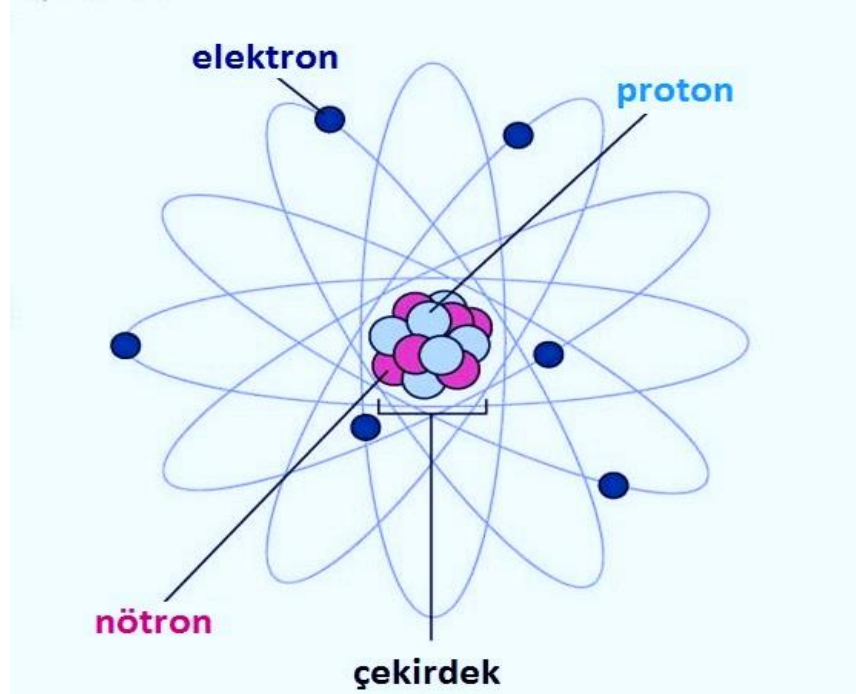


# ATOMUN YAPISI VE RADYOİZOTOPLAR

PROF. DR. GÜL FATMA YARIM

# ATOM

- **Atom**, elementlerin en küçük kimyasal yapı taşıdır
- **Atom çekirdeği**: Nükleon olarak adlandırılan proton ve nötronlardan oluşur
- **Elektronlar**: Çekirdeğin etrafında yoğunluğu yer yer azalıp çoğalan elektron bulutları halinde bulunurlar

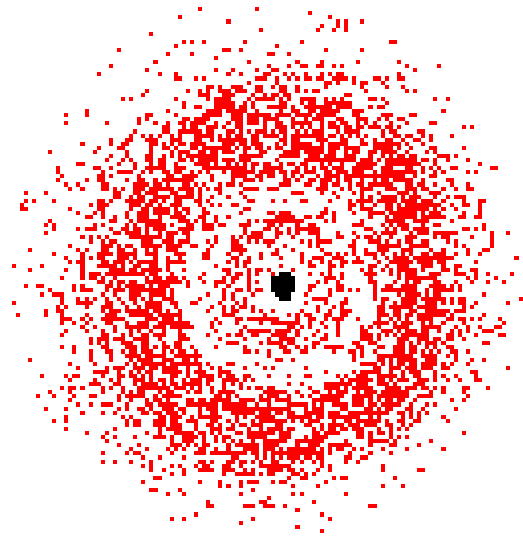


# Atomun yapısı

- Atom bir çekirdek ile bu çekirdeğin etrafını çevreleyen elektronlardan oluşur
- Çekirdekte pozitif yüklü protonlar ile elektrik yükü taşımayan nötronlar bulunur. Bunlara nükleonlar denir
- Elektronlar negatif yüklüdürler
- Pozitif yüklü protonlar ile negatif yüklü elektronların birbirine eşittir ve bu nedenle atom elektrikçe nötrdür
- Nötron sayısı atom ağırlığını, elektron sayısında meydana gelen değişimler ise atomun kimyasal özelliğini etkiler

# Orbital

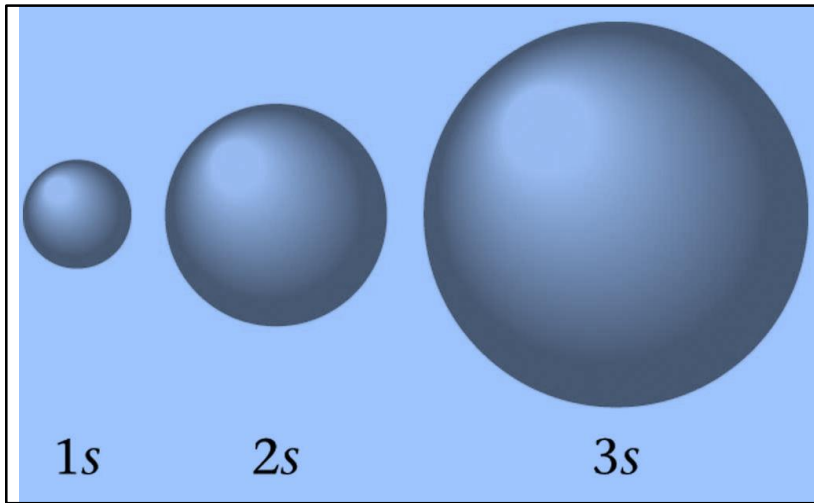
Belirli bir enerji seviyesindeki bir elektronun atom çekirdeği etrafında % 90 veya daha fazla olasılıkla bulunduğu yörüngelere **orbital** denir



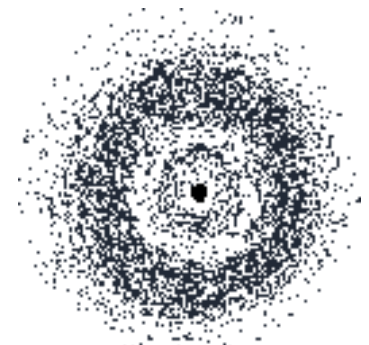
# Atomik orbitaller

s, p, d ve f harfleri kullanılarak gösterilir

Bütün s-orbitalleri küresel yapılıdır



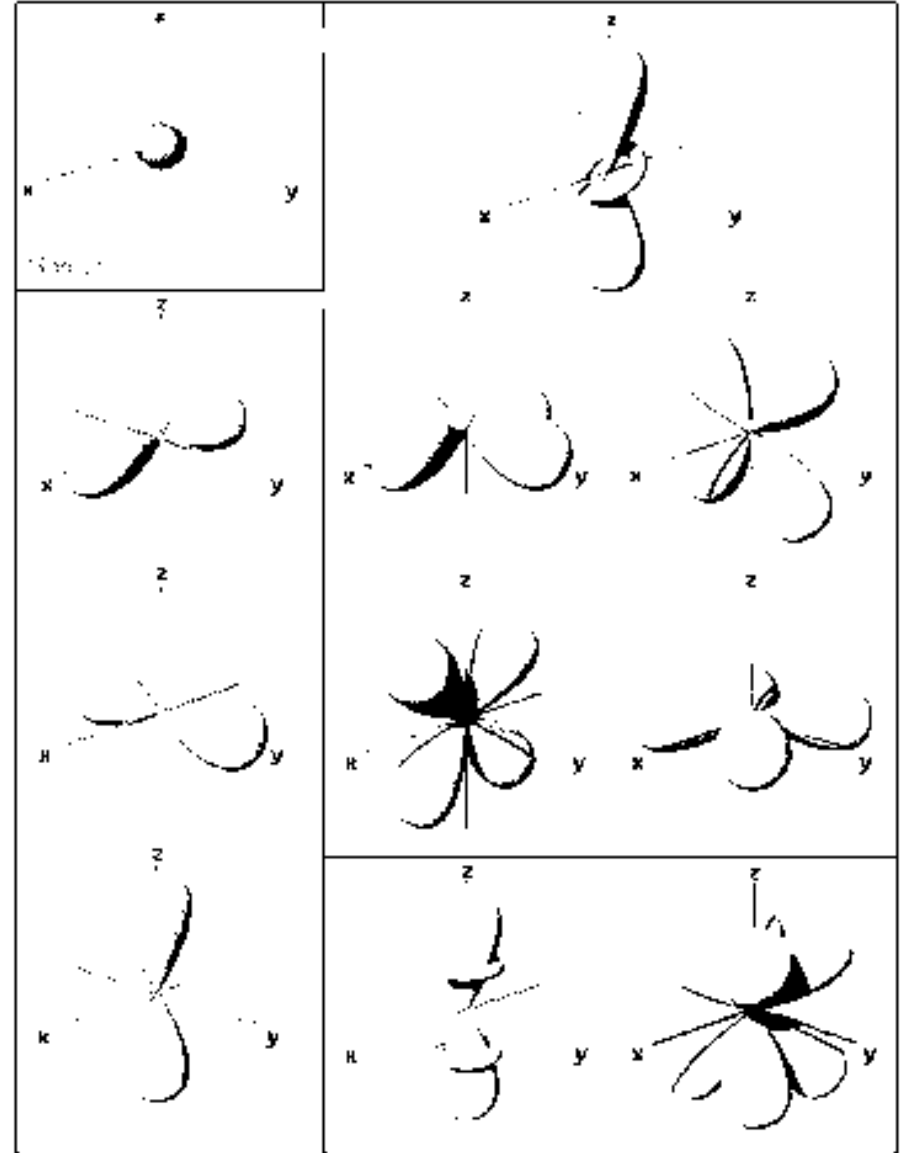
a 1s orbital



a 2s orbital

Her bir elektron kabuğu,  
dört alt kabuktan  
(İngilizce: *sub-shell*)  
oluşur

Bu alt kabuklar belirli bir  
enerji seviyesinde atom  
çekirdeğine en yakın  
olandan itibaren **s, p, d,**  
**f orbitalleri** olarak  
isimlendirilirler



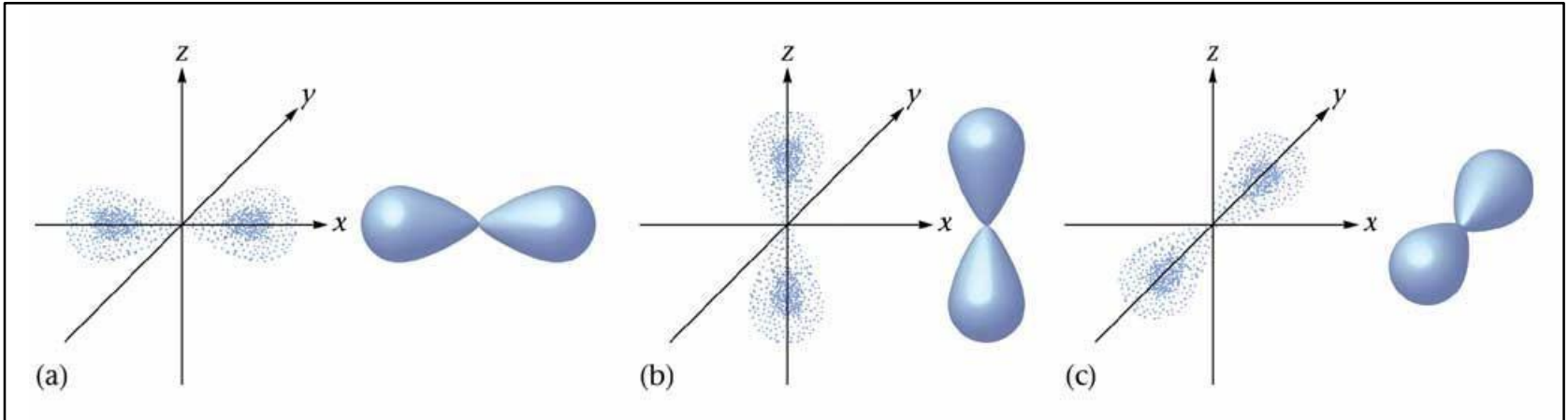
**s alt kabuğu**, en fazla 2 elektron bulunduran alt kabuktur  
"keskin" (İng: "sharp")

**p alt kabuğu**, en fazla 6 adet elektron bulunduran alt kabuktur  
"ilke, prensip, temel" (İng: "principle")

**d alt kabuğu**, en fazla 10 adet elektron bulunduran alt kabuktur  
"nüfuz etmiş" (İng: "diffuse")

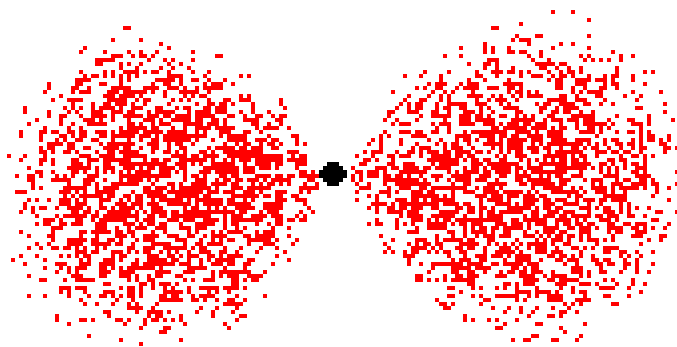
**f alt kabuğu**, en fazla 14 adet elektron bulunduran alt kabuktur  
"temel" (İng: "fundamental")

# p-atomik orbitalleri



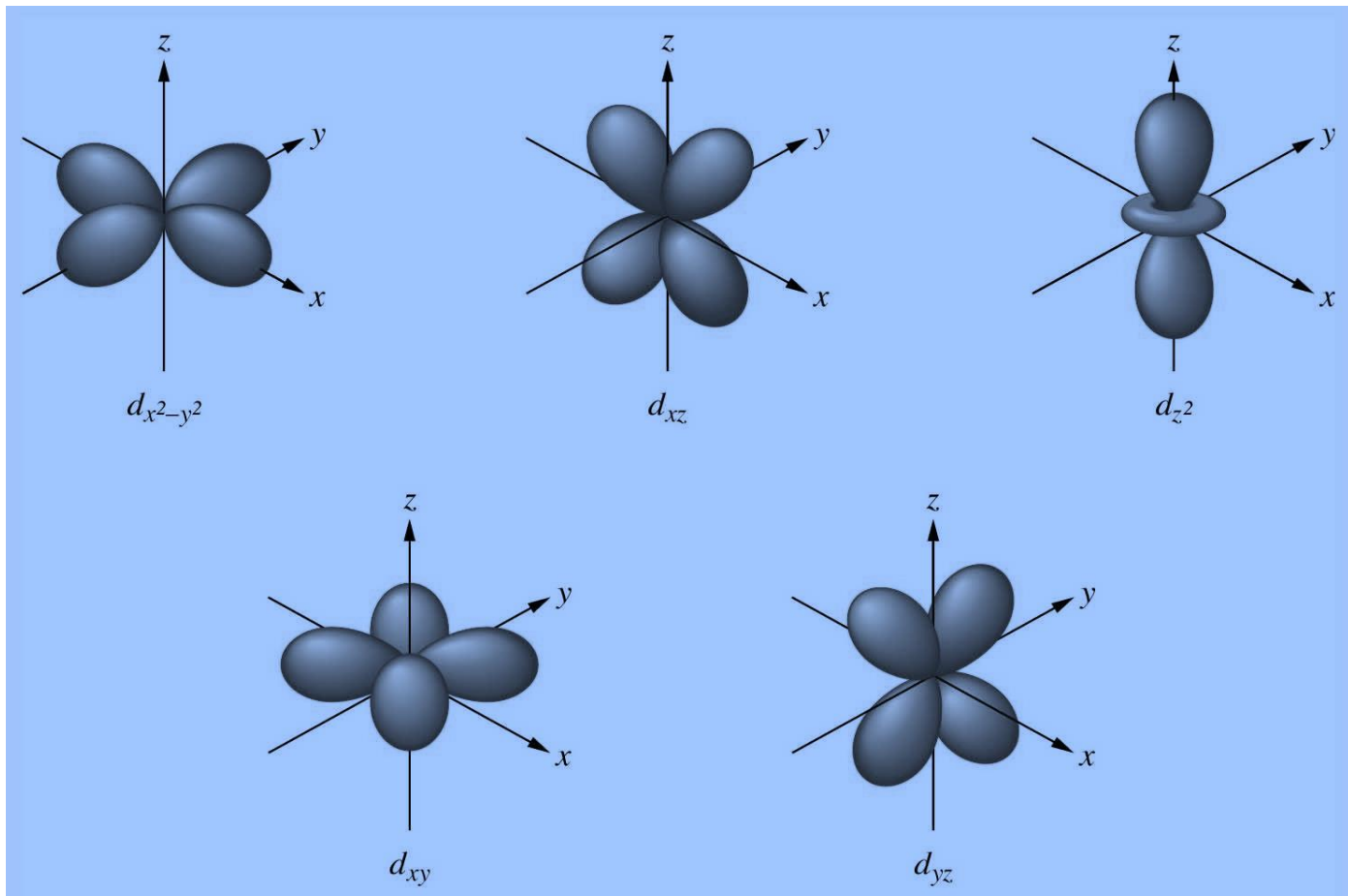
(a)  $p_x$ , (b)  $p_z$ , (c)  $p_y$

a p orbital





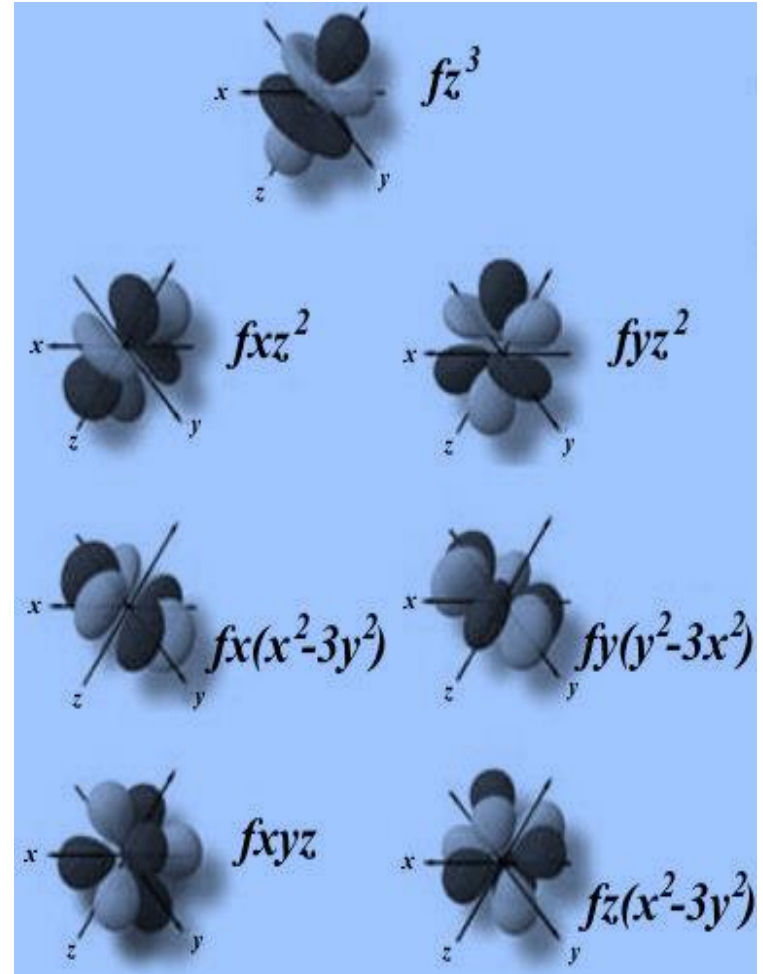
# d-atomik orbitalleri



# f-atomik orbitalleri

7 tane f-orbitali vardır ve bunlar 6'şar lobludur

Manyetik etkiye maruz kalmadıkça f-orbitalleri eş enerjilidir



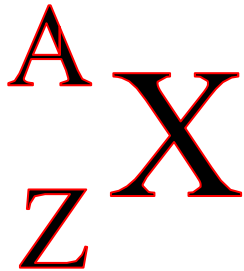
**Oktet kuralı:** Elementlerin bileşik meydana getirirken, son yörüngelerindeki elektron sayılarını, soy gazlarınkine benzer kılmak için, **8'e** getirmesi kaidesi



\* Helyum hariç, bütün soy gazların son yörüngesinde **8 elektron** vardır. Helyumun ise sadece iki elektronu olup, helyuma benzemek için elektron sayısını ikiye getirmeye de “**duet kuralı**” denir

H 1							He 2
Li 2,1	Be 2,2	B 2,3	C 2,4	N 2,5	O 2,6	F 2,7	Ne 2,8
Na 2,8,1	Mg 2,8,2	Al 2,8,3	Si 2,8,4	P 2,8,5	S 2,8,6	Cl 2,8,7	Ar 2,8,8
K 2,8,8,1	Ca 2,8,8,2						

elementin  
simgesi



A: kütle numarası

Z: atom numarası

$A = p \text{ sayısı} + n \text{ sayısı}$

$Z = p \text{ sayısı}$

- Bir elementin atom ağırlığı o elementin simgesinin sağ üstüne, proton sayısı da sol altına yazılır. Bu ikisinin farkı nötron sayısını verir
- Ör:  ${}_{92}^{235}\text{U}$  nötron sayısı=  $235-92=143$
- Elektronlar hem kendi yörüngeleri üzerinde hem de kendi eksenleri etrafında ters yönde dönerek hareket ederler (Pauli prensibi ve spin özelliği)

# İzotop

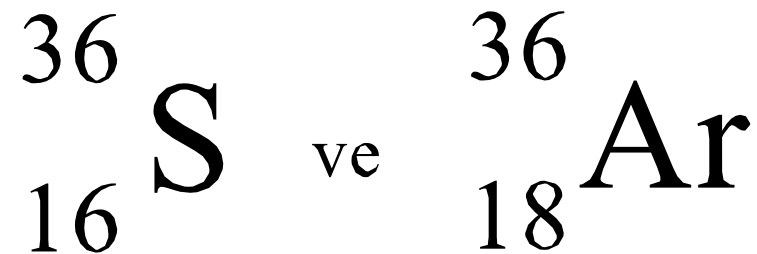
- Atom teorisi “**Dalton**” tarafından kurulduğu zaman, bir elementin atomlarının hepsinin birbirinin aynı oldukları ve aynı atom ağırlığına sahip oldukları farzedilmiştir
- Zamanla birçok elementin her birinin farklı atom ağırlığında fakat aynı kimyasal özellikte olmak üzere birden fazla şekilde bulunduğu anlaşılmıştır. Aynı elementin bu farklı şekillerine “**İzotop**” denir

# İzotop

- Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı atomlar birbirlerinin izotopudurlar
- Ağırlıkları eşit olanlara da **izobar** denir
- Nötronları eşit olan atomlara **izoton** denir

# İzobar

Kütle numaraları aynı, atom numaraları farklı olan elementler birbirinin **izobarıdır**

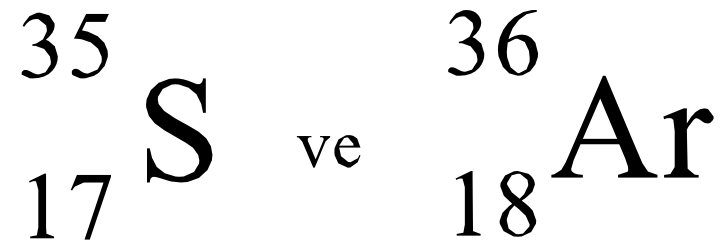


Kimyasal ve fiziksel özellikleri farklıdır



# İzoton

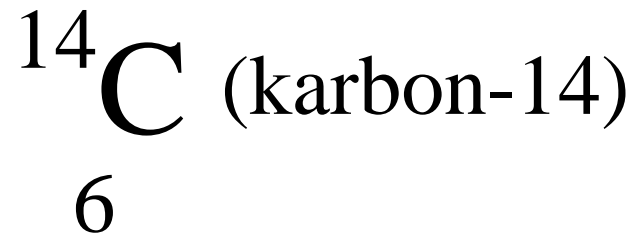
Nötron sayıları aynı, atom numaraları farklı olan elementler birbirinin **izotonudur**



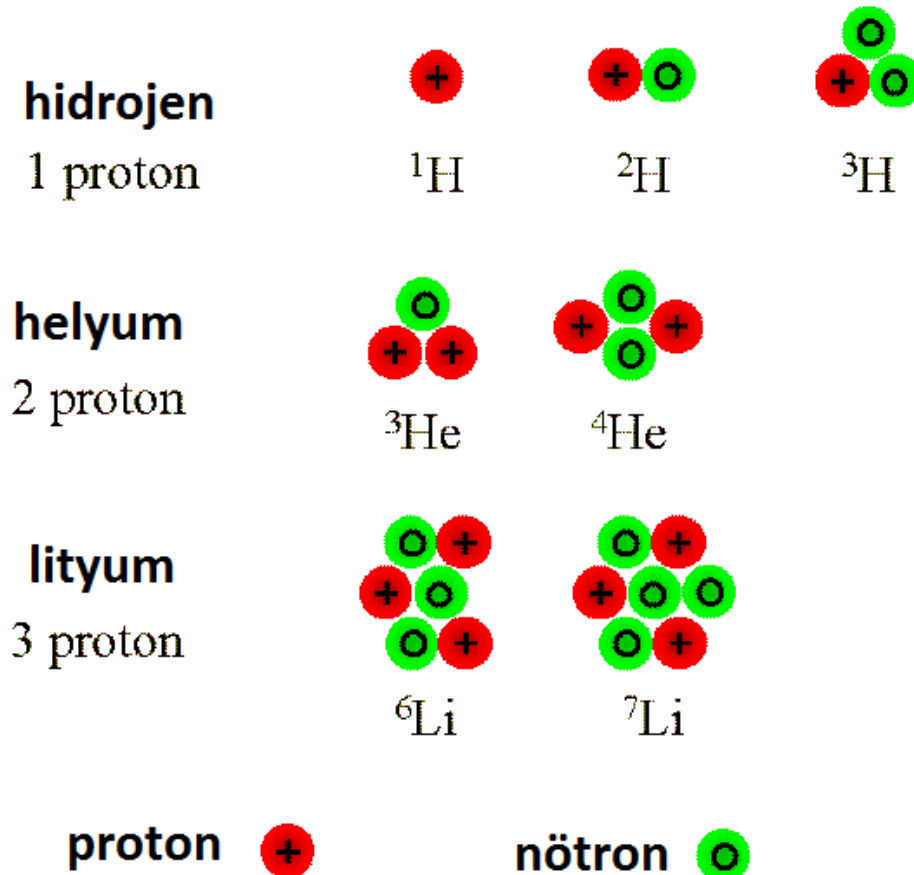
Kimyasal ve fiziksel özellikleri farklıdır

# İzotopların adlandırılması

Element adının  
sonuna kütle numarası  
getirilerek adlandırılır



Doğadaki elementler, belirli oranlarda izotop atomlar içerdikleri için atom ağırlıkları tam sayılar değildir



Element	Sembol	Atom No	Atom Ağırlığı	Element	Sembol	Atom No	Atom Ağırlığı
Hidrojen	H	1	1,008	Sodyum	Na	11	22,99
Karbon	C	6	12,01	Magnezyum	Mg	12	24,31
Azot	N	7	14,01	Potasyum	K	19	39,1
Oksijen	O	8	16,00	Kalsiyum	Ca	20	40,08
Fosfor	P	15	30,97	Demir	Fe	26	55,85
Kükürt	S	16	32,06	Bakır	Cu	29	63,55
Klor	Cl	17	35,45	İyot	I	53	126,9

# İzotoplar

Dayanıklı ve radyoaktif izotoplar olmak üzere 2 gruba ayrılır

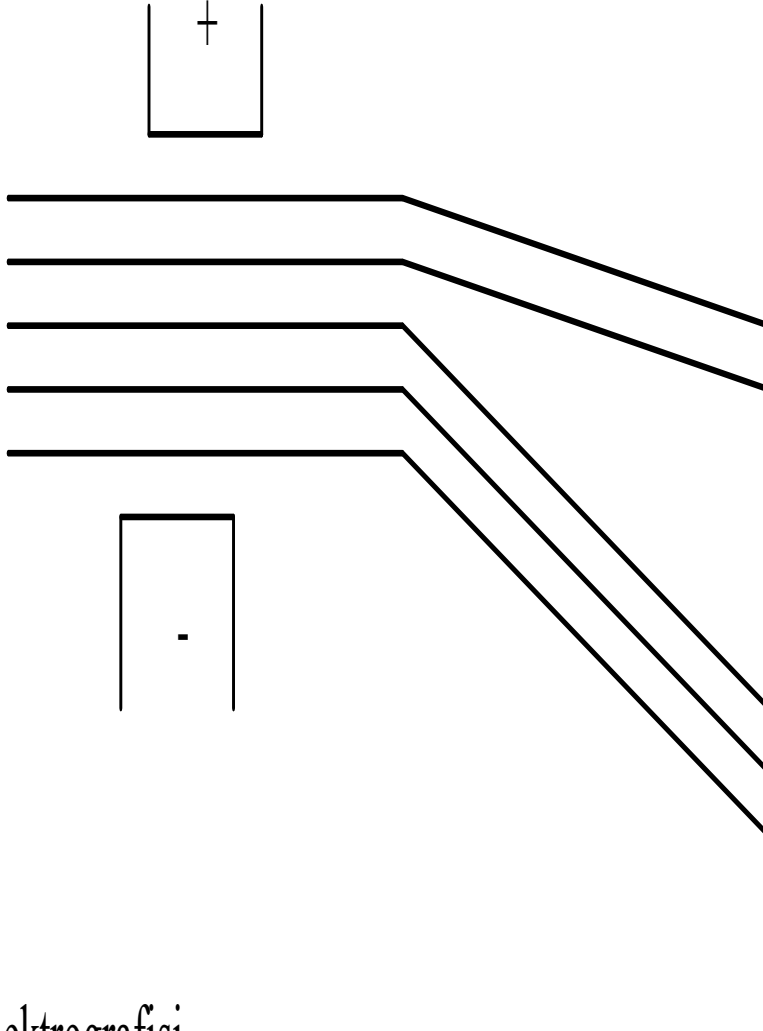
- **Dayanıklı izotoplar:** Doğada yaygın olarak bulunurlar
- Radyoaktif parçalanma göstermezler
- Bunlar bulundukları bileşiklerden “fraksiyonel distilasyon” ( $\text{H}_2\text{O}$  ve  $2\text{H}_2\text{O}$  karışımını bir su distile edildiğinde ağır hidrojenli su daha yavaş distile olur) ile veya “kütlenin spektrofisi” ile ayrılabilirler

Pozitif

Yüklü

Gaz iyonları

Kaynağı



Fotoğraf plağı

Ağır izotop

Hafif izotop

Şekil. Kütlenin spektrofisi.

## Kütle spektorgrafisinde tayin edilecek element gaz haline çevrilir

- Ör:  $\text{CO}_2$  ve  $\text{N}_2$  gibi
- Sonra gaz molekülleri çok düşük bir basınç altında yüksek potansiyel farkına tabi tutulursa gaz molekülleri elektronlara (katot ışınları) ve elektro-pozitif gaz iyonlarına (kanal ışınları) parçalanır
- $\text{N}_2$  ve  $\text{CO}_2$  gibi gaz iyonları büyük bir hızla ve doğru bir hat üzerinde hareket ederler
- Fakat pozitif yük taşıdıkları için kuvvetli elektrik ve manyetik alanlarda saptırılabilirler
- Parçacıkların ağırlıkları ne kadar büyükse sapmaları da o kadar az olur

- Çeşitli izotopların karışımından oluşmuş bir elektro-pozitif gaz iyonları demeti elektrik ve manyetik alandan geçirildikten sonra bir fotoğraf plağı üzerine düşürülürse her izotop ayrı bir leke oluşturur
- Bu lekelerin bulundukları yerden izotopların ağırlığı, lekenin yoğunluğundan da miktarları hesaplanabilir



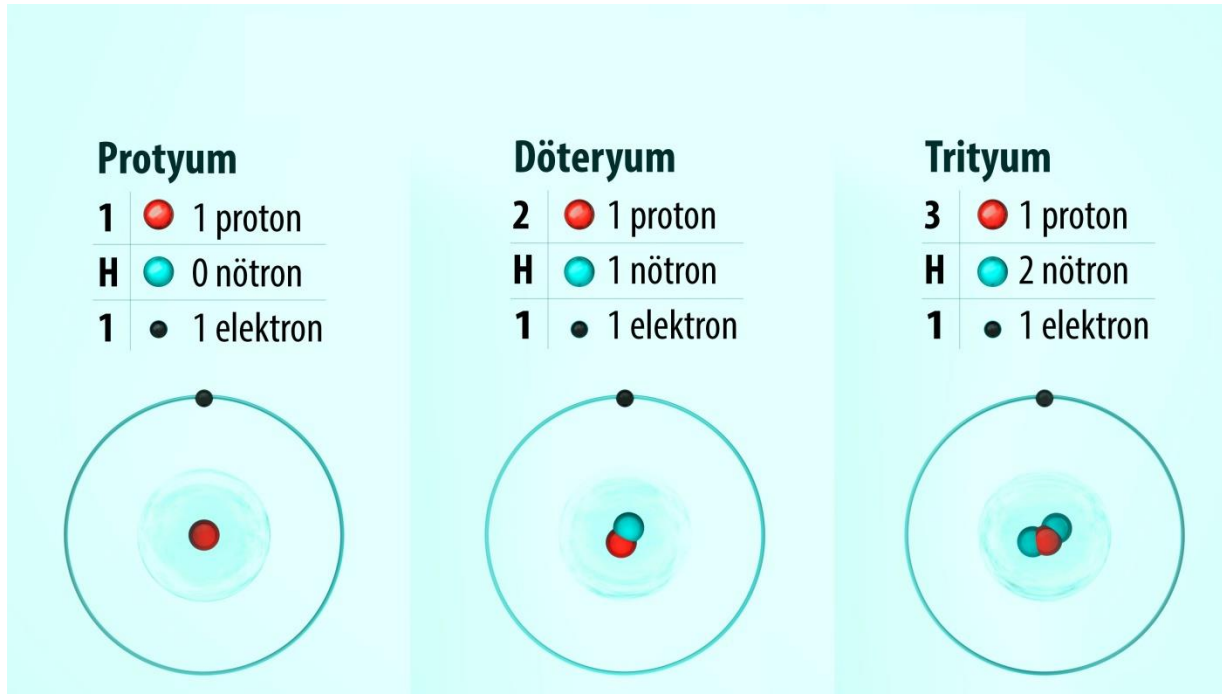
- Günümüzde bilinen izotopların sayısı yaklaşık **1100** kadardır
- Ancak bunlardan doğal olarak bulunanların sayısı azdır
- **Yerkabuğunda bulunan izotoplar;**
- **Uranyum-radyum serisi:** Bu seride  $U^{238}$  14 ara ürün üzerinden  $Pb^{206}$ 'ya değişir
- **Aktinyum serisi:** Bu seride  $U^{238}$  11 ara ürün üzerinden  $Pb^{207}$ 'ye değişir
- **Toryum serisi:** Bu seride  $Th^{232}$  10 ara ürün üzerinden  $Pb^{208}$ 'e değişir

# Hidrojen atomunun izotopları

<sup>1</sup> H: Protium (H)

<sup>2</sup> H: Döteryum (D)

<sup>3</sup> H: Tritiyum (T)



## Hidrojen atomunun izotopları

- Hidrojenin doğada üç doğal izotopu bulunur
- $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ , ve  $^3\text{H}$
- Hidrojenin laboratuvar ortamında sentezlenen fakat doğada gözlenemeyen çok kararsız izotopları da vardır ( $^4\text{H}$ ,  $^5\text{H}$ ,  $^6\text{H}$ ,  $^7\text{H}$ )

## Hidrojen izotoplarının ortak özellikleri

- Tüm izotopların atom numaraları 1'dir
- Proton sayıları 1'dir
- Elektron sayıları 1'dir

# Hidrojen izotoplarının farklı özellikleri

- Kütle numaraları farklıdır
- Nötron sayıları aynı değildir
- Kimyasal özellikleri farklıdır
- Fiziksel özellikleri farklıdır

## <sup>1</sup> H: Protyum

- Doğada en yaygın (% 99,98) bulunan Hidrojen izotopudur
- Nötron sayısı sıfır olduğundan kütleini temel olarak proton ve çok az da olsa elektron oluşturur

## <sup>2</sup> H: Döteryum

- Döteryum, hidrojenin kararlı izotopudur
- Döteryum radyoaktif değildir
- Döteryum nükleer kaynaşma için yakıttır
- Döteryum, az miktarda hidrojen gazı olarak ve yüksek miktarda okyanus sularında bulunur
- Normal hidrojen yerine zenginleştirilmiş döteryum molekülleri içeren su **ağır su (D<sub>2</sub>O)** olarak isimlendirilir. Ağır su molekülü, laboratuvar ortamında elde edilebilir. Doğada eser miktarda yer altı sularında, tatlı su göllerinde ve tuzlu deniz sularında da bulunur

## $^3\text{H}$ : Tritiyum (T)

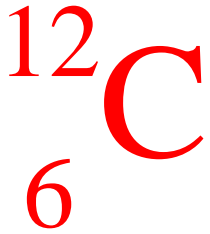
- Hidrojenin radyoaktif izotopudur
- Döteryum çekirdeği ile döteryum bileşiklerinin bombardıman edilmesi sırasında nükleer transmutasyon ürünü olarak keşfedilmiştir
- Atom ağırlığı: 3,0170
- Kimyasal olarak hidrojene benzer ancak fiziksel özellikleri hidrojenden farklıdır
- Atmosferdeki tritiyum, kozmik ışınların oluşturduğu hızlı nötronların, protonların veya mesonların azot ile reaksiyonundan oluşur



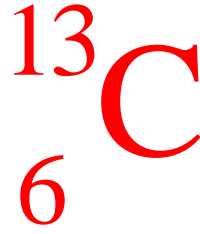
## <sup>3</sup> H: Tritiyum (T)

- Tritiyum radyoaktiftir ve yarılanma süresi 12,46 yıldır
- Tritiyum beta ( $\beta$ ) ışıması yaparak helyum (He) izotopuna dönüşür
- Tritiyumdan, hidrojenlendirme reaksiyonları ve reaksiyon değişimlerinde faydalanılır
- Tritiyum ve bileşikleri etiketleme ve izleme reaksiyonlarında kullanılır
- Biyokimyasal çalışmalarda, trityumla etiketlenmiş hormonlar vb. biyolojik moleküllerin organizmadaki davranışı izlenir
- Suyun hidrokarbonlardaki çözünmesinin tayininde ve suyun difüzyonunda, trityumla işaretleme kullanılır
- Suyun buharlaşma ve yağmur şeklinde yağma zamanını belirlemek amacıyla içinde trityum bulunan su kullanılır

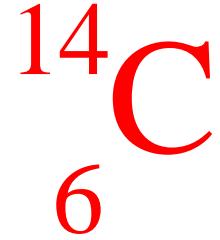
# C atomunun izotopları



6 proton  
6 nötron  
6 elektron



6 proton  
7 nötron  
6 elektron



6 proton  
8 nötron  
6 elektron

# Allotrop

Bir elementin atomlarının uzaydaki dizilişlerinin farklı olmasıyla oluşan yapılardır

- Oksijen (O): Oksijen ( $O_2$ ) ve ozon ( $O_3$ )
- Karbon (C): Elmas, grafit ve fulleren
- Fosfor (P): Beyaz fosfor ve kırmızı fosfor
- Kükürt (S): Rombik, amorf ve monoklinik kükürt

# Allotrop atomların

- Aynı elementle oluşturdıkları bileşiklerin; fiziksel ve kimyasal özellikleri, molekül formülleri ve molekül kütleleri aynıdır
- Kimyasal özellikleri birbirine benzerdir
- Fiziksel özellikleri (çözünürlük, özkütle, sertlik, iletkenlik, erime noktası, kaynama noktası) birbirinden farklıdır
- Bağ sağlamlıkları, bağ kararlılıkları, bağ enerjileri birbirinden farklıdır

# **Radyoaktif izotoplar= Radyoizotoplar**

- Radyoaktif parçalanma gösterirler
- Suni olarak, siklotron, betatron, tanecik akseleratörleri, nötron jeneratörleri veya nükleer reaktörler kullanılarak elde edilebilirler

# Radyoaktivite

- Radyoaktif bir atomun nükleusunun kendiliğinden yüklü parçacıklar veya ışınlar vererek parçalanmasına “**radyoaktivite**” denir
- Bu bozunma nötron/proton oranı ile ilgilidir
- Radyoaktivite, bir enerji türüdür

# Radyoaktivite

- Radyoaktifliği ilk keşfeden Fransız fizikçi **Antoine Henri Becquerel**'dir (1895)
- 1903 Nobel Fizik ödülü sahibidir
- Becquerel, buluşunu 1898 yılına kadar **Becquerel ışınları** olarak adlandırmış, daha sonra radyoaktivite ismini vermiştir

# Radyoaktivite

Fransız fizikçi ve kimyager **Marie Skłodowska Curie**, Uranyum filizinin durmaksızın yüksek enerjili, görünmeyen ışınlar yayımladığını ispatlamış ve Uranyumdan ilk kez Radyum elementini ayırmayı başarmış buna radioktivite adını vermiştir

Nobel ödülünü alan ilk kadın ve bu ödülü 2 kez alan (1903 Nobel Fizik ödülü, 1911 Nobel Kimya) ilk bilim insanıdır

**Curie**, radyoloji biliminin kurucusudur



# Radyum

Radyum  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$

1898 yılında Fransız fizikçiler

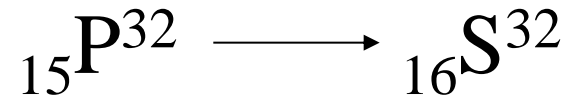
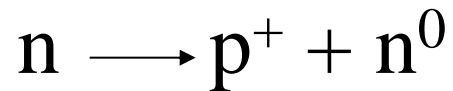
**Marie Skłodowska Curie** ve eşi **Pierre Curie**  
tarafından bulunmuştur

Tıpta ve diğer alanlarda kullanılır

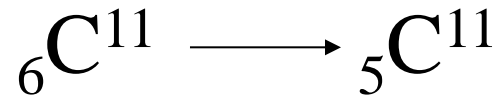
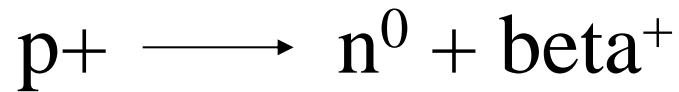
$^{224}\text{Ra}$  tüberküloz tedavisinde kullanılmıştır

# Radyoaktif bozunmanın ana tipleri

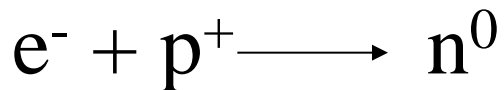
1. Negatif beta (negatron) vererek;



2. Pozitif beta (pozitron) vererek;



3. Elektron tutarak;



# Radyoaktif bozunma hızı

- Her radyoizotopun zamanla parçalanma (bozunma) hızı ve bir bozunma sabiti vardır
- Bundan radyoizotopun tanınmasında yararlanılır

Birim zamanda bozunan atomların sayısı

Bozunma sabitesi ( $\lambda$ )=  $\frac{\text{Birim zamanda bozunan atomların sayısı}}{\text{Başlangıçta mevcut atomların sayısı}}$

# Yarı ömür (yarılanma süresi)

Her izotopun bir yarı ömrü vardır

Bir izotopun başlangıçta sahip olduğu radyoaktivitenin % 50'sini kaybetmesi için geçmesi gereken süredir ve  $t_{1/2}$  ile gösterilir

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$$

## Bazı izotopların yarı ömürleri

- $P^{32}$  : 14,221 gün
- $Fe^{59}$  : 45,3 gün
- $Co^{60}$  : 5,26 yıl
- $C^{14}$  : 5568 yıl

- İzotop  $t_{1/2}$  değerine
- radyoaktif bozunma ile ulaşıyorsa bu değere “radyoaktif yarı ömür”
- biyolojik eliminasyon işlemleri ile ulaşıyorsa bu değere “biyolojik yarı ömür”
- her iki yoldan ulaşıyorsa “etkin yarı ömür” denir

# Radyasyon

- Radyasyon, radyant enerjinin serbest kalmasıdır
- Elektronların bir yerden diğer bir yere doğru hareketi bir radyasyon olayıdır
- Radyasyonun başlıca 3 kaynağı vardır:
- **Kozmik radyasyon:** Güneşteki nükleer reaksiyonlardan gelir
- **$\delta$ -ışınları:** Radyoaktif elementlerden gelir
- **x-ışınları:** Elektronların yörünge atlaması ile oluşur

# Radyasyon

- İç dönüşüm geçiren atomlar tarafından yayımlanan, boşlukta ve madde içerisinde hareket edebilen enerjidir
- Elektronların bir yerden diğer bir yere doğru hareketi bir radyasyon olayıdır



## Radyasyonun başlıca tipleri

Tipi	Kaynağı	Yapısı	Yükü	Ne olduğu
Alfa	Ağır atomların nukleusu	Tanecik	++	He++
Beta	Nukleus	Tanecik	-	Elektron
Beta+	Nukleus	Tanecik	+	Pozitron
Gamma	Eksite olmuş nukleus	Elektro-manyetik	0	Foton
X-	Orbital	Elektro-manyetik	0	Foton

➤ Radyasyonun çoktan aza doğru tehlike sırası aşağıdaki gibidir;

➤ Gamma ve X, beta, alfa

# X Işınları

- Radyolojide kullanılır; bazı hastalıkların teşhisini ve organların durumunun araştırılmasını sağlar
- Radyografi sayesinde organlardaki ve kemiklerdeki anormallikler belirlenebilir
- Günümüzde X ışınlarının kullanıldığı en önemli tanı yöntemlerinden biri bilgisayarlı tomografidir

- Gamma ve X radyasyonunun birimi röntgen (r), diğerlerinin birimi röntgen ekivalan fizikal (rep)'dir
- Curie (c): Radyoizotopun radyoaktivitesi cinsinden miktarıdır

Nükleer radyasyonu 5 duyumuzla fark edemeyiz

Bunun için radyoaktiviteyi ölçen çeşitli cihazlar kullanılır

- Radyasyonun organizma üzerinde oldukça olumsuz etkileri vardır

# Radyasyonun etkileri

- Hücrede serbest radikaller oluşturur
- Kimyasal bağları koparır
- Makro moleküllerde çapraz bağlar oluşturur DNA, RNA ve proteinlerde hasar oluşturur
- Radyasyondan çok etkilenen: deri, kemik iliği, genital organlar, göz merceği ve sindirim sistemi epitelidir
- Daha az etkilenen: sinir sistemi ve kaslardır

# Radyasyonun biyokimyasal etkileri

Doğrudan etkisi: İyonlaştırıcı radyasyonun DNA ile doğrudan etkileşmesi sonucunda ortaya çıkan DNA hasarı

Dolaylı etkisi: Su moleküllerinin iyonizasyonu sonucunda oluşan serbest radikallerin hücre molekülleri ile etkileşimi nedeniyle ortaya çıkan hasar



# ***Makromoleküller***

- Parçalanır, iç yapıları bozulur
- Proteinlerin sekonder ve tersiyer bağları kopar
- Nükleik asitlerin bazlarında değişiklik, zincirler arası kopma, replikasyon bozukluğu görülür
- Lipitler ve karbonhidratlar parçalanır

# *Hücreler*

- Yüksek dozlarda yapıları bozular, mitokondrilerde şişme, lizozomlarda parçalanma olur
- Düşük dozlarda ise bölünme durur ve hücre ölür
- Biyokimyasal olarak fosforilasyon ve oksidasyon bozular
- Nükleik asit ve protein sentezi yavaşlar  
Kromozomlar parçalanır
- Mitoz durur

# *Kan plazması*

- Proteinlerde hafif azalma olur
- Hücre harabiyeti sonucunda amino asit nitrojeni ve üre miktarı artar
- Eritrositler parçalanır ve serumda demir ve safra renkli madde miktarı artar
- Na ve K miktarı azalır

# *Sindirim sistemi*

- Kaslar ve bağ doku dirençli, müköz membranlar ise duyarlıdır
- Ağızda ülserleşme olur
- Yutak ve yemek borusu dayanıklıdır
- Yüksek doz radyasyonda nekroz şekillenir
- Midede 5 gün içinde ülserleşme, 1 hafta içinde kanama olur
- Midenin boşalma süresi uzar
- Bağırsaklarda 1-2 hafta ile 1-2 ay arasında ülserleşme şekillenir

# *Vaskuler sistem*

- Kalp ve büyük damarlar dayanıklı, kapiller damarlar duyarlıdır
- Kapiller damarlarda endotel şişer, permeabilite artar

# *Kemikler*

- Büyümeyen kısımlar dayanıklıdır
- Doz yüksek ise kıkırdak hücreleri ve osteoblastlar dejenere olur
- Dişler gelişmelerini tamamlamışlarsa dayanıklıdırlar

# *Deri*

- Germinal tabaka duyarlıdır
- 1000 rad kuru, 2000 rad ıslak skuamöz dökülme, 5000 rad akut nekroz yapar

## *Saçlar ve kıllar*

- Kıl follikülleri duyarlıdır
- 1 ayda beyazlaşma olur



# *Sinir sistemi*

- Sinir sistemi genellikle dayanıklıdır
- Davranış bozuklukları görülür
- Öğrenmede olumsuz etkiler göze çarpar

# *Gözler*

- Konjunktivit ve katarakt şekillenir
- Kornea dayanıklıdır

## *Böbrek ve boşaltım sistemi*

Damarlardaki harabiyet sonucu ekskresyon bozuklukları oluşur

# Radyoizotoplardan yararlanma

- Radyoizotop ve kontrollü radyasyon, sağlık bilimlerinde, endüstriyel uygulamalarda, tarımda ve hidrolojide kullanım alanı bulur
- Tıbbi malzemelerin sterilizasyonu, yiyeceklerin korunması vb.
- Radyasyonla gerçekleştirilen tıbbi teşhis ve tedavi insanların ve hayvanların yapay radyasyon kaynaklarına maruz kalmasına neden olmakla birlikte insan ve hayvan sağlığına sağladığı yararlar da söz konusudur

# Radyoizotoplardan yararlanma

- Metabolizmanın izlenmesi (kalsiyumun kemiklerde birikimi vb)
- Tiroid fonksiyonlarının incelenmesi ( $T_3$  ve  $T_4$  ölçümleri)
- Tüm vücut sayımı
- Ette bulunan yağ yüzdesinin tespiti
- Direkt izotop sulandırma tekniği
- Çift izotop sulandırma tekniği
- Diferansiyal absorpsiyon tekniği

# Radyoizotoplardan yararlanma

- Radyoimmunoassay ve benzeri yöntemler hormon, enzim, ilaç ve birtakım maddelerin ölçümlerinde kullanılır
- Organizmada Fe'in değişimi, dokulardaki dağılımı radyoizotoplarla belirlenir. Fe-59 radyoizotopundan, hematolojide Fe metabolizmasının incelenmesinde faydalanılır

# Radyoizotoplardan yararlanma

- Tiroid bezinin I elementini bünyesinde yüksek oranda toplaması nedeniyle hipertiroidinin ve tiroid kanserinin tedavisinde radyoaktif I kullanılır
- **I-131**'in yarılanma süresi: 8.05 gün
- **I-125**'in yarılanma süresi: 60.2 gün
- Gastrointestinal hastalıkların incelenmesinde **I-131** ile işaretlenmiş yağlar ve proteinler kullanılır

## Radyoizotoplardan yararlanma

- $^{24}\text{Na}$  kan ve ekstraselüler sıvı hacmi tayininde kullanılır
- Anemilerin ayırt edilmesinde ve kronik gastrointestinal kanamaların miktarının ve yerinin belirlenmesinde **Cr-51** ile işaretlenen eritrositlerden yararlanılır



# Radyoizotoplardan yararlanma

Radyoizotoplar, organların şekillerinin, büyüklüklerinin, doku yoğunluğunun incelenmesinde kullanılır

Karaciğer sintigrafisi için: **Au-198 (altın)**, **Tc-99 (teknesyum )** ve **I-131 (iyot)**

Pankreas sintigrafisi için: **Se-75 (selenyum)**

kullanılır

# Radyoizotoplardan yararlanma

- Radyasyon belirli tipteki kanserlerin tedavisinde kullanılır
- Tümörlü dokuların radyasyona tabi tutulması ile tümörlerin büyümesi baskılanmaktadır
- Radyoizotoplardan, beyin, kalp, akciğer, karaciğer, böbrek vb. organların durum ve fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yararlanır