olarak ihmal edilebilir düzeyde ısı üretirler, fakat kısa veya uzun süreli radyasyon yayarlar ve korunmak için zırhlama gerekir. Kullanılmış nükleer yakıtların yeniden işlenmesi sırasında yakıtın çözülmeyen metal kısımlarını içeren atıklar OSA kategorisinde değerlendirilir.

Yüksek seviyeli atıklar (YSA), fisyon reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan yüksek derecede radyoaktif ve uzun ömürlü elementleri içerirler. Yüksek seviyeli atık kategorisinde ayırım yeniden işlenilmeyecek olan kullanılmış nükleer yakıt (KNY) ve yeniden işleme uygulamasının kalıntıları arasında yapılır. Bu iki alt grup biçim ve içerik olarak farklılıklar arz etseler de (örneğin yeniden işleme atıkları akışkandır) benzer şekilde yönetilirler.

Radyoaktif Atık Yönetimi Uygulamaları

Radyoaktif atıkların yönetimi için gerekli faaliyetler şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Üretilen miktarın en aza indirilmesi,
2. Güvenli yönetim ve taşıma sırasında koruma için koşullandırma ve paketleme,
3. Ara depolama,
4. Nihai Depolama.

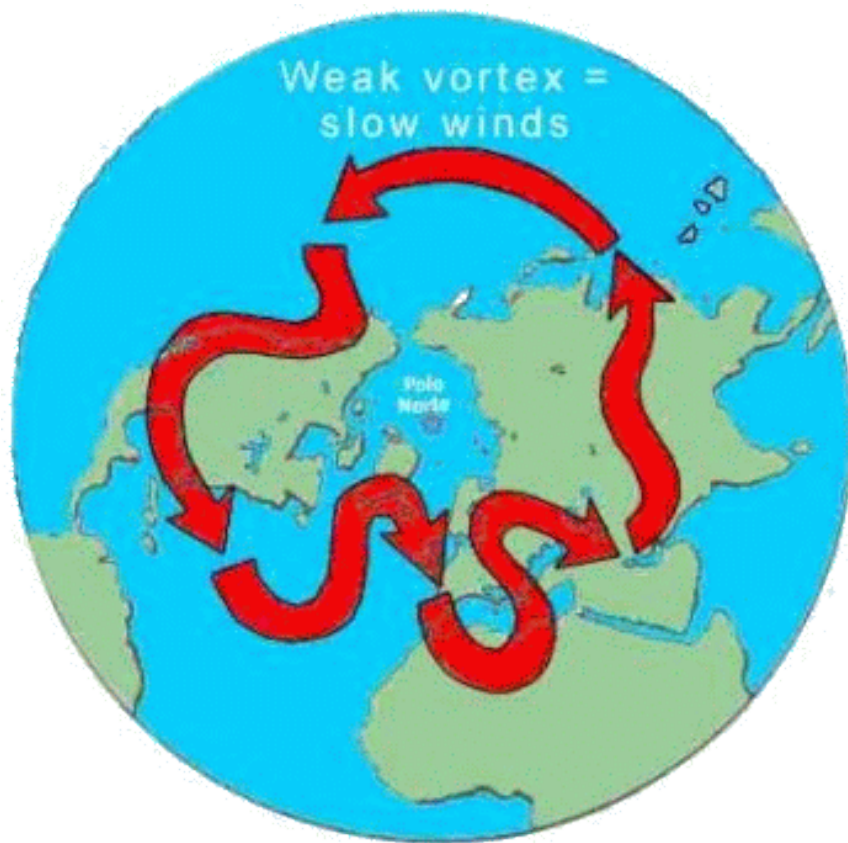
Nükleer kazalar

Çernobil

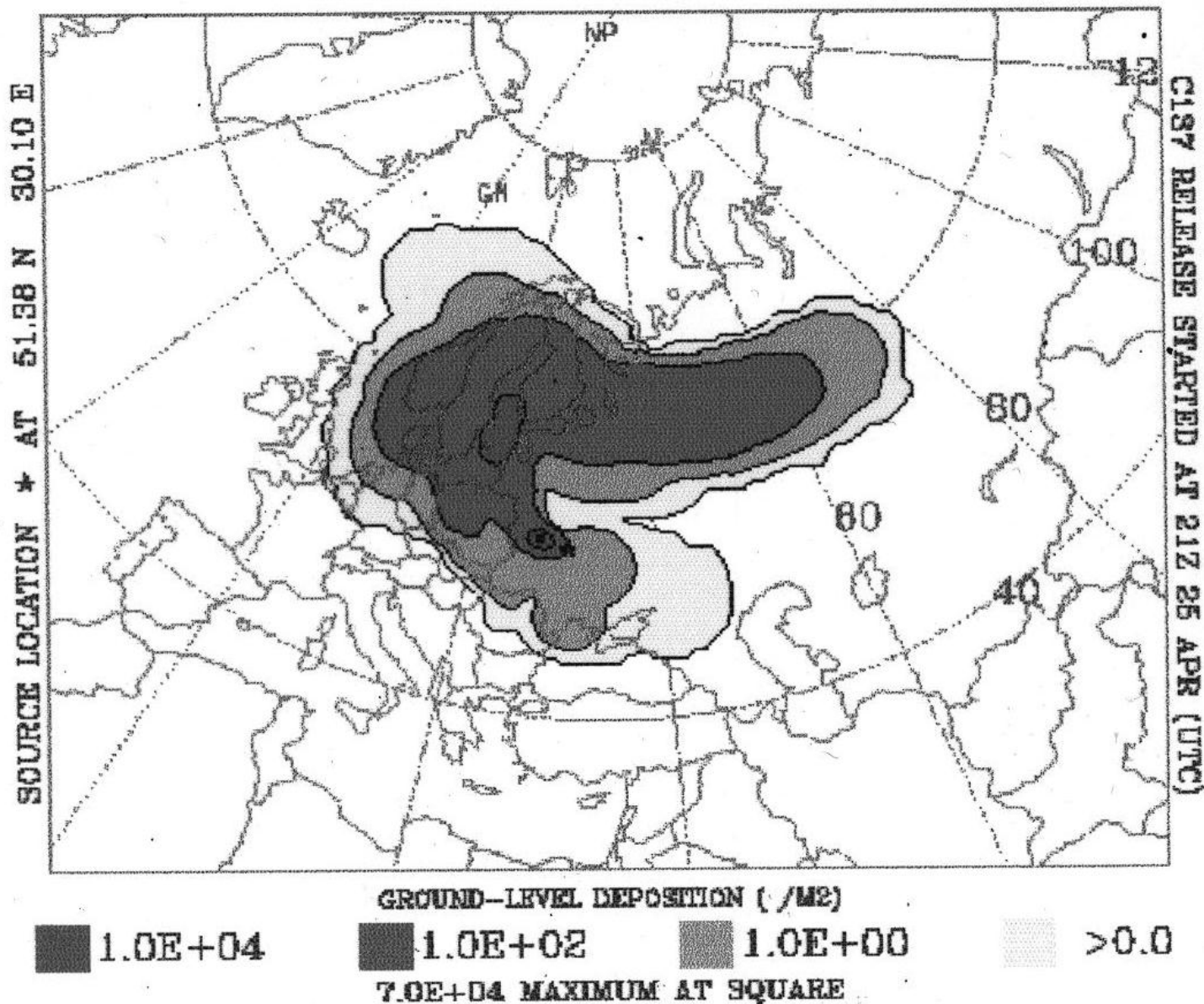
Strong vortex =
Fast Winds



Weak vortex =
slow winds

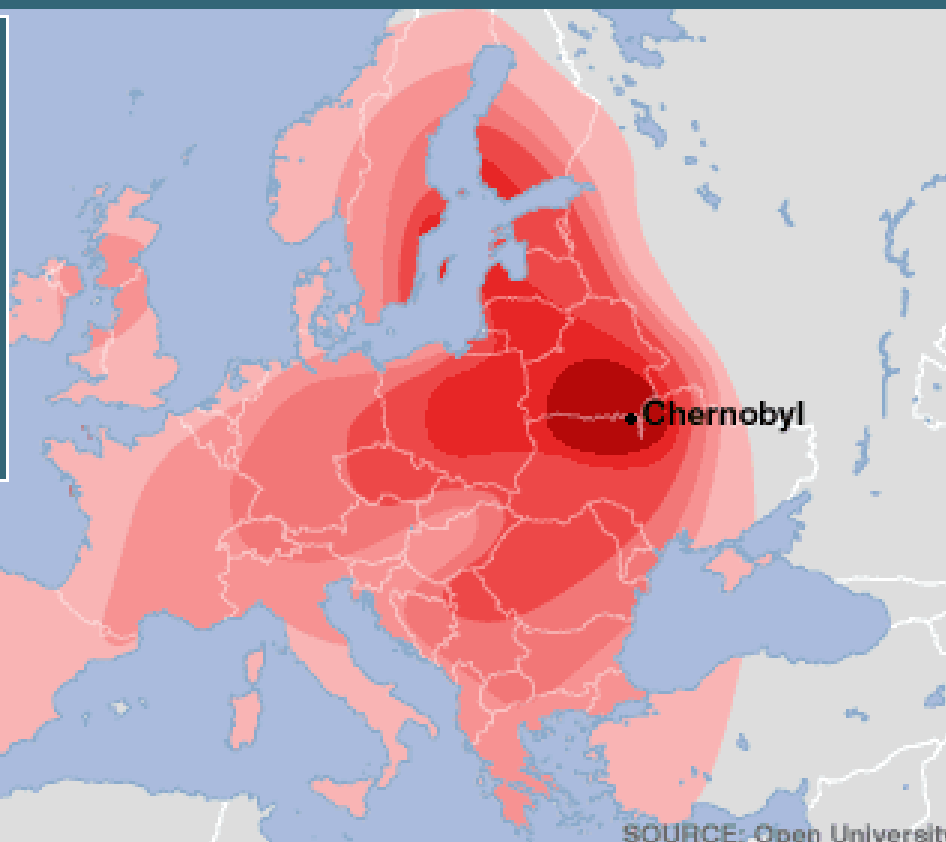
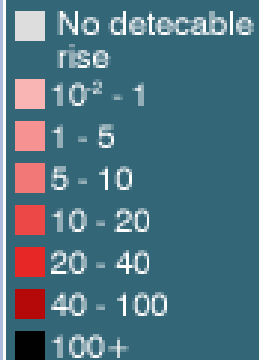


BMRC REGIONAL METEOROLOGY GROUP
DEPOSITION FROM 00Z 27 APR TO 12Z 30 APR (UTC)
12Z 25 APR CHNB FORECAST INITIALIZATION

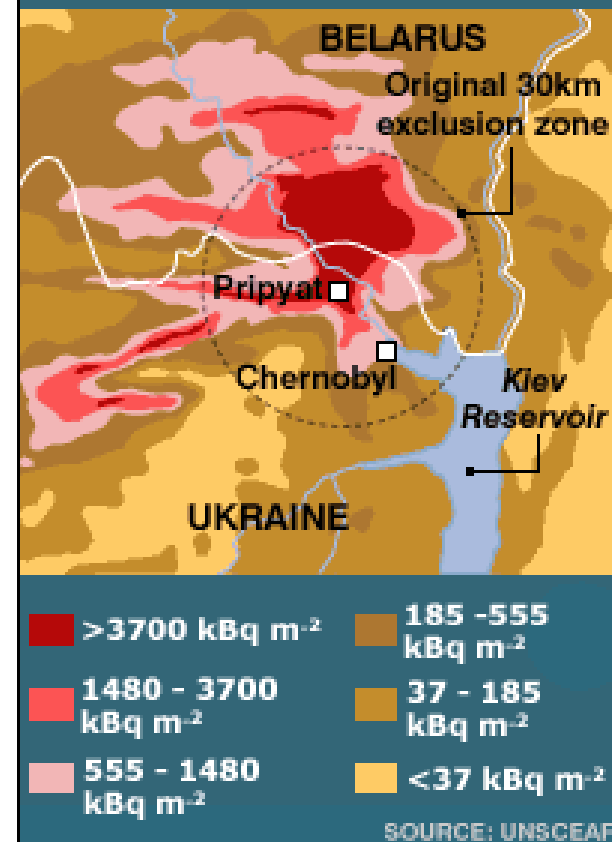


INCREASED RADIATION DOSE ACROSS EUROPE - 3 MAY 1986

Dose - multiples of normal rate



CAESIUM DEPOSITION



Nükleer kazalar

Fukushima

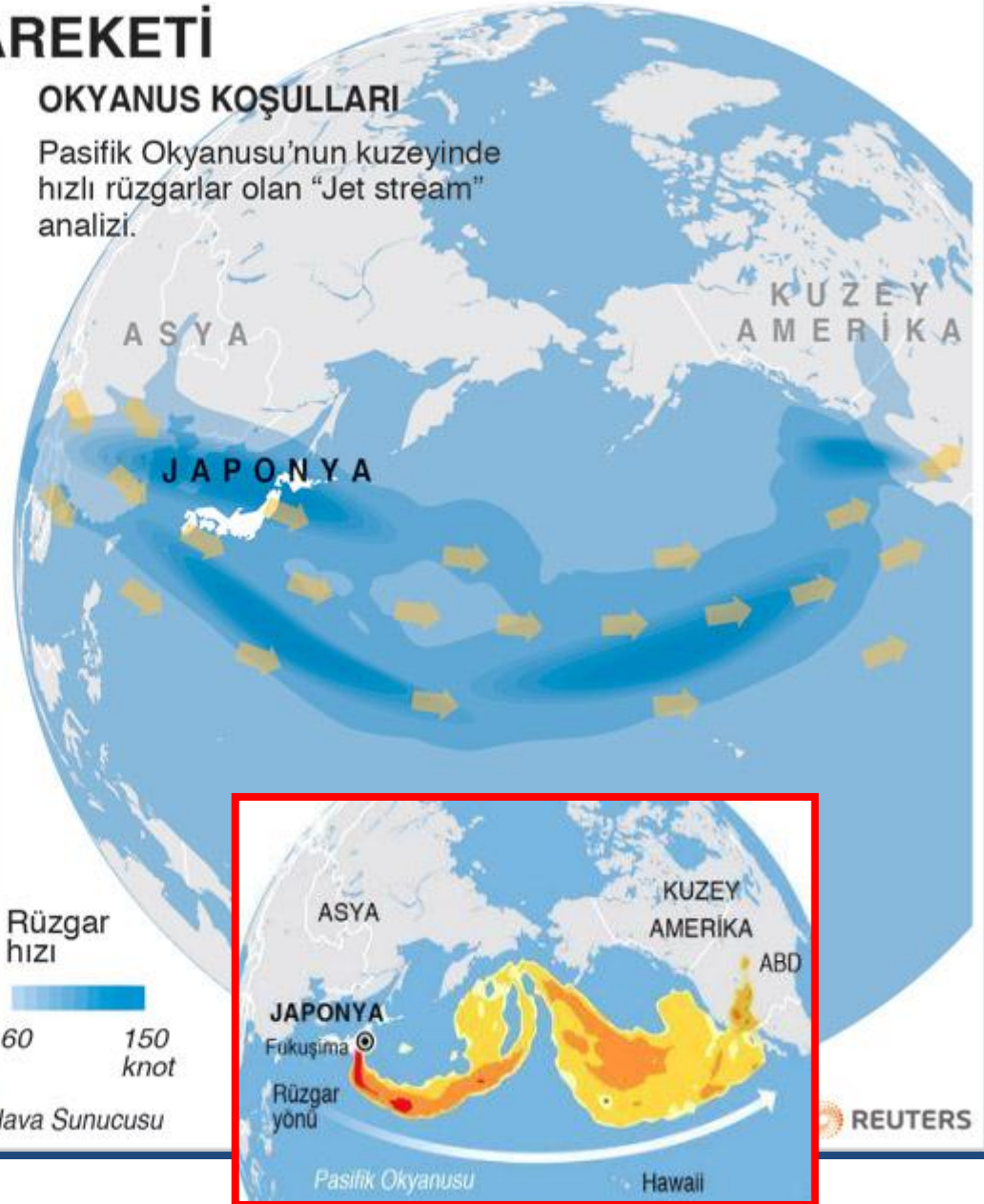


JAPONYA'DA RÜZGAR HAREKETİ



OKYANUS KOŞULLARI

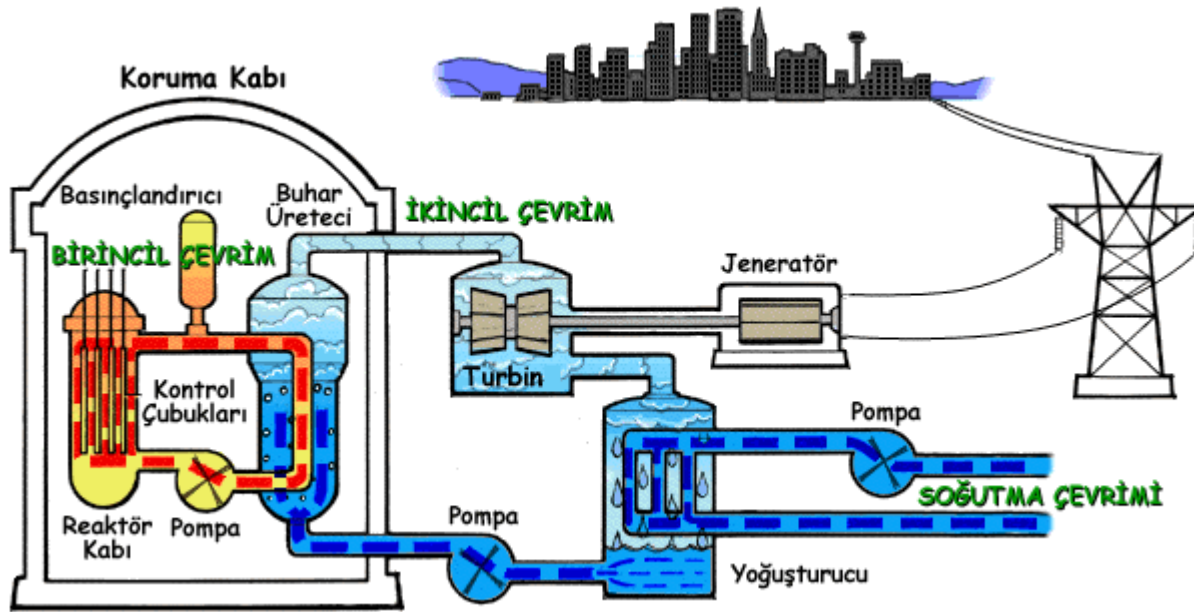
Pasifik Okyanusu'nun kuzeyinde hızlı rüzgarlar olan "Jet stream" analizi.



Kaynaklar: Weather Underground, SFSU Kaliforniya Bölgesel Hava Sunucusu

RADYOAKTİF BULUTLAR







BU KONUMUZ BİTTİ