



# FİZ0424 PARÇACIK FİZİĞİ

*Ankara Üniversitesi  
Fen Fakültesi Fizik Bölümü  
1. Hafta*

---

AYSUHAN OZANSOY

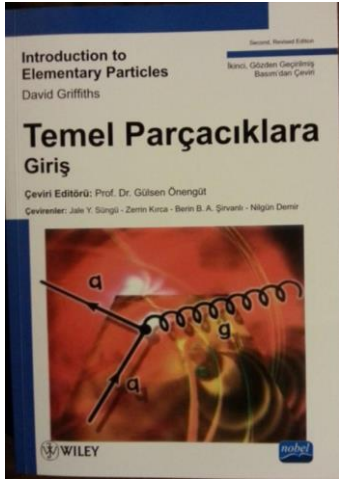
# İçerik

---

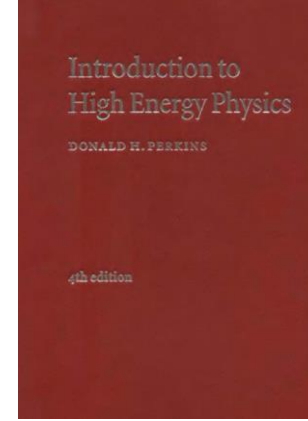
1. Yararlı kaynaklar
2. Parçacık Fiziği nedir?
2. Doğal Birim Sistemi

# 1. Yararlı kaynaklar

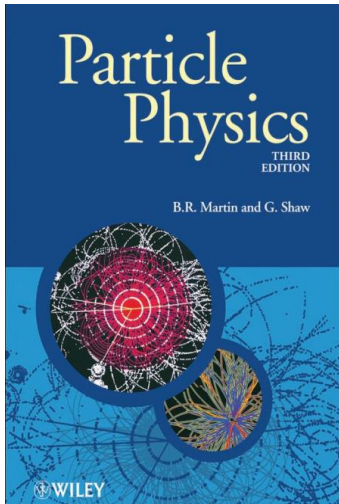
➔ Parçacık Fiziği ile ilgili temel birkaç kaynak:



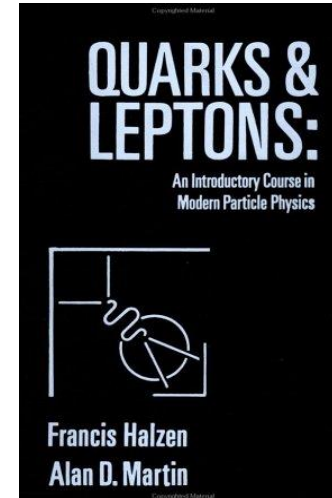
- "Introduction to Elementary Particles" , D. Griffiths, Wiley, 2nd revised edition, 2013. (Türkçe' ye çevirisi mevcut, Temel Parçacıklara Giriş, Çeviri Editörü. G. Önengüt, Nobel Akademik Yayıncılık, 2015)



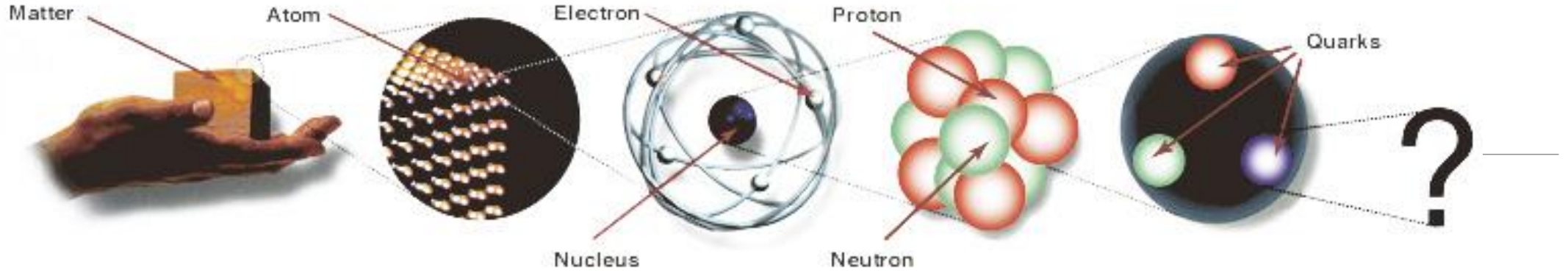
- "Introduction to High Energy Physics", D. H. Perkins, 4th edition, Cambridge Univ. Press, 2000. (İlk baskı 1972)



- "Particle Physics", B.R. Martin and G. Shaw, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2008. (ilk baskı, 1992)



- "Quarks and Leptons-An Introductory Course on Modern Particle Physics" , F. Halzen and A. D. Martin, John Wiley & Sons, 1984.

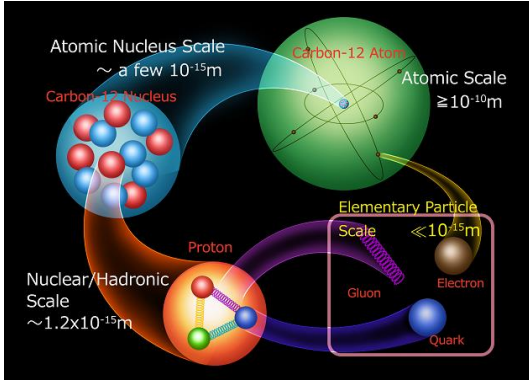


*Maddenin en küçük ögesi bulunmadan insan evreni asla anlayamaz.*

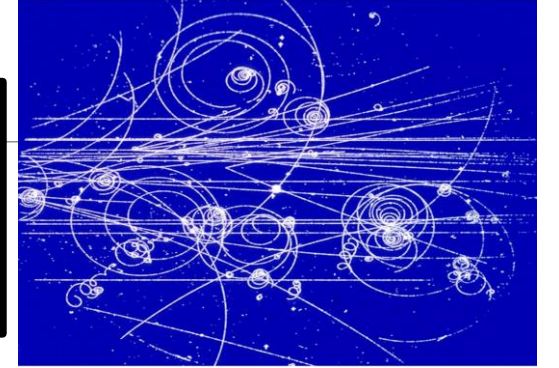
*Plato*

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

## 2. Parçacık Fiziği (Yüksek Enerji Fiziği) Nedir?



«Parçacık fiziği, yüzlerce yıllık Doğa kanunlarını anlama çabasının modern bir ismidir.» (E. Witten)



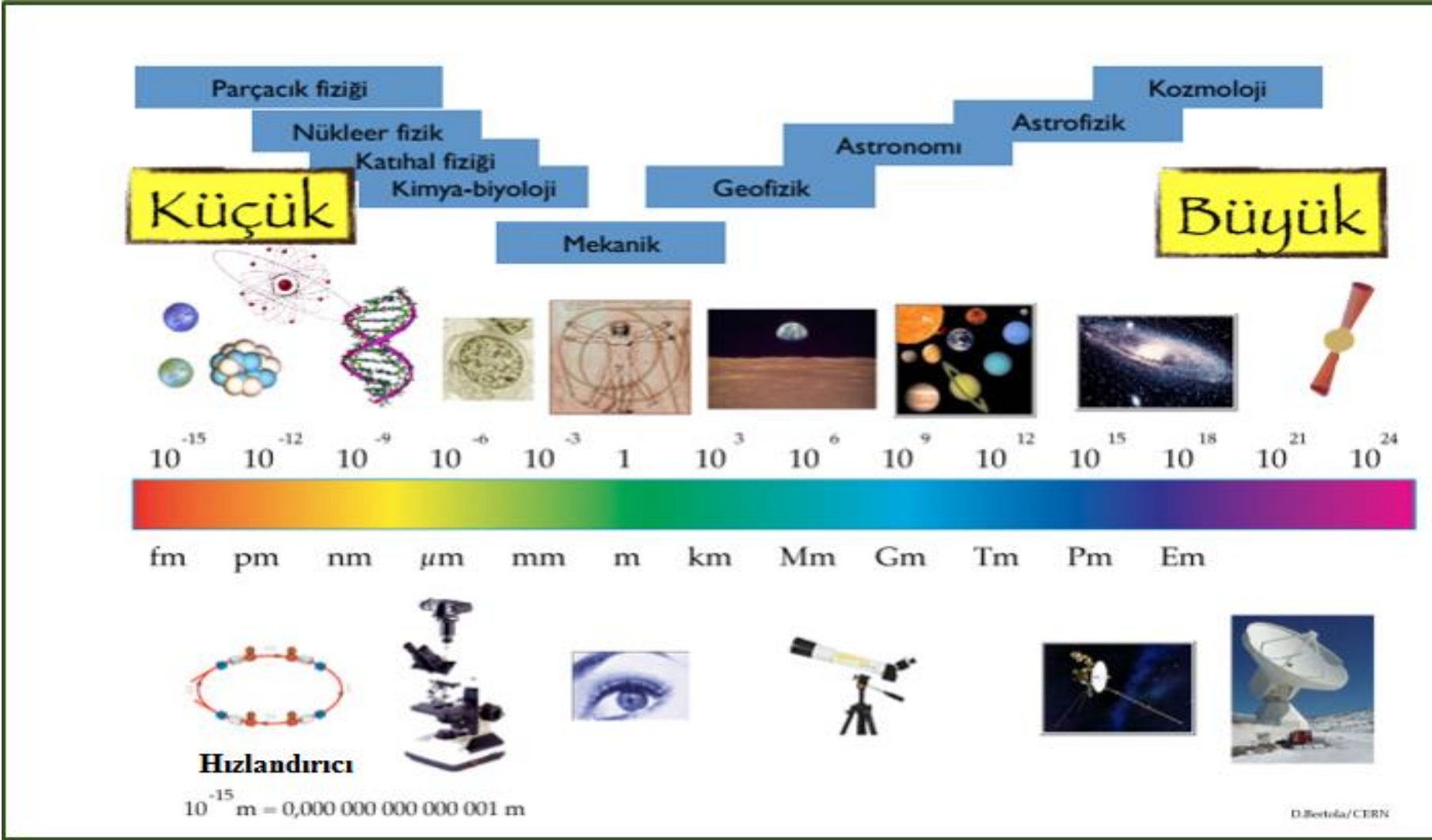
- Parçacık fiziği en temel düzeyde maddenin yapı taşlarının neler olduğunu ve bu temel yapı taşlarının birbirleri ile nasıl etkileştiklerini (temel etkileşimleri) anlamaya çalışır.
- Maddenin temel yapı taşlarını ve özelliklerini bilmek sadece küçük maddelerle ilgili değil, galaksilerin ve evrenin nasıl oluştuğu, onların nasıl geliştiği hakkında da bilgi verir.
- Parçacık fiziğinin **Standart Modeli (SM)**, temel parçacıkları ve onlar arasındaki güçlü, elektromanyetik ve zayıf etkileşimleri açıklayan bir modeldir. (Kütle çekimi dahil değil)
- **SM**,  $SU(3)_c \times SU(2)_L \times U(1)_Y$  ayar grubu ile ifade edilen yerel (lokal) bir ayar teorisidir. Temel etkileşimler, yerel ayar değişmezliği ilkesinden elde edilir.

→ Belirsizlik ilkesine dayanan bir gerçek: **küçük uzaklıklar büyük momentumlara karşılık gelir.**

→ Dolayısıyla ne kadar yüksek enerjilere ulaşırsak o kadar küçük parçacıkları görebiliriz.

→ Temel yapı taşlarının neler olduğunu anlama çalışmalarının temelini günümüzde modern parçacık **hızlandırıcıları ve detektörleri (algıçları)** oluşturuyor.

→ Parçacık hızlandırıcılarında, parçacıkları yüksek enerjilere çıkarıp, bu parçacıkları çarpıştırarak maddenin temel yapıtaşları ile ilgili bilgiler elde edebiliriz.



**Yüksek demet enerjisi → Daha kısa dalgaboyu → Daha iyi çözünürlük**



Newton Hareket Yasalarının geçerli olmadığı ışık hızına ( $c$ 'ye) yakın hızlardaki hareketi anlamak için "**Görelilik Teorisi**" ne ve atomik ölçekteki hareketi anlamak için de "**Kuantum Mekanik**" ne ihtiyaç vardır.

*Küçük boyutlar (atom ve atom altı ölçek)*

Klasik Mekanik	Kuantum Mekanik
Görelilik Mekanik	Kuantum Alan Teorisi



Temel parçacık fiziği, doğal olarak kuantum alan teorisinin bir konusudur. Atomaltı dünyadaki etkileşimleri anlatan bir teori olarak kuantum alan teorisinin başarısı, «**Standart Model**» olarak şekil bulmuştur.

### 3. Doğal Birim Sistemi

→ **Elektron volt (eV):** Bir elektronun 1 Volt' luk bir potansiyel fark altında kazandığı enerjiye denir.

- Saniyede 1 adım atan  $m=60$  kg kütleli bir kişinin kinetik enerjisi ( $K=1/2 mv^2$ ) yaklaşık olarak  $K \sim 20$  J

$$K=20 \text{ J} = 1,25 \times 10^{20} \text{ eV} = 1,25 \times 10^8 \text{ TeV}$$

- LHC' de proton demetinin enerjisi  $E_p = 6,5$  TeV



→ SI birim sistemi günlük hayattaki cisimler için uygundur ancak parçacık fiziği için oldukça büyük birimlerdir.

Çalışma Alanı	Atom ve Molekül Fiziği	Nükleer Fizik	Parçacık Fiziği
Tipik Enerji Ölçeği	eV- keV	MeV	GeV - TeV...

Yüksek enerji fiziği



SI birim sisteminde 3 temel boyut:

Fiziksel Nicelik	Simge	Birim	Birim için kısaltma
Uzunluk	[L]	metre	m
Kütle	[M]	kilogram	kg
Zaman	[T]	saniye	s

## Doğal Birim Sistemi

$$\hbar : J.s \quad c : m/s$$

$$\hbar = c = 1$$

- $c = 1 \Rightarrow [hız] = sayı$

$$\Rightarrow [uzunluk] = [zaman]$$

- $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \Rightarrow E^2 = p^2 + m^2$

$$\Rightarrow [Enerji] = [Kütle] = [Momentum]$$

- $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

$$\hbar = 1 \Rightarrow [Enerji] = [Zaman]^{-1} = [Uzunluk]^{-1} = [Kütle]$$

$$\hbar = 1.054571726 \times 10^{-34} \text{ J.s} = 6.58211928 \times 10^{-22} \text{ MeV.s}$$

$$c = 2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$



Tüm fiziksel boyutlar [uzunluk] ya da buna eşdeğer olarak [kütle]<sup>-1</sup> cinsinden ifade edilebilir.

$$\hbar = c = 1$$



$\hbar c = 1$  ve  $(\hbar c)^2 = 1$  yazarak dönüştürme yapılır:

Dönüşüm Faktörü	$\hbar = c = 1$ birim sistemi	Gerçek boyut
$1 \text{ kg} = 5.61 \times 10^{26} \text{ GeV}$	GeV	$\frac{\text{GeV}}{c^2}$
$1 \text{ m} = 5.07 \times 10^{15} \text{ GeV}^{-1}$	$\text{GeV}^{-1}$	$\frac{\hbar c}{\text{GeV}}$
$1 \text{ sec} = 1.52 \times 10^{24} \text{ GeV}^{-1}$	$\text{GeV}^{-1}$	$\frac{\hbar}{\text{GeV}}$
$e = \sqrt{4\pi\alpha}$	—	$(\hbar c)^{1/2}$

Tablolar Halzen&Martin  
«Quarks and Leptons» tan  
alınarak düzenlenmiştir.

$$1 \text{ TeV} = 10^3 \text{ GeV} = 10^6 \text{ MeV} = 10^9 \text{ KeV} = 10^{12} \text{ eV}$$

$$1 \text{ fermi} \equiv 1 \text{ F} = 10^{-13} \text{ cm} = 5.07 \text{ GeV}^{-1}$$

$$(1 \text{ F})^2 = 10 \text{ mb} = 10^4 \mu\text{b} = 10^7 \text{ nb} = 10^{10} \text{ pb}$$

$$(1 \text{ GeV})^{-2} = 0.389 \text{ mb}$$

## 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)