



FİZ0424 PARÇACIK FİZİĞİ

*Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
2. Hafta*

AYSUHAN OZANSOY

İçerik

1. Parçacıklarla ilgili bilgileri nereden alıyoruz?
2. Parçacık Fiziğinin Tarihsel Gelişimi

NOT: Bu bölüme ön hazırlık olarak , " Introduction to Elementary Particles" (D. Griffiths) kitabının 1. Bölümü dikkatlice okunmalıdır.

1. Parçacıklarla ilgili bilgileri nereden alıyoruz ?

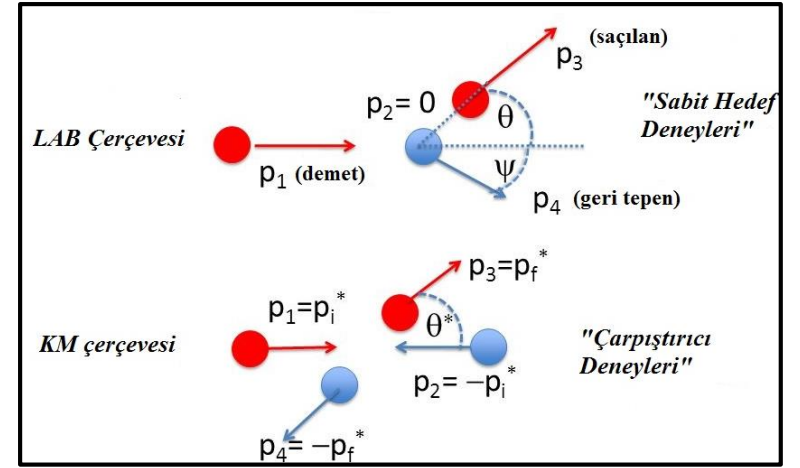
A. Saçılma: Bir parçacığı diğeri ile çarpıştırıp saçılma açısını incelemek

Tesir kesiti (σ); etkileşmenin gerçekleşme olasılığının bir ölçüsü

$$\sigma: [L]^2$$

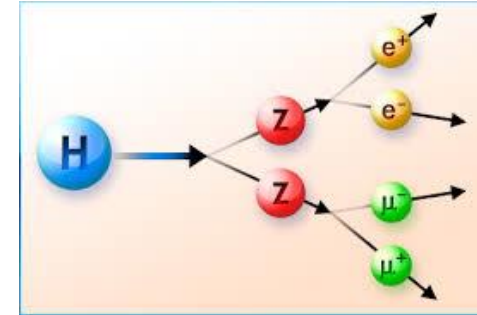
$$\sigma: \text{barn} \quad 1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$$

(Şekil; <http://slideplayer.com/slide/10446767/>)

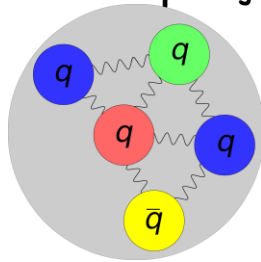


B. Bozunma: Kararsız bir parçacığın 2 ya da daha fazla parçacığa ayrılması Bozunma Genişliği (Γ)

$$\Gamma: \text{GeV (Enerji)} \quad \Gamma = 1 / \tau \quad (\hbar = c = 1 \text{ birim sisteminde})$$



C. Bağlı durumlar: İki ya da daha fazla parçacığın bir araya gelerek kompozit bir yapı oluşturması



2. Parçacık Fiziğinin Tarihsel Gelişimi:



Madde nelerden yapıldı ve onu bir arada tutan ne?
Neden bazı maddeler benzer özellik gösteriyor?



• Temel yapı taşları olmalı...!

Bu "daha küçük parçalara bölme" işlemi nerede durur?

" Temel parçacık " ne demektir?

→ Temel parçacık, bir iç yapısı olmayan yani daha küçük bileşenlerden oluşmayan parçacık demektir.



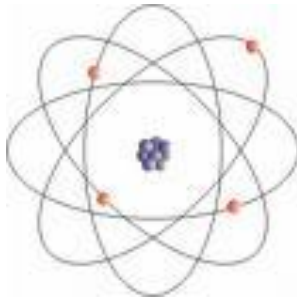
Yunan düşünür Empedocles (492–432 B.C.) ilk olarak temel elementleri hava, su, ateş ve toprak olarak sınıflandırmıştır.



→ Geçmişte farklı zamanlarda **atom**, **çekirdek** ve **nükleonlar (proton ve nötron)** temel parçacık olarak düşünülmüştür

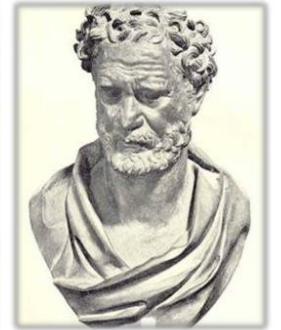
→ Atom fikri: Democritus (M.Ö 460-M.Ö 370)

"Temel" yapı taşlarına **bölünemeyen anlamında "atom"** dedi.



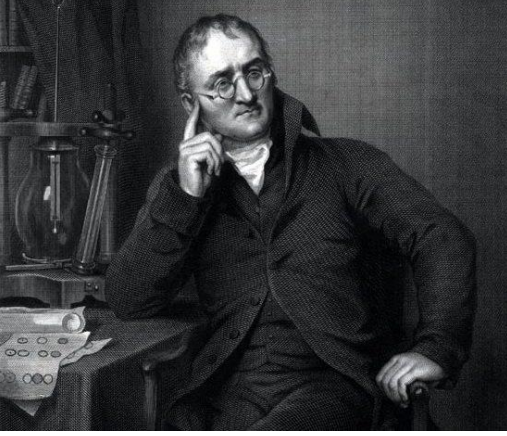
Leucippus

Democritus



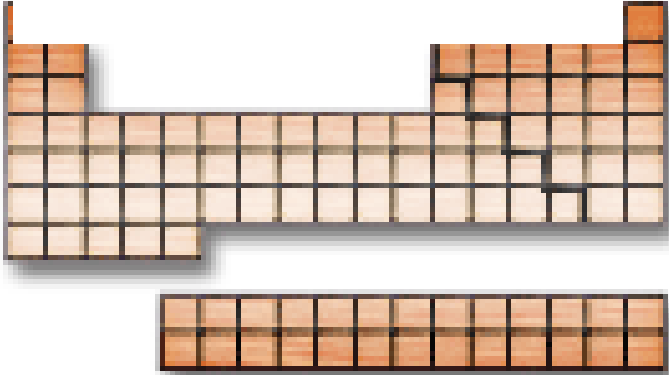
"...gerçekte atomlar ve boşluk vardır." (Democritus)

Atom Gerçekten temel miydi?



- **Dalton atom modeli (1808)** Bütün maddeler atomlardan oluşmuştur, atomlar bölünemez, içi dolu sert kürelerdir.

Periyodik Tablo



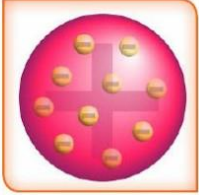
- **Dmitri Mendeleev (1870'ler)** Benzer kimyasal özellik gösteren atomları, gruplar halinde sınıflandırdı. Bu, atomun daha temel yapı taşlarından oluştuğunun göstergesiydi.

→ **J. J. Thomson (1897)** Atomun içinde daha hafif bir şeylerin olduğu anlaşıldı.

(Thomson' un e/m oranı deneyi, **Elektronun keşfi** → Parçacık fiziğinin başlangıcı)

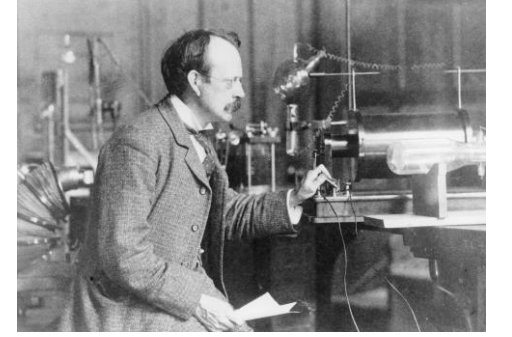
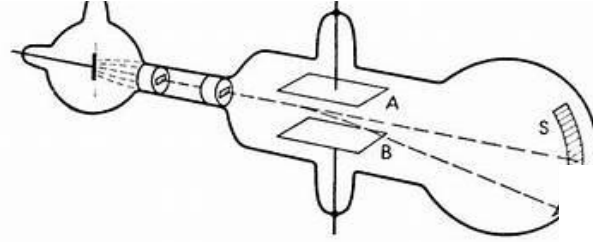


Üzümlü kek

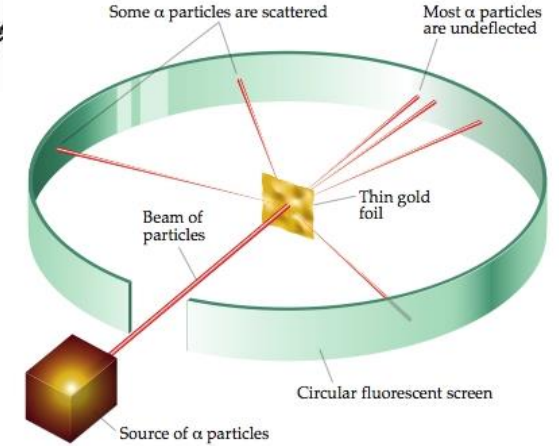


Thomson Atom Modeli

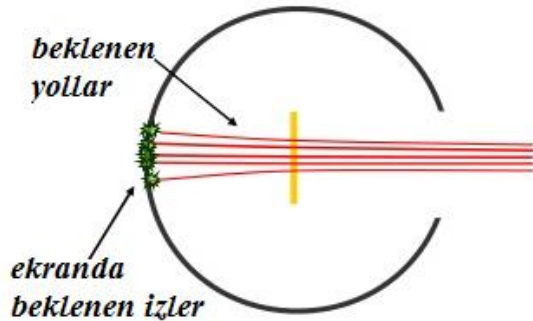
Elektron kelimesi kimyacı G.J. Stoney tarafından kullanılmıştır.



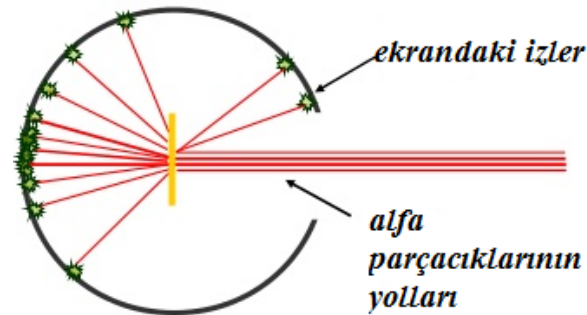
→ **E. Rutherford ve ekibi (1911)** Atomun merkezinde daha küçük bir hacimde, daha ağır bir şeyin olduğu sonucuna varıldı. (**Çekirdeğin keşfi**)



Tahmin edilen sonuç



Gözlenen sonuç

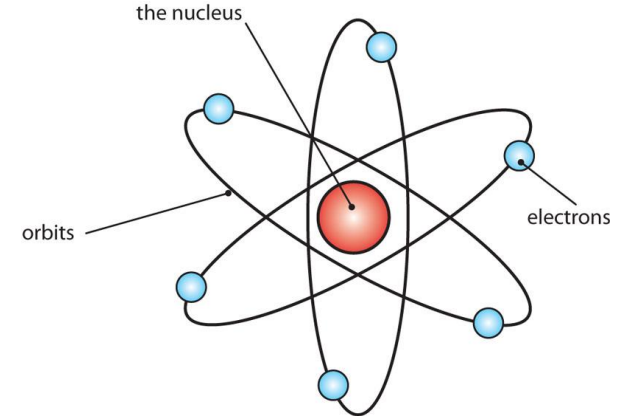


→ Bu deneylerin sonuçlarına göre atom temel bir parçacık değildi...!

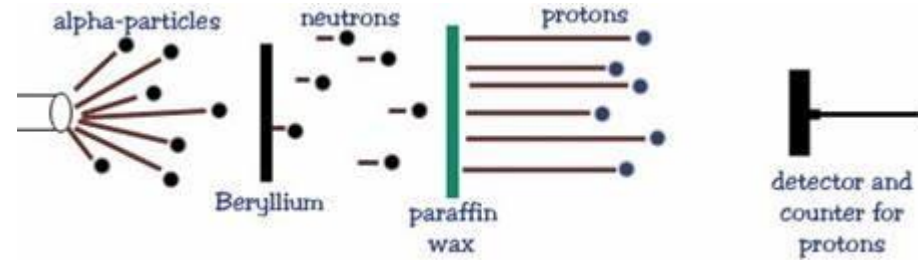
❖ Bütün atomlar, elektronların ve çekirdeğin bir kombinasyonu olarak açıklandı.

→ Çekirdek gerçekten temel miydi?

■ 1919-1920 protonun keşfi (Rutherford)



■ 1932 nötronun keşfi (Chadwick)



❖ Bütün çekirdekler nötronların ve protonların (nükleonların) bir kombinasyonu olarak açıklandı.



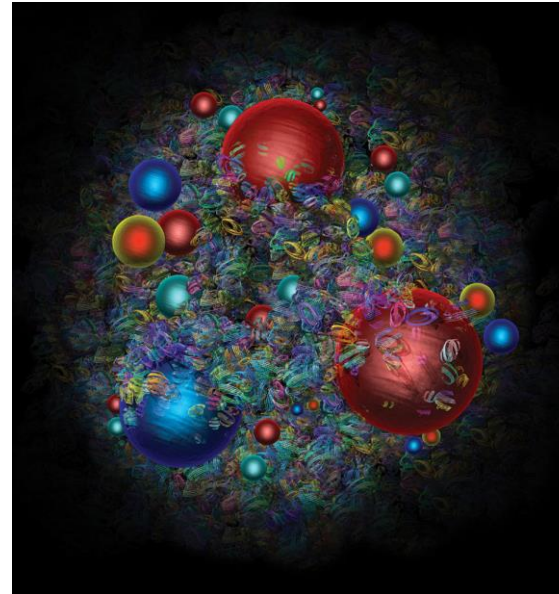
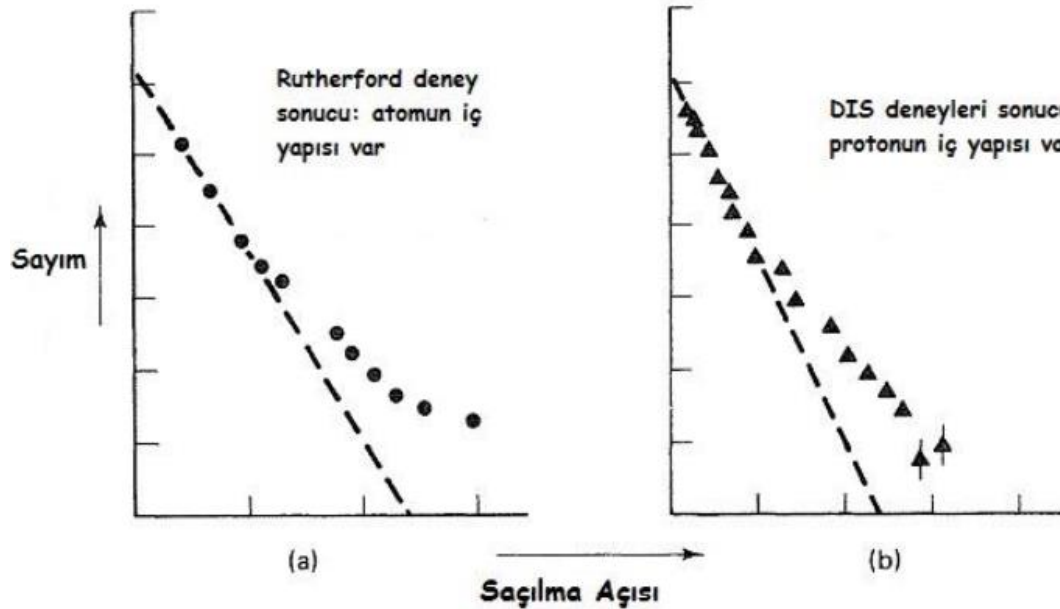
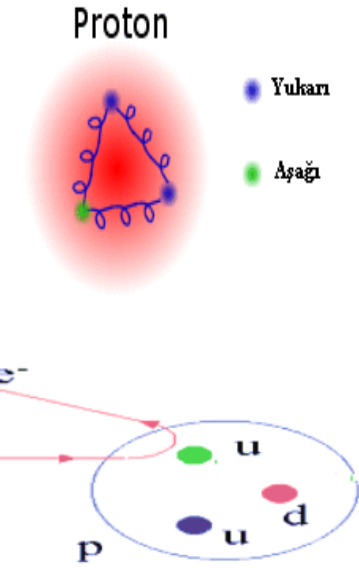
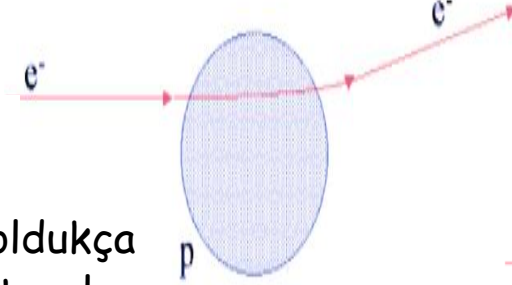
Chadwick (the discoverer of the neutron) was a student of Rutherford (discoverer of the proton) who was the student of Thomson (the discoverer of the electron).

→ Nükleonlar temel miydi?

■ **Protonlar kuarkların** bir kombinasyonu olarak açıklanmıştır (DIS: Deep Inelastic Scattering) deneyleri, SLAC, 1960' ların sonu)

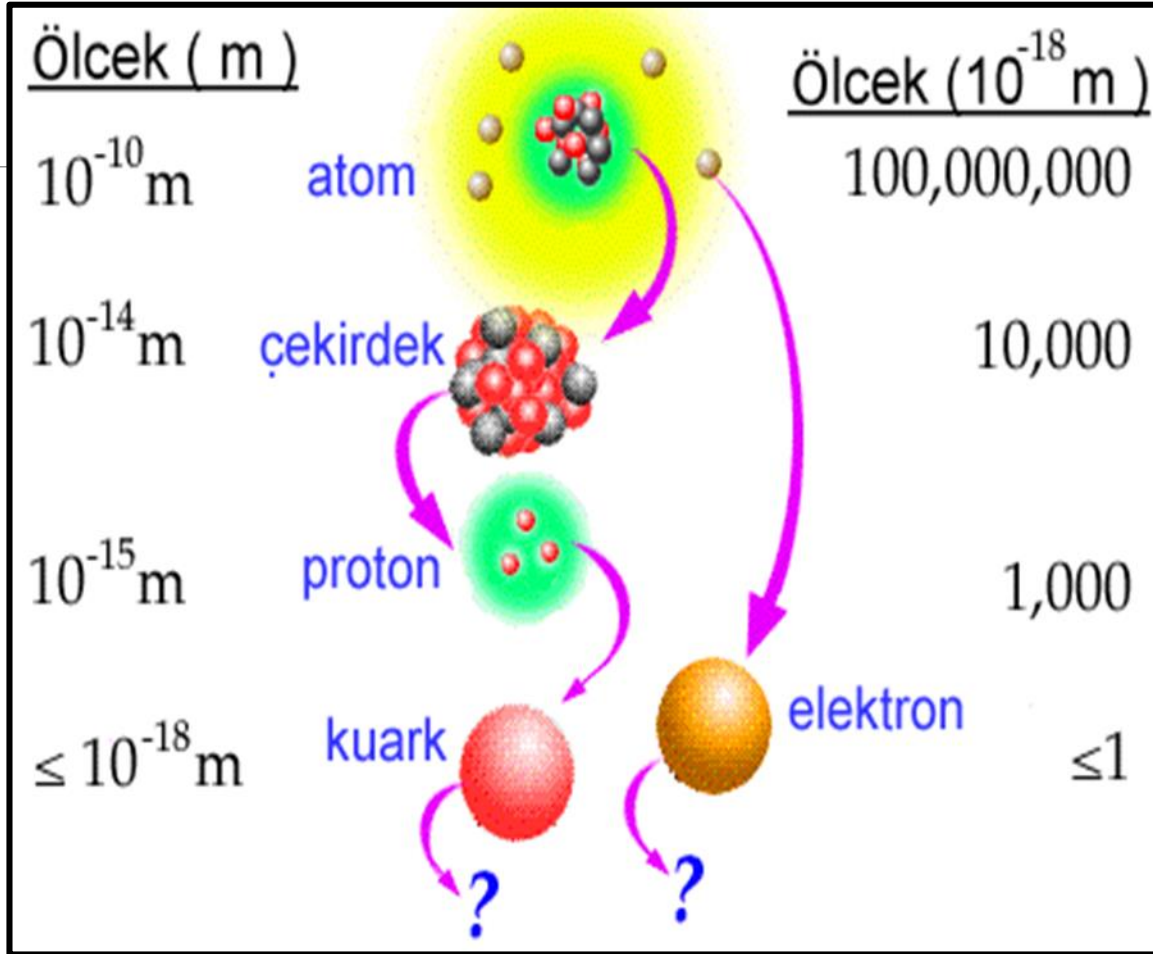
Eğer proton iç yapısız ise saçılma şu şekilde olmalıydı:

Ancak sonuçlar Rutherford deneyindeki sonuçlar ile oldukça benzerdi. Protonun bir iç yapısı varsa yüksek enerjili elektronlar proton içindeki yüklü parçacıklar ile etkileşmeliydi.



DIS deneylerinin sonuçlarına göre, protonun momentumunun yarısının «yüksüz» bileşenlerden oluştuğu anlaşılıyor. → gluonlar

Proton içindeki kuark ve gluon kargaşasını anlatan bir resim.



Foton

- Siyah Cisim Işıması (M. Planck, 1900)

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

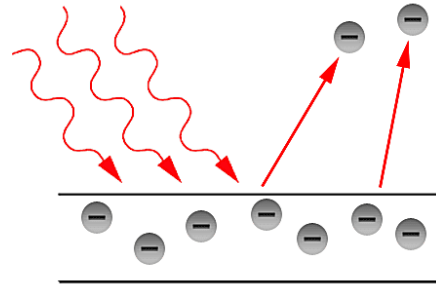
Enerji Planck Sabiti frekans

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$
$$= 4.136 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

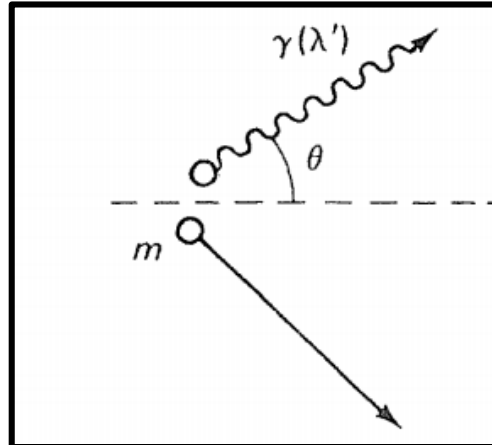
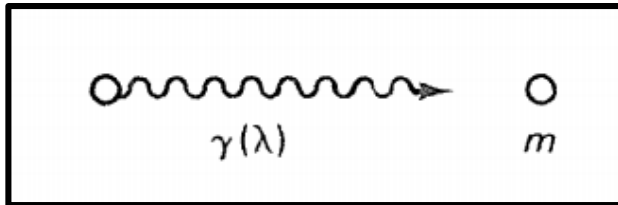
$$1 \text{ J} = 6.242 \times 10^{18} \text{ eV}$$

- Fotoelektrik Etki (A. Einstein, 1905)



$$K_{\text{maks}} = h\nu - \phi$$

- Compton Olayı (A. Compton, 1923)





$$\lambda' = \lambda + \lambda_c(1 - \cos \theta)$$

$$\lambda_c = h/mc$$

SM çerçevesinde Temel Parçacıklar

→ Kuarklar ve leptonlar 3 aile olarak karşımıza çıkarlar. Bu parçacıklar spinleri $1/2$ dir ve fermiyondurlar. Gluon, foton, W ve Z bozonları spinleri 1 'dir ve aracı parçacıklardır. Higgs bozonu ise spini sıfır olan bir parçacıktır ve kütle kazandırmaktan sorumludur.

| K U A R K L A R | 1. Aile | | | 2. Aile | | | 3. Aile | | | A Y A R B O Z O L A R I | | |
|--------------------------------------|--|---|---|--|--|---|---|--|---|--|--|--|
| | UP | DOWN | LEPTON | CHARM | STRANGE | MUON | TOP | BOTTOM | TAU | | | |
| | <p>Kütle $2,3 \text{ MeV}/c^2$ Yük $2/3$ Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $4,8 \text{ MeV}/c^2$ Yük $-1/3$ Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $0,511 \text{ MeV}/c^2$ Yük -1 Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $1,275 \text{ GeV}/c^2$ Yük $2/3$ Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $95 \text{ MeV}/c^2$ Yük $-1/3$ Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $105,7 \text{ MeV}/c^2$ Yük -1 Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $173,07 \text{ GeV}/c^2$ Yük $2/3$ Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $4,18 \text{ GeV}/c^2$ Yük $-1/3$ Spin $1/2$</p>  | <p>Kütle $1,777 \text{ GeV}/c^2$ Yük -1 Spin $1/2$</p>  | | | |
| | LEPTONLAR | | | BOZONLAR | | | | | | | | |
| | | | | PHOTON | | | Z BOSON | | | W BOSON | | |
| | | | | GLUON | | | HIGGS BOSON | | | | | |
| | | | | Y | | | Z | | | W | | |
| | | | | g | | | H | | | | | |

1. Aile

2. Aile

3. Aile

Kaynaklar:

1. "Introduction to Elementary Particles" , D. Griffiths, Wiley, 2nd revised edition, 2013.
(Türkçe' ye çevirisi mevcut, Temel Parçacıklara Giriş, Çeviri Editörü. G. Önengüt, Nobel Akademik Yayıncılık, 2015)
2. "Particle Physics", B.R. Martin and G. Shaw, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2008. (ilk baskı, 1992)
3. "Introduction to High Energy Physics", D. H. Perkins, 4th edition, Cambridge Univ. Press, 2000. (İlk baskı 1972)
4. "Quarks and Leptons-An Introductory Course on Modern Particle Physics" , F. Halzen and A. D. Martin, John Wiley & Sons, 1984.
5. "Introduction to Nuclear and Particle Physics", A. Das and T. Ferbel, World Scientific, 2nd edition, 2006.
6. "The Particle Hunters", Y. Ne'eman and Y.Kirsh, Cambridge University Press, 2nd edition, 1996 (İlk baskı 1983)