

## 4- RADYOAKTİF ELEMENTLER VE ÖZELLİKLERİ

- Radyoaktif bir elementler, çekirdeklerinde (nükleonlarında) 83'ten fazla proton bulduklarından dolayı kararsızdırlar ve bu nedenle daha küçük atomlara dönüşürler.
- Parçalanma ya kendiliğinden ya da bir başka elementin enerjisi ile gerçekleşir.
- Parçalanma sırasında çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkar. Bu nedenle bunlara **radyoaktif elementler** denir.
- Doğadaki radyoaktif element sayısının 40 olduğu bilinmektedir. Bu elementlerin uluslararası **GTİP** (Gümrük Tarife İstatistik Pozisyon) numarası vardır. Bu numaralara göre ticareti yapılır.

- Elementlerin fiziksel ve biyolojik yarılanma ömürleri(süreleri) vardır (Bozbiyık ve ark., 2002).
- **Yarılanma Süresi**, Radyoaktif elementin başka atomlara veya kendi izotoplarına dönüşmesi sonucu atom sayısının başlangıçtaki yarısına düşmesi için geçerlidir.
- Örneğin Stronsiyum 90'nın fiziksel yarı ömrü 30 yıl, biyolojik yarı ömrü 10 yıldır. İyot 131'in fiziksel yarı ömrü 8 gün, biyolojik yarı ömrü ise kişinin iyot açığına, yaşına ve metabolizmasına bağlı olarak birkaç hafta olabilir.

- Bir elementin radyoaktivitesinin etkinliği ancak yarı ömrünün on katı gibi bir sürede kaybolur.
- Dolayısıyla yarı ömrü 24 000 yıl olan Plutonyum'un 240.000 yıl kontrol altında tutulması gerekir.
- Bu element atom bombası yapımında ve nükleer santrallerde kullanılmaktadır.

# BAZI RADYOAKTİF ELEMENTLER VE YARILANMA SÜRELERİ

<u>• Radyoaktif Element yönden)</u>	<u>Yarılanma Süresi(Fiziksel</u>	
• Radyum.....	1600	yıl
• Thalyum.....		
• Kurşun.....	24	dakika
• Polonyum.....	187	saniye
• Radon.....	3.8	gün
• Uranyum.....	4.5	milyar yıl
• İyot <sup>131</sup> .....	8	gün

# TÜRKİYE'NİN NÜKLEER HAMMADDE KAYNAKLARI



Türkiye'nin Nükleer Hammadde Kaynakları(Kaynak: TAEK).

**4.1. Radyoizotoplar:** İzotop, kelime anlamıyla elementin farklı kütle numaralarına sahip atomlarıdır. Radyoizotoplar, toksik özellikleri bakımından dört grupta incelenir ( Yiğit ve ark., 2002).

1- Çok yüksek radyotoksiteli izotoplar ( $5 \times 10^3 \text{Bq}$  ( $1.4 \times 4 \times 10^{-7}$  ci)):

Radon'un  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{225}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  izotopları vardır.

Uranyum'un  $^{230}\text{U}$ ,  $^{232}\text{U}$ ,  $^{233}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  izotopları vardır.

2-Yüksek radyotoksiteli izotoplar ( $5 \times 10^4 \text{Bq}$  ( $1.4 \times 4 \times 10^{-6}$  ci))

örnek olarak İyot verilebilir.

$^{124}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{126}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$

3-Orta radyotoksiteli izotoplar ( $5 \times 10^5 \text{Bq}$   
( $1.4 \times 4 \times 10^{-5} \text{ci}$ )):

Kobalt'ın  $^{55}\text{Co}$ ,  $^{56}\text{Co}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$  izotopları,  
Çinko'nun ise  $^{62}\text{Zn}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{69}\text{Zn}$ ,  $^{72}\text{Zn}$  izotopları  
vardır.

4-Düşük radyotoksiteli izotoplar ( $5 \times 10^6 \text{Bq}$   
( $1.4 \times 4 \times 10^{-4} \text{ci}$ ))

Örnek olarak sekiz izotopu olan Brom verilebilir.

$^{74\text{m}}\text{Br}$ ,  $^{75}\text{Br}$ ,  $^{77}\text{Br}$ ,  $^{80\text{m}}\text{Br}$ ,  $^{80}\text{Br}$ ,  $^{83}\text{Br}$ ,  $^{84}\text{Br}$

**4.2 Radyoaktif Elementlerin Önemli Özellikleri:** Radyoizotopların dört önemli özelliği vardır. Bunlar:

1-Radyasyonun İzlenebilme Özelliği: Radyoaktif yani kararsız bir çekirdek, daha kararlı hale dönüşmek için bir değişikliğe uğrarken, uygun ölçü aletleri ile ölçülebilen radyasyonlar yayar. Bu şekilde radyoaktif izotoplar aracılığı ile herhangi bir olaya katılan maddeyi izlemek mümkündür.

2-Maddenin Radyasyonu Etkileme Özelliği: Yüksek enerjiye sahip radyasyonlar çeşitli maddelerden geçebilirler. Bu geçiş, radyasyon enerjisine , maddenin cinsine ve kalınlığına bağlıdır. Maddeden geçen bir radyasyon, enerjisinin bir kısmını maddede bırakır ve özelliklerinde bazı değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklerin saptanması ile radyasyonun içinden geçtiği madde ile ilgili bazı bilgileri elde etmek mümkündür.



- 3-Radyasyonun Maddeyi Etkileme Özelliği: radyasyon hem canlı hem de cansız maddelere etki edebilir. Canlıya yaptığı etki bazı yapısal ve fonksiyonel değişiklikler şeklindedir, hatta bazen öldürücü bile olabilir. Radyasyon bazen de kimyasal reaksiyonları katalizler veya onlara başlama enerjisi verir. Maddenin kristal yapısında esneklik ve sertlik özelliklerinde, iç sürtünme ve gerilim özelliklerinde, ısı iletkenliği ve elektriksel direnç gibi aktarım özelliklerinde de değişimlere neden olur.
- 4-Radyasyonun Enerjiye Sahip Olma Özelliği: Kararsız çekirdeklerden yayılan radyasyonlar yüksek enerjiye sahiptir. Bu enerjiler ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülebilir .

ÖZELLİK	UYGULAMA ALANI
İzlenebilme özelliği	Biyokimyasal süreçlerin araştırılması Bitkilerde büyüme ile ilgili araştırmalar Gübre etkinliklerinin araştırılması Kayalarda yaş belirleme çalışmaları C 14 ile yaş belirleme çalışmaları Aktivasyon analizi Nükleer tıp uygulamaları Beslenme ile ilgili arş. Piston aşınması ölçümleri Kir giderici özelliğın incelenmesi
Maddeden etkilenme özelliği	Tıpta radyolojik uygulamalar Bilgisayarlı tomografi Endüstride kalınlık ölçümleri Endüstride radyografi uygulamaları
Maddeyi etkileme özelliği	Radyoterapi uyg. Yeni tohum çeşitlerinin elde edilmesi Böcek mücadelesi Besin korunması Tıbbi gerreçlerin sterilizasyonu
Enerjiye sahip olma özelliği	Denizaltı ve uzay araçlarının hareketi Eletrik enerjijisi elde edilmesi

## 4.3. RADYOAKTİF ELEMENTLERİN ÇEŞİTLİ UYGULAMA ALANLARI

Günümüzde bilimsel problemlerin çözülmesinde radyasyondan yararlanılmaktadır. Örneğin, belli bir maddeyi radyoaktif bir elementle işaretleyip, hücrede yada organizmada inceleyebiliriz. Böylelikle nükleik asit, protein, karbohidrat ve lipid gibi biyomoleküllerle ilgili bilgi edinilmiş olur. Ayrıca hormonların, ilaçların ve diğer maddelerin etkileri ile ilgili önemli bulgular da elde edilebilir. Bitkilerin topraktan aldıkları çeşitli maddeler radyoaktif elementlerle izlenebilir.

- Doğada radyoaktif  $^{238}\text{U}$  izotopu bozunarak kararlı  $^{206}\text{Pb}$  izotopuna dönüşmektedir. Kayalarda bu izotopların bulunduğu miktar oranları yaş belirlenmesinde kullanılır. Canlılar sürekli olarak radyoaktif  $^{14}\text{C}$  absorplarlar, ölülerde ise bu madde hızla bozunarak Azot'a dönüşür. Ölü materyaldeki  $^{14}\text{C}$  oranına bakılarak yaş tayini yapılmaktadır.

- Tıbbi alandaki radyasyon uygulamaları, radyasyonla görüntü elde edebilme ve radyasyonun hücre veya tümörleri yok edebilme yeteneğine sahip olması temeline dayanır.
- Bu iki özelliğinden dolayı radyasyon hastalıkların teşhis ve tedavisinde önemli rol oynar.

- Radyasyonun tıbbi alanda halen kullanılmakta olan ve gün geçtikçe geliştirilen en eski çeşidi X ışınlarıdır.
- Genellikle hastalıkların teşhisi amacıyla kullanılan X ışınları, hastadan geçirilerek hastalıklı bölgenin görüntüsü röntgen filmi olarak da adlandırılan radyografi filmi şeklinde elde edilir.
- Tıpta **Radyoloji** olarak adlandırılan bu yöntem hastalıkların teşhisinde son derece yaygın bir şekilde kullanılmakta ve her yıl X ışınlarıyla milyonlarca kişi muayene edilmektedir.
- Bazı radyolojik tetkikler sonucu hastaların maruz kaldığı etkin dozlar, tetkik çeşidine ve ülkelerin tıbbi açıdan gelişmişlik seviyelerine göre değişiklik gösterir.



- Radyoaktif maddenin vücuttaki dağılımı veya akışı Gama kamera adı verilen cihazlarla gözlenir.
- Bu cihaz vücuda enjekte edilen radyoaktif maddeden salınan gama ışınlarını algılayarak incelenen dokunun görüntüsünü oluşturur.
- Bu görüntünün incelenmesi sonucunda doku hakkında bilgi edinilir.
- Bu tür teşhislerde maruz kalınan doz, radyoizotopun cinsine ve miktarına göre değişir.





- Radyoterapide kobalt ( $^{60}\text{C}$ ) kaynaklarından elde edilen iyonlaştırıcı radyasyonlar kullanılır.
- Bu elementten yayılan yüksek enerjili X ışınları derin dokulara girerek , hasta hücrelerin ölümüne yol açar.
- Bunun için iki teknik kullanılmaktadır. Birincisi **Brakiterapi** yöntemidir ve bu yöntemde radyasyon kaynağı tümörün içine veya yakınına yerleştirilir ve bir süre orada bırakılır.
- İkinci yöntemde ise tümöre vücut dışından ışın verilir ve tümör etkisiz hale getirilir.

- Tarımda radyasyonla zararlılara dirençli tohumların elde edilmesinin yanında zararlı böceklerin erkek bireylerini radyasyonla kısırlaştırılmakta ve tarım ürünleri bu şekilde korunmaktadır.
- Yine radyasyon kullanılarak daha ucuz ve daha kaliteli besinler elde edilmektedir.
- Bitkilere radyoaktif element verilerek gübrenin bitkiye olan etkisi ve bitkinin hangi kısımlarında biriktiği gözlenmektedir.

- Endüstride radyasyon kullanımı, hasarsız kontrol yöntemleri adı altında toplanan uygulamalar kalite açısından büyük avantajlar sağlamaktadır.
- Örneğin kalınlığı ölçülecek bir levha Sezyum ( $^{137}\text{Cs}$ ) kaynağı ile sayıcı arasından geçirilir ve levhadan geçen radyasyon miktarı belirlenir.
- Radyasyon farklı kalınlıktaki maddeler tarafından değişik derecelerde absorplandığı için, kalınlık farklarını bu yolla belirlemek mümkündür.

- Radyografi çalışmalarının yanısıra yine birçok sanayi ürününün (demir, çelik, lastik, kağıt, plastik, çimento, şeker, vs.) üretim aşamasındaki seviye, nem ve yoğunluk ölçümleri radyasyondan yararlanılarak yapılmaktadır.
- Tek kullanımlık atılabilir tıbbi malzemelerin özel tesislerdeki radyasyonla sterilizasyonu (mikroorganizmalardan arındırılması), klasik sterilizasyon yöntemlerine göre kıyaslanmayacak derecede başarılı ve çok daha güvenilir olarak gerçekleştirilmektedir. Yine benzer tesislerde yapılan gıda ışınlamaları ile yiyecek maddelerinin daha uzun süre dayanmaları sağlanmaktadır

- Çok çeşitli malzemeler üzerine yapılan çalışmalarda, yeni plastik yapıların (özellikle de uçaklarda kullanılan ) geliştirilmesinde x-ışınları ile nötronlar kullanılmaktadır.
- Kimyacılar ve biyologlar hayatın temel yapı taşı olan proteinler ile pek çok virüs üzerine yaptıkları araştırmalarda x-ışını difraksiyon metodunu kullanmaktadırlar.
- Çevre bilimciler suyun ve rüzgarın global hareketlerinin veya çeşitli kimyasal kontaminasyonların incelenmesi amacıyla radyoizotopları kullanmaktadırlar.
- Jeologlar tarafından radyoaktif maddeler kayaların yaşlarının tespiti v.b çalışmalar sırasında kullanılmaktadır.

- Radyoaktif maddeler arkeologlar tarafından C-14 metodu için kullanılmaktadır.
- Yaşayan bir organizma için C-14/C-12 oranı atmosferdeki ile aynıdır.
- Organizma yaşamıyor ise C-14 bozunmaya ve dolayısıyla da C-14/C-12 oranı değişmeye başlar.
- Bu metod o organizmanın ne kadar zaman önce öldüğünü belirlemede kullanılan iyi bir yöntemdir





- Radyoizotoplar daha besleyici, hastalıklara karşı daha dayanıklı ve daha yüksek verimli ürünlerin elde edilmesine yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır.
- Radyoizotop izleyiciler bitkilerin gübreyi nasıl soğurduğu ile ilgili bilgiyi vermekte olup gübrenin verilme sıklığını belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır.
- Ürünlerdeki böceklerin yok edilmesinde ya da böcek popölasyonunun kontrol altına alınmasında radyasyondan yararlanılmaktadır.
- Başarılı ürün elde etmek için bazı özel cihazlarla topraktaki nem miktarının ölçümü ve böylece sınırlı su kaynaklarının verimli kullanımı sağlanabilir.

- Televizyonlar, duman dedektörleri, fosforlu saatler, paratonerler ve lüks lambası fitilleri gibi bazı tüketici ürünleri az miktarlarda da olsa radyoaktif madde içerirler.
- Kömür ve fosfat kayaları uranyum, radyum, potasyum-40 ve toryum içerirler.
- Fosfatın gübre olarak kömürün de yakıt olarak kullanılması esnasında çevreye az da olsa belli bir radyasyon dozu verilir.
- Bu tür kaynaklardan maruz kalınan yıllık ortalama dozun dünya ortalaması **0.0005 mSv** 'tir.

- Bilgisayar disklerinden, kaset ve CD'lerden tozun uzaklaştırılması,
- Bebek pudralarının, bandajların, kozmetik ürünlerin ve kontak lens çözeltilerinin sterilizasyonunda (bu malzemelerin ışınlanması için genellikle Co-60 gama kaynağı kullanılmakta olup böylelikle bakterilerin ve bazı zararlı organizmaların yok edilmesi sağlanmaktadır ),

- Kağıt, alüminyum folyo gibi pek çok ince malzemenin kalınlığının kontrol edilmesinde yine radyasyon kullanılmaktadır.
- Ancak hiç bir tüketici ürününde her ne amaçla olursa olsun kullanıldıktan sonra radyasyon kalmamaktadır.
- Radyasyon enerji ile ilgili alanlarda da kullanılmaktadır.
- Plutonyum fisyonundan elde edilen enerji ile gemilerin, denizaltıların ve uzay araçlarının hareketleri sağlanmaktadır.
- Bunun yanında uranyum ( $^{235}\text{U}$ ) gibi bazı atomların fisyonundan elde edilen ısı enerjisi ile suyun buhara dönüştürülerek türbinlerin çalıştırılması ve bu yolla elektrik enerjisi elde edilmesine dayanan nükleer santraller dünyanın birçok ülkesinde bulunmaktadır (Özalpan A, 2001).

## 4.4. RADYOAKTİF ELEMENTLERİN MADDELERİ İYONLAŞTIRMA ÖZELLİĞİ

- Bazı radyoaktif elementler enerjilerini yayarken, içinden geçtikleri maddelerin atomlarındaki elektronları koparıp iyonlaştırırlar. Bazıları ise elektronları yörüngelerinden koparmazlar. Bu durumları dikkate alınarak radyasyonlar ikiye ayrılmıştır.
- **1- İyonlaştırıcı Radyasyonlar 2- İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonlar**



- **A- Elektromagnetik Radyasyonlar:** Elektromagnetik iyonlaştırıcı radyasyonlar X yada gama ( $\gamma$ ) ışınlarıdır.
- Bu iki ışın birbirine çok benzer ancak meydana geliş şekilleri farklıdır.
- X ışınları çekirdek dışında oluşan elektron kaynaklı ışınlardır.
- $\gamma$  ışınları ise, atom çekirdeğinin içinde olur.
- X ışınlarını elde etmek için elektronlar yüksek enerjili olarak hızlandırılırlar ve tungsten hedefe yönlendirilirler.
- Bu maddeye giren elektronlar, maddenin atom çekirdekleri tarafından frenlenirler ve hızları kesilir ve bir miktar enerji X ışını olarak dışarı verilir.

- $\gamma$  ışınları ise, radyoaktif çekirdeğin parçalanması sırasında açığa çıkan fazla enerjinin çekirdekten dışarı atılması sonucunda oluşur.
- X ve  $\gamma$  ışınlarının iki önemli özelliği vardır.
- Birincisi, uzayda dalga hareketi ile yayılma göstermeleri, ikincisi ise **foton** adı verilen enerji paketleridir. Foton enerjisi
- $$E=h.v$$
- formülü ile gösterilir. E: Foton enerjisi, h: Planck sabiti ( $6.62.10^{-34}$ )'dir.



- Bir elektromagnetik radyasyonun dalga boyu uzun ise , frekansı ve foton enerjisi küçük; dalga boyu kısa ise, frekansı ve foton enerjisi büyüktür.
- Elektromagnetik dalgalar daima aynı hızla hareket ederler.
- Bu hızın değeri  $3 \cdot 10^8$  m/sn dir ve ışık hızı olarak adlandırılırlar.
- X ve  $\gamma$  ışınlarının yanında, radyo dalgaları, radar, enfraruj, görünür ışık ve ultraviyole de elektromagnetik radyasyon tipleridir.
- Hepsinin hızı aynıdır. Ancak dalga boyları ve frekansları farklıdır.
-

- Ultraviyole radyasyonu en kısa dalga boyuna sahiptir ve tek bir atomda iyonlaşmaya neden olur.
- Foton enerjisi ancak bir elektronu yörüngesinden koparabilir ve elektrona hız kazandıramaz.
- Bunun sonucunda ortaya çıkan serbest elektron bir diğer atomda ikinci bir iyonlaşmaya neden olmaz.
- O nedenle ultraviyole radyasyonu , tipik bir iyonlaştırıcı olarak kabul edilmemektedir.
- Bunun foton enerjisi atomda bir elektronun yörünge değiştirmesine neden olduğu için uyarılmaya yol açan bir radyasyon olarak kabul edilir.

- **B- Partiküler Radyasyonlar:** Bu grupta  $\alpha$ ,  $\beta$  ve gama partikülleri ile protonlar, nötronlar ve ağır yüklü iyonlar bulunur.
- **$\alpha$  Partikülleri:** Esas olarak helyum çekirdeğinin yapısında bulunan iki nötron ve iki protondan oluşan partiküllerdir.
- Yapılarındaki pozitif yüklü protonlar sebebiyle kütleleri oldukça ağır partiküllerdir ve bir kağıt parçasıyla durdurulabilir.
- Maddesel bir ortamdan geçerken, yolları üzerindeki atomların negatif yüklü elektronları ile çarpışma olasılıkları yüksektir.
- Bu çarpışmalar sonucu iyonlaşma veya uyarılma olayları meydana gelir.



- Böylece enerjisinin tümü madde tarafından absorblanmış olan  $\alpha$  partikülü, serbest iki elektron yakalayarak yüksüz bir helyum atomu haline dönüşür.  $\alpha$  Partikülü havada birkaç cm'lik yol giderken, canlı dokular içinde 1-2 mikron ilerleyebilir.
- Tüm enerjilerini kısa yolda ve çok yoğun bir şekilde yaydıkları için hücre içinde büyük hasarlara neden olurlar.
- Daha öncede bahsedildiği gibi radyoaktif elementlerin yaydığı radyasyon tipidir.

- **$\beta$  Partikülleri:** Elektronlardan oluşur yani negatif yüklü parçacıklardır. İnce alüminyum levhalarla durdurulur. Bu partiküllerde  $\alpha$  partikülü gibi fonksiyon gösterirler. Ancak kütlelerinin küçük oluşu ve tek negatif yükleri sebebi ile, genellikle yolları üzerindeki atomların yörünge elektronları ile çarpışırlar. Bu sırada atom çekirdekleri ile çarpışma olasılıkları da vardır. Elektronla çarparken bütün enerjisini elektrona verir ve elektronu yörüngesinden koparır.

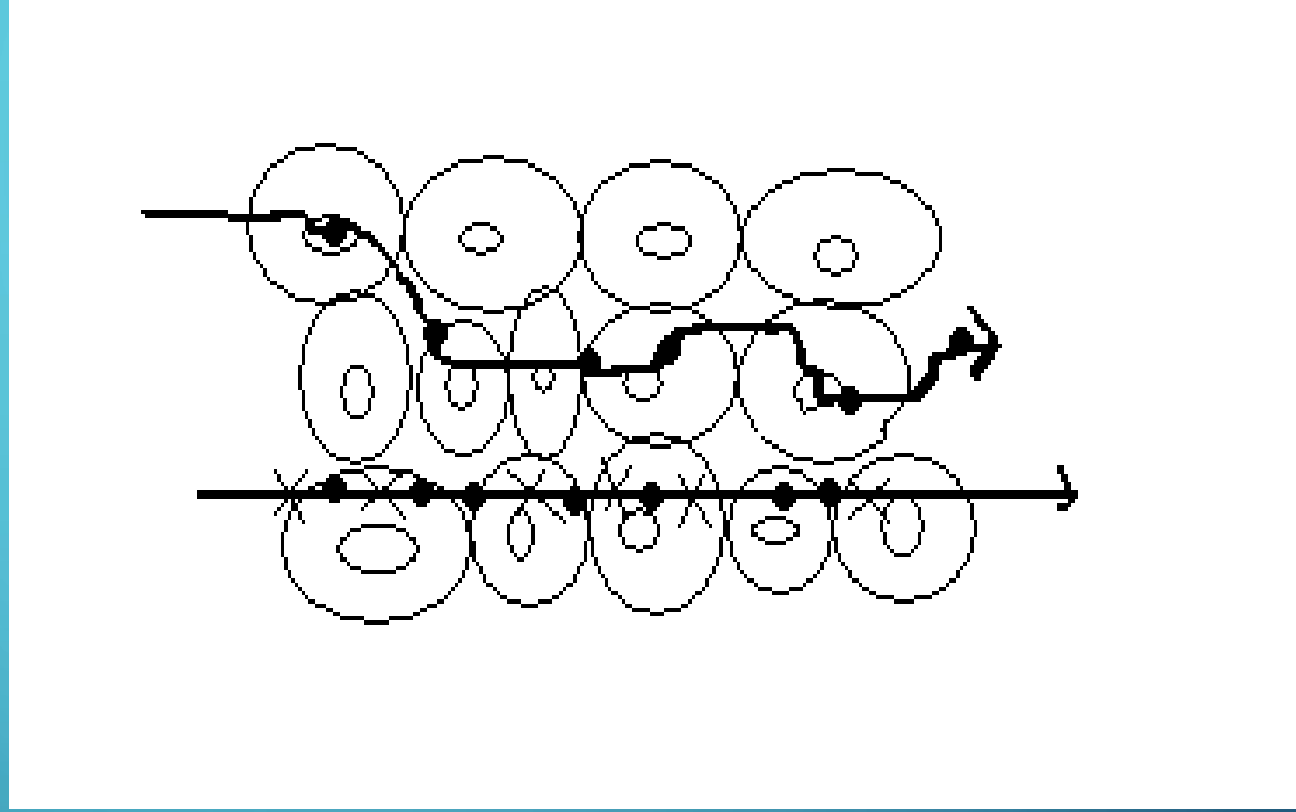
- Öte yandan kendisi bir başka doğruya da yoluna devam eder. Bu hareketleri peşe peşe yaptığı için madde içinde zig zag yaparak yol alır. Hızları azaldıkça, içinden geçtikleri atomla reaksiyona girer ve iyonlaşmasına neden olur. Havada birkaç metre yol alabilirler.

- Yapı ve özellik olarak elektronlara benzeyen, ancak atom çekirdeğinde oluşan partiküllerdir. Normal koşullarda çekirdekte elektron bulunmaz. Ancak radyoaktif bir çekirdek kararlı hale geçerken içinde bir elektron oluşturabilir ve bu elektron çekirdekten  $\beta$  partikülü olarak dışarı atılır. Çekirdekteki bir nötron bir protona dönüşürse  $-$  yüklü bir  $\beta$  partikülü oluşur. Genellikle  $\beta$  partikülü denilince  $-$  yüklü ve elektron özelliklerine sahip partikül akla gelir. Bazı durumlarda bu olayın tersi de meydana gelebilir, çekirdekte proton nötron şekline dönüşür. Bu durumda  $+$  yüklü  $\beta$  partikülü oluşur. Bu partiküle  $\beta^+$  yada **pozitron** denir.



$\beta$  parçacığı

$\alpha$  parçacığı



x-iyonizasyon

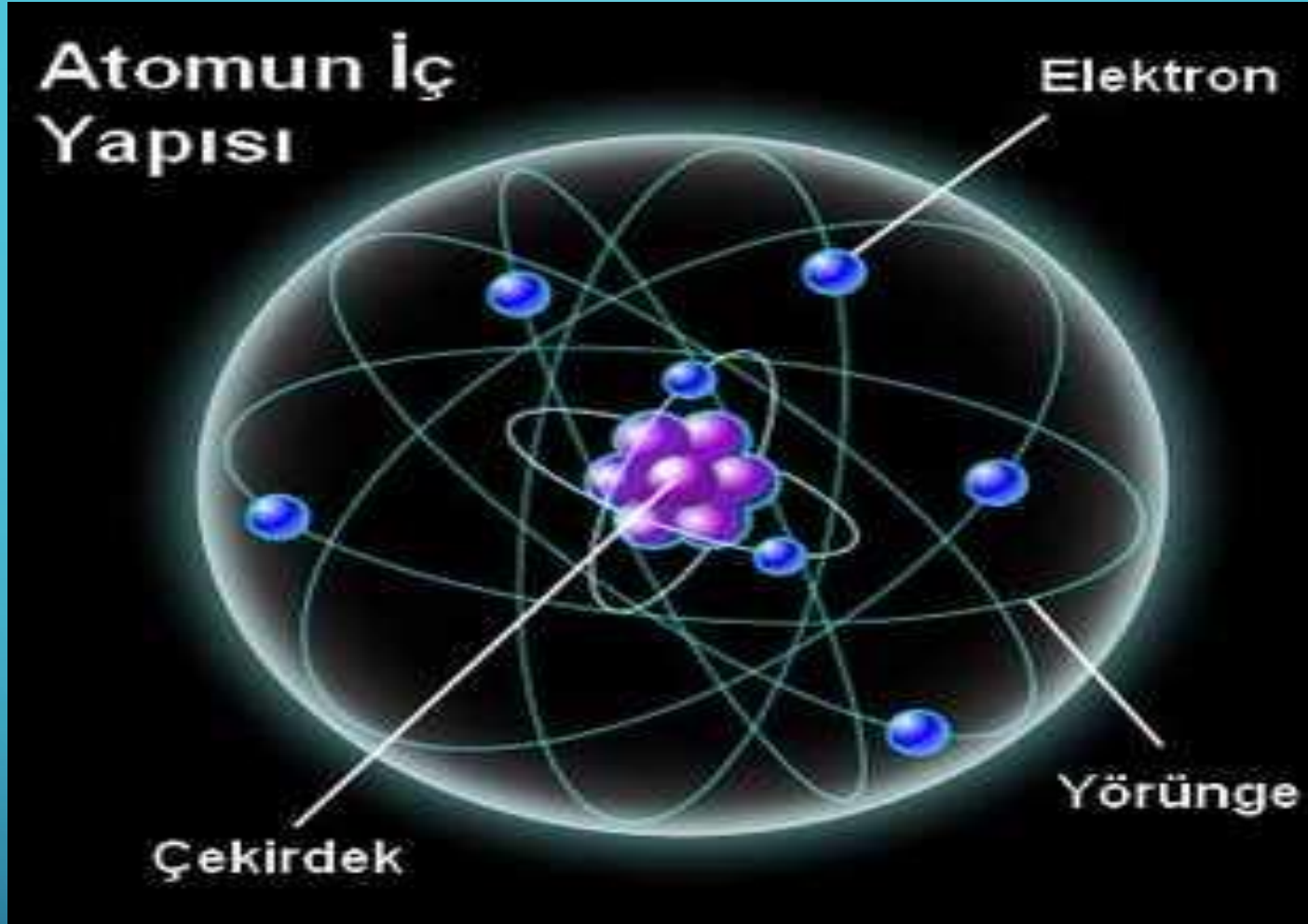
● -Diğer etkileşimler

- **Gama ( $\gamma$ ) Partikülleri**, ışık hızında hareket eden enerji dalgalarından oluşur. Enerjileri çok yüksektir ve maddeye enerjilerini uzun mesafede aktarırlar. Kurşun gibi ağır levhalarla durdurulabilirler.
- **Protonlar**: Atom çekirdeğinin yapısında bulunan + yüklü partiküllerdir. Kütleleri elektronlarınkinden 2000 kat fazladır.
- **Nötronlar**: Bunlar atom çekirdeğindeki yüksüz partiküllerdir. Kütleleri protonların kütleleriyle aynıdır.
- **Ağır Yüklü İyonlar**: Elektronlarını kaybetmiş olan azot, karbon, bor, neon yada argon gibi elementlerin atom çekirdekleridir ve hepsi + yüklüdür.

## 4.4.2. İYONLAŞTIRICI OLMAYAN RADYASYON:

- Sadece diğler atomların çekirdeğini parçalayan atomların radyasyonuna denir. Bunlar Ultraviyole ışınlar, kızılötesi ışınlar, radyo dalgaları ve mikrodalgalar'dır. Baz istasyonları, cep telefonları, mikrodalga fırınları, radarlar, yüksek gerilim hatları iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarıdır.

- Atomun yapısında negatif yüklü elektron, yüksüz nötron ve pozitif yüklü proton vardır. Örneğin, Helyum atomu 2 elektron, 2 nötron ve 2 protondan oluşur.
- Atomda elektron ve protonların sayısı aynıdır.
- Elektron sayısı elementin **atom sayısı**'dır.
- Nötron ve proton sayılarının toplamı atomun **kütle numarası**'nı verir.
- Nötron ve proton atomun çekirdeğini yani **nükleonunu** oluşturur.
- Nükleon, elektronlara göre 2000 kat daha ağırdır.
- Atomun yapısı, doğadaki sonsuz çeşitlilikteki maddenin temel yapı taşlarıdır.



Şekil 1. ATOMUN YAPISI

- Maddelerin etkileşimi ile ilgili olan iki reaksiyon tipi vardır.
- Bunlardan birisi kimyasal reaksiyon, diğeri ise çekirdek reaksiyonu'dur.
- İki veya daha fazla sayıda madde biraraya geldiğinde, moleküllerdeki atomların aralarında yeniden düzenlenmesine **kimyasal reaksiyon** denir.
- Reaksiyon sırasında elektronların paylaşılması durumu değişir fakat atomların çekirdeklerinde bulunan nötron ve proton sayısı değişmez.

- Kimyasal reaksiyonun tersine atomların çekirdeklerinde bulunan parçacıkların kendi aralarında veya dışardan gelen bir etki sonucunda değişmelerine **Çekirdek reaksiyonu** denir.
- Çekirdek tepkimeleri sonucunda eğer proton sayısı değişiyor ise farklı bir elemente ait bir atom oluşur.
- Radyoaktif bir çekirdeğin kendiliğinden başka çekirdeğe dönüşmesine **dezintegrasyon**, bir çekirdekten başka bir çekirdeğin elde edilmesine **transmütasyon** denir.

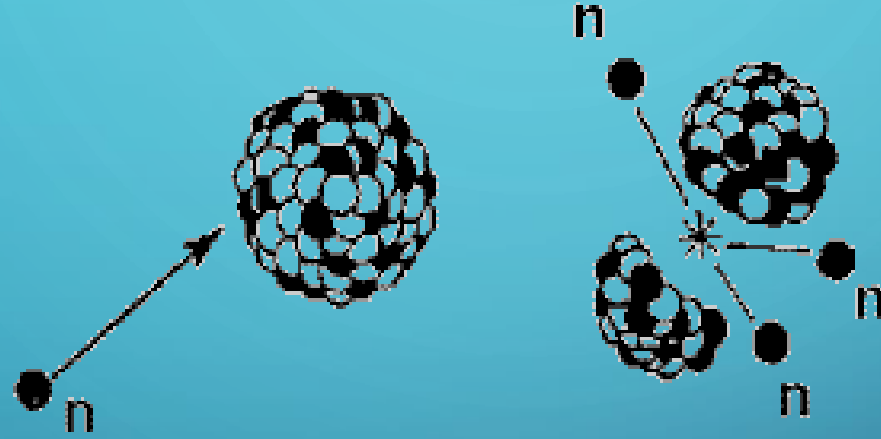
# ÇEKİRDEK REAKSİYONLARI ÜÇE AYRILIR

- **3.1. Fisyon (Çekirdek Parçalanması):**
- Bir nötronun, ağır bir element atomunun çekirdeğine çarparak yutulması sonucunda bu atomun kararsız hale gelerek daha küçük iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesi reaksiyonudur.
- Parçalanma sonucunda ortaya çıkan atomlara Fisyon ürünleri denir.
- Bunların bazıları radyoaktiftir. Bir nötron yutulması ile başlayan fisyon tepkimesi sonucunda, büyük miktarda enerji ile birlikte, birden fazla nötron ortaya çıkar.



- Çekirdek tepkimeleri sonucunda açığa çıkan enerji, kimyasal tepkimelere göre yaklaşık bir milyon kat daha fazladır. Örnek olarak Radyum elementinin fisyonu verilebilir.
- Radyoaktivitesi Uranyumdan 1 milyon kat fazladır.
- Radyoaktif özelliğinden dolayı kendi kendine Helyum çekirdekleri vererek ( $\alpha$  ışınlarıyla) Radon' a dönüşür.
- Radon, sindirim ve solunum yoluyla vücuda girer ve kansere neden olur.
- Uranyum rezervlerinin olduğu yerlerde bol bulunur. Kapalı alanlarda hava kirlenmesine neden olur. Anormal artışı depremin ön habercisi olarak bilinir.

Atomlar, magnetik alanın etkisi altında farklı frekanslarda radyo dalgalarını absorblarlar ve bilgisayar bu farklılıktan elde edilen ölçüleri kullanarak iç organların görüntüsünü verir.



Şekil 2. Filyon (Çekirdek Parçalanması) olayı.(Kaynak:Türkiye Atom Endüstrisi Kurumu (TAEK))

### • **3.2. Zincirleme Reaksiyon:**

- Fiyon sonucunda ortaya çıkan n6ntronların, ortamda bulunan diğer fiyon yapabilen atom çekirdekleri tarafından yutularak, onları da aynı reaksiyona sokması ve bunun ardışık olarak tekrarlanmasına zincirleme reaksiyon denir.
- Kontrolsüz bir zincirleme reaksiyon, çok kısa bir s6re içinde çok b6y6k enerjinin çıkmasına neden olur.
- Atom bombası bu sistemle patlamaktadır. N6kleer santrallarda ise zincirleme reaksiyon kontroll6 bir Şekilde yapılır



Uranyum atomunun neden olduğu zincirleme reaksiyon.(Kaynak:TAEK)

