



# FİZİK101

## BÖLÜM 1 : FİZİK VE ÖLÇME

## **Ders kaynakları:**

- 1. Serway Fizik I, Türkçesi (Farklı Baskılar).**
- 2. Temel Fizik I, Türkçesi.**
- 3. Mühendisler ve Fen Bilimciler İçin FİZİK, Yusuf Şahin, Muhammed Yıldırım. 2. Baskı, 2019.**
- 4. Üniversiteler İçin Fizik, Bekir Karaoğlu, 3. Baskı, 2015.**

# ÖĞRENİM KONULARI

- Bir fiziksel niceliğin ölçülmesi.
- Birimler, birim sistemleri.
- Mekanikte temel birimler.
- Birim dönüşümleri.
- Yoğunluk, boyut analizi.
- Ölçümlerdeki duyarlılık.

## 1.1. Temel Birimler ve Standartlar

Fizik deneysel bir bilimdir, deneyler ölçüm gerektirir ve ölçümlerin sonuçları genellikle sayısal olarak ifade edilirler. Bir fiziksel olayı nicel olarak tanımlayan rakamsal değerlere **fiziksel nicelik** denir. Örneğin bizi tanımlayan iki fiziksel nicelik boyumuz ve kilomuz olabilir. Bazı (temel) fiziksel büyüklükler direk ölçülürken (cetvelle ölçtüğümüz mesafe gibi), bazı fiziksel büyüklüklerde diğer büyüklüklerden faydalanılarak dolaylı olarak ölçülürler ( $\text{hız} = \text{mesafe} / \text{zaman}$  gibi).

Bir büyüklük ölçülürken, onu mutlaka referans alınan bir standarda göre yazarız. Bir Porsche otomobilin boyu 4,61 metredir derken, onun 1 metre olarak tanımlanan metre çubuğunun 4,61 katı uzunluğunda olduğunu ifade ederiz. Böylesi standartlar **büyük­lük birimi** olarak tanımlanır. Bir fiziksel büyüklük ifade edilirken yazılan sayının yanına mutlaka o fiziksel büyüklüğün birimini de yazmalıyız. Yani sadece 4,61 hiçbir şey ifade etmez. Tüm bilimlerin kullandığı birim sistemi 1960'da kabul edilen Uluslar arası Sistem olan Metrik Sistem dir.

## 1.1. Temel Birimler ve Standartlar

1971 yılında düzenlenen 14. Ağırlık ve Ölçme Genel Konferansı sonucu 7 temel nicelik seçilmiştir. Bu niceliklerin isimleri sırasıyla;

**uzunluk,  
kütle,  
zaman,  
elektrik akımı,  
termodinamik sıcaklık,  
madde miktarı ölçüsü ve,  
ışık şiddetidir.**

	SI temel birimi	
Temel Nicelik	İsim	Sembol
Uzunluk	metre	m
Kütle	kilogram	kg
Zaman	saniye	s
Elektrik akımı	amper	A
Termodinamik sıcaklık	kelvin	K
Madde miktarı	mole	mol
Işık şiddeti	kandela	cd

# 1.1. Temel Birimler ve Standartlar

**Uzunluk:** Metre, m: Işığın vakumda saniyenin  $1/299792458$  oranında katettiği yolun uzunluğuna 1 metre denir. Bu ışık hızının tam olarak  $299792458$  m/s olmasından ileri gelir.

**Kütle:** Kilogram, kg: Kütlenin birimidir ve uluslararası kilogram ölçüsünün prototipine eşittir. Bu platin-iridyum silindir prototip daima tam olarak 1 kg'dır.

**Zaman:** Saniye, s: Cs-133 atomunun çok ince enerji düzeylerindeki geçişe tekabül eden radyasyonun  $9192631770$  periyodunun geçmesi için geçen süreye saniye denir. Bu geçişler tam olarak  $9192631770$  Hz frekansta olmaktadır.

**Elektrik Akımı:** Amper, A: Sonsuz uzunluktaki ve vakumda 1 metre aralıkla yerleştirilmiş iki paralel düz iletkenlerden geçen akımın  $2 \times 10^{-7}$  Newton/m miktarında oluşturduğu sabit akıma Amper denir.

**Termodinamik Sıcaklık:** Kelvin, K: Suyun üç halinde bulunduğu noktadaki termodinamik sıcaklığın  $1/273.16$  kesrine kelvin denir.



**Madde Miktarı:** Mol, mol:

- 1.) 1 mol, 12 gram  $^{12}\text{C}$  atomunun içereceği kadar temel tanecik içeren maddenin ölçüsüdür.
- 2.) Mol kavramı kullanıldığı zaman temel taneciğin türü açıkça belirtilmelidir. Bunlar atom, molekül, iyon, veya elektronlar olabilir. Bu karbon 12'nin mol kütlelerinin 12 g/mol olması demektir.

**Işık Şiddeti:** Kandela, cd: Tek tip ışık yayan, frekansı  $540 \times 10^{12}$  olan ve bu yöndeki ışıma şiddeti  $1/683$  watt/steradian ışık şiddetinin verilen bir doğrultudaki ölçüsüne Kandela denir.

# 1.1. Temel Birimler ve Standartlar



MLT

Cisimler	Kütle (kg)
Samanyolu Galaksisi	$7 \cdot 10^{41}$
Güneş	$2 \cdot 10^{30}$
Dünya	$6 \cdot 10^{24}$
Ay	$7 \cdot 10^{22}$
Köpek Balığı	$1 \cdot 10^3$
İnsan	$7 \cdot 10^1$
Kurbağa	$1 \cdot 10^{-1}$
Sivrisinek	$1 \cdot 10^{-5}$
Bakteri	$2 \cdot 10^{-15}$
Hidrojen atomu	$1,67 \cdot 10^{-27}$
Elektron	$9,11 \cdot 10^{-31}$

# 1.1. Temel Birimler ve Standartlar



## Bazı zaman büyüklükleri

## Zaman (s)

Evrenin yaşı

$5 \cdot 10^{17}$

Dünyanın yaşı

$1,3 \cdot 10^{17}$

Bir yıl

$3,2 \cdot 10^7$

Bir gün

$8,6 \cdot 10^4$

Duyulabilir ses dalg. periyodu

$1 \cdot 10^{-3}$

Tipik radyo dalg. periyodu

$1 \cdot 10^{-6}$

Görünür ışık dalg. periyodu

$1 \cdot 10^{-13}$

Katı yapıda atomun titre. periyodu

$2 \cdot 10^{-15}$

Nükleer çarpışmada geçen süre

$1 \cdot 10^{-22}$

Işığın protondan geçiş süresi

$3,3 \cdot 10^{-24}$



## 1.1. Temel Birimler ve Standartlar

Bazı uzunluklar	Uzunluk (m)
Bilinen en uzak kuasar	$1,4 \cdot 10^{26}$
En uzak normal galaksi	$4 \cdot 10^{25}$
En yakın galaksi	$2 \cdot 10^{22}$
Güneşe en yakın yıldız	$4 \cdot 10^{16}$
Bir ışık yılı	$9,46 \cdot 10^{15}$
Dünyanın ort. yörünge yarıçapı	$1,5 \cdot 10^{11}$
Dünya – Ay ort. Uzaklığı	$3,8 \cdot 10^8$
Tipik uyduların dünyadan uzaklığı	$2 \cdot 10^5$
Futbol sahasının uzunluğu	$9,1 \cdot 10^1$
Bir hücre boyutu	$1 \cdot 10^{-5}$
Hidrojen atomunun çapı	$1 \cdot 10^{-10}$
Atom çekirdeğinin çapı	$1 \cdot 10^{-14}$

## Birim Dönüştürme

Çoğu zaman fiziksel niceliklerin birimlerini değiştirmeye ihtiyaç duyarız. Bunu yapmak için, iki birim arasındaki dönüşüm faktörünü bilmemiz gerekir.

**Örnek:** Karayolu hız limiti olan 65 mil/saat' i m/s cinsinden ifade ediniz.

**Çözüm:** 1 mil = 1609 m ve 1 saat = 3600 s dir.

Bu durumda,

$$65 \frac{\text{mil}}{\text{saat}} = 65 \times \frac{1609 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 29 \text{ m/s}$$

## 1.2. Maddenin Yapı Taşları

-1/2q ve +2/3q

Quark composition of a proton

Proton

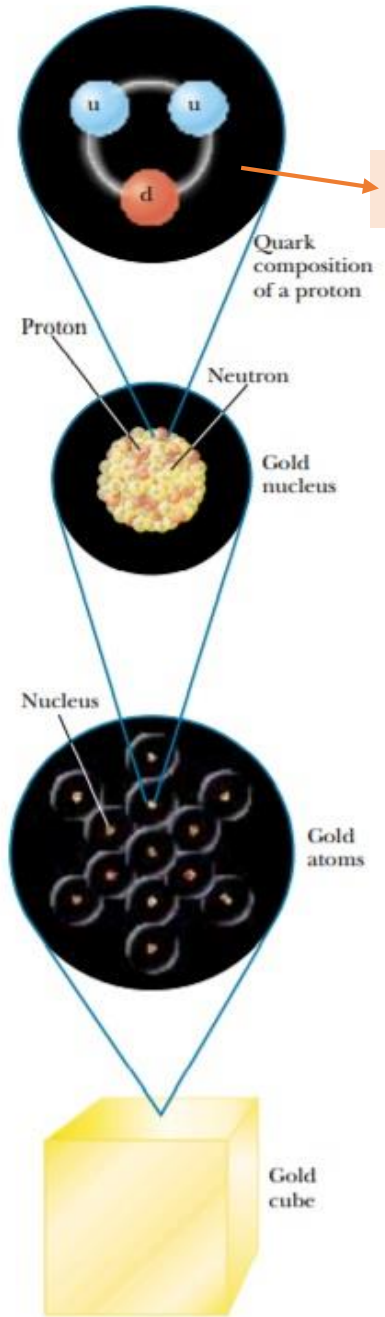
Neutron

Gold nucleus

Nucleus

Gold atoms

Gold cube



Modern atom kuramı atomu, merkezinde çekirdek ve onun etrafında dolanan eksi yüklü **elektron**lardan ibaret kabul eder. 1930 lardan sonra çekirdeğin iki temel parçacıktan oluştuğu belirlenmiştir; **proton** ve **nötron**.

Her element çekirdeğindeki pozitif yüklü proton sayısı ile ayırte edilir, ve bu sayıya **atom numarası** denir.

Atom numarasına ilaveten her atomu, çekirdekteki proton ve nötronların sayısının toplamı olan **kütle numarası** ile de karakterize ederiz.

Son olarak proton, nötron ve bazı parçacıklar, **quark** adı verilen altı çeşit atom altı parçacığın farklı birleşimlerinden oluştuğu bilinmektedir.

## 1.3. Yoğunluk

Herhangi bir maddenin temel özelliği olan yoğunluk  $\rho$  (rho) birim hacimdeki kütle olarak tanımlanır.

$$\rho = m/v \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

### Bazı maddelerin yoğunlukları:

Madde:	Yoğunluk(g/cm <sup>3</sup> )
Altın	19,3
Uranyum	18,7
Kurşun	11,3
Bakır	8,93
Demir	7,86
Alüminyum	2,70

Elementlerin yoğunlukları arasındaki farklar, kısmen atomik kütleleri arasındaki farklardan ileri gelir. *Atomik kütle*, elementin tüm izotopları dahil (izotop; atom numaraları aynı, kütle numaraları farklı yapılardır) bir atomun ortalama kütlesidir. Ve 1 atomik kütle birimi; u

$$1 \text{ u} = 1,660502 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

## 1.3. Yoğunluk

1 atomik kütle birimi (akb veya u)  $^{12}\text{C}$  (6 proton 6 nötron içerir) atomunun 1/12 si olarak tanımlanır. Yani ;

$$u = 1,6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Element	Atom ağırlığı (u veya akb)
$^{12}\text{C}$	12
$^{27}\text{Al}$	27
$^{82}\text{Pb}$	207

## 1.3. Yoğunluk

Herhangi bir elementin 1 molü Avogadro sayısı ( $N_A$ ) ( $6,02 \times 10^{23}$ ) tane atom içerir. Bu sayı bir mol C atomunun kütlesi 12 g olacak şekilde tanımlanmış ve bulunmuştur.

Mesela 1 mol Al 27 g ve 1 mol Pb 207 g olmasına rağmen ikisinin de 1 molları aynı sayıda atom içerir.

Herhangi bir elementin 1 molünde  $N_A$  kadar atom olduğundan atom başına kütle

$$m = \text{atom ağırlığı(g/mol)} / N_A (\text{atom/mol})$$

## ÖRNEK 1.1 Bir Küpte Kaç Atom Vardır?

Bir alüminyum kübün (yoğunluğu  $2,7 \text{ g/cm}^3$ ) hacmi  $0,2 \text{ cm}^3$ 'tür. Küpte kaç tane alüminyum atomu vardır?

**Çözüm** Yoğunluk, birim hacim başına kütleye eşit olduğuna göre kübün kütlesi,

$$m = \rho V = (2,7 \text{ g/cm}^3) (0,2 \text{ cm}^3) = 0,54 \text{ g} \quad \text{olur.}$$

Atom sayısı  $N$ 'yi bulmak için, bir mol alüminyumun ( $27 \text{ g}$ ),  $6,02 \times 10^{23}$  atom içerdiği gerçeğini kullanarak bir oran oluşturabiliriz:

$$\frac{N_A}{27 \text{ g}} = \frac{N}{0,54 \text{ g}}$$

$$\frac{6,02 \times 10^{23} \text{ atom}}{27 \text{ g}} = \frac{N}{0,54 \text{ g}}$$

$$N = \frac{(0,54 \text{ g}) (6,02 \times 10^{23} \text{ atom})}{27 \text{ g}} = 1,2 \times 10^{22} \text{ atom}$$

## 1.4. Boyut Analizi

- Boyut kelimesinin fizikte özel bir anlamı vardır. Bir niceliğin fiziksel doğasını gösterir. Mesela bir *mesafenin* fiziksel *doğasına*, uzunluk adını veririz.
- Bir fiziksel büyüklüğün boyutu [ ] parantezi ile gösterilir. Mesela uzunluk için [L], zaman için [T] ve kütle için [M] kullanılır.
- Fizik problemlerinde **boyut analizi** yapmak işlemin doğruluğunu test etmek için çok önemli bir yoldur.

System	Area (L <sup>2</sup> )	Volume (L <sup>3</sup> )	Speed (L/T)	Acceleration (L/T <sup>2</sup> )
SI	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m/s	m/s <sup>2</sup>
British engineering	ft <sup>2</sup>	ft <sup>3</sup>	ft/s	ft/s <sup>2</sup>



## ÖRNEK 1.2 Bir Eşitliğin Analizi

$v = at$  ifadesinin boyutsal olarak doğru olduğunu gösteriniz. Burada  $v$  hızı,  $a$  ivmeyi,  $t$  'de zamanı göstermektedir.

### Çözüm

$$[v] = \frac{L}{T}$$

yazılabilir. Aynı tablo ivmenin boyutunu  $L/T^2$  olarak verir.

Bu durumda  $at$  teriminin boyutu

$$[at] = \left( \frac{L}{T^2} \right) (T) = \frac{L}{T}$$

olur. O halde ifade boyutsal olarak doğrudur (ifade  $v = at^2$  olarak verilseydi, boyutsal olarak yanlış olacaktı. Bunu deneyerek görünüz.)

## ÖRNEK 1.3 Üstel Gösterimin Analizi

Düzgün  $v$  hızı ile  $r$  yarıçaplı bir dairede hareket eden parçacığın ivmesi,  $r^n$  ve  $v^m$  ile orantılı olduğu varsayılıyor.  $v$  ve  $r$ 'nin üslerini nasıl belirleyebiliriz?

**Çözüm**  $a$ 'yı

$$a = kr^n v^m$$

olarak alalım. Burada  $k$  boyutsuz bir orantı sabitidir.  $a$ ,  $r$  ve  $v$  nin boyutlarının bilinmesi halinde boyutsal eşitlik;

$$L/T^2 = L^n (L/T)^m = L^{n+m} / T^m$$

olmak zorundadır. Bu boyutsal eşitlik

$$n + m = 1 \quad \text{ve} \quad m = 2$$

koşulları altında dengededir. O halde,  $n = -1$  alınarak ivmeyi

$$a = kr^{-1} v^2 = k \frac{v^2}{r}$$

olarak yazabiliriz. Daha sonra düzgün dairesel hareketi tartışırken, uygun birim kullanıldığında  $k = 1$  olduğunu göreceğiz. Örneğin  $v$  km/saat (km/h) ise,  $a$  yı da  $m/s^2$  olarak bulmak isterseniz  $k$ , 1 e eşit olamaz.

## 1.5. Anlamlı Rakamlar

Bir fiziksel büyüklük ölçümünde, ölçülen değer ancak deneysel belirsizlikler içinde bilinebilir. Bu belirsizlikler, deneycinin yeteneği, alet kalitesi, ölçü sayısı gibi etmenlere bağlıdır.

**Örneğin;** kenar uzunlukları  $a$  ve  $b$  olan bir disketin alanını hesaplayalım. Ölçümümüz  $\pm 0,1$  doğrulukta (veya belirsizlik veya hassasiyette) olsun.

$a=5,5$  cm ölçülmüş ise, esasında  $a$  değeri  $5,4$  ile  $5,6$  arasındadır demeliyiz. Aynı şekilde  $b=6,4$  cm ölçülmüş ise esasında  $b$  değeri  $6,3$  ile  $6,5$  arasındadır demeliyiz. Bu durumda ölçüler **2 anlamlı rakam** sahiptir deriz. Disketin alanı,

$A=axb=5,5 \times 6,4=35,2$  cm<sup>2</sup> olur. Bu sonuç 3 anlamlı rakama sahiptir ve **yanlış** olur.

**KURAL:** Birkaç büyüklük çarpıldığında (veya bölündüğünde) elde edilen sonuçtaki anlamlı rakam sayısı, duyarlılığı **en az** (yani anlamlı rakam sayısı en az) olan çarpandaki anlamlı rakam sayısı ile aynıdır.

## 1.5. Anlamlı Rakamlar

O halde örneğimizdeki alan  $34 \text{ cm}^2$  ile  $36 \text{ cm}^2$  arasında demeliyiz.

- 0,03 veya 0,00075 sayılarında rakamdan önceki sıfırlar anlamlı değildir.
- Rakamdan sonraki sıfırlar; örneğin a cisminin kütlesi 1500 g ise bu değer belirsizdir. Çünkü sondaki sıfırların bilimsel anlamları belirtilmemiştir.
- **ANLAMLI RAKAM, GÜVENİRLİĞİ BİLİNER BASAMAKTIR.**
- Toplama ve çıkarma işlemlerinde, sonuçtaki ondalık basamak sayısı, toplamdaki terimlerden ondalık sayısı en küçük olanın basamak sayısı kadardır.

Örnek:  $123+5,35=128,35$  *değildir*. Sonuç: 128 dir.

## ÖRNEK 1.8 Bir Dikdörtgenin Alanı

Bir dikdörtgen levha  $(21,3 \pm 0,2)$  cm uzunluğa ve  $(9,80 \pm 0,10)$  cm genişliğe sahiptir. Levhanın alanı ve hesaplama-daki belirsizliği (ölçme hatası) bulunuz.

### Çözüm

$$\begin{aligned} \text{Alan} &= \ell w = (21,3 \pm 0,2) \text{ cm} \times (9,80 \pm 0,1) \text{ cm} \\ &\approx (21,3 \times 9,80 \pm 21,3 \times 0,1 \pm 9,80 \times 0,2) \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\approx (209 \pm 4) \text{ cm}^2$$

Giriş verilerinin sadece üç anlamlı rakam ile verildiğine dikkat edelim. Dolayısıyla sonucumuzun da daha fazla anlamlı rakam içermesini istemeyiz. 0,2 cm ve 0,1 cm belirsizliklerini niçin çarpmak ihtiyacı duymadığımızı görüyor musunuz?

## ÖRNEK 1.5 Bir Ömür Boyunca Nefes Sayısı

Ortalama bir insan ömrü boyunca alınan nefes sayısını tahmin ediniz.

**Çözüm** Ortalama ömrün yaklaşık 70 yıl olduğunu tahmin ederek işe başlayabiliriz. Yapılacak bir başka tahmin, kişinin bir dakikada ortalama ne kadar nefes aldığıdır. Bu sayı kişinin spor yapması, uyuması, kızgın olması, korkması, vb. durumlarda değişebilir. Seçilebilecek en yakın büyüklük mertebesi olarak, ortalama tahminimiz dakikada 10 nefes, olabilir. (Şüphesiz bu tahmin dakikada 1 nefes veya dakikada 100 nefes tahmininden daha çok gerçeğe

yakındır). Bir yıldaki dakika sayısı

$$1 \text{ yıl} \times 400 \frac{\text{gün}}{\text{yıl}} \times 25 \frac{\text{saat}}{\text{gün}} \times 60 \frac{\text{dakika}}{\text{saat}} = 6 \times 10^5 \text{ dakika}$$

olur. Burada gerçek değerler olan 365 gün  $\times$  24 saat yerine 400 gün  $\times$  25 saat alınması bu sayıların daha kolay çarpılabilmesindendir. Yaptığımız bu yaklaşıklar, amacımıza yeterince uygundur. O halde 70 yıl, (70 yıl)  $(6 \times 10^5 \text{ dak/yıl}) = 4 \times 10^7$  dakika olup 10 nefes/dak hızla, bir kişi ömür boyu  $4 \times 10^8$  nefes almış olur.

**Ödev:** Bursa şehrinin nüfusunu 3 milyon ve her evi 3+1 düşünerek yıllık elektrik enerjisi maliyetinin tahmin ediniz.

**Yol gösterme;**

- evlerdeki elektrikli cihazların ortalama günde 2 saat çalıştıklarını ve bu cihazların enerji tüketimlerini internetten bulabilirsiniz.
- Ayrıca her evde ortalama 5 ampulün günde ortalama 5 saat çalıştığını kabul edebilirsiniz.
- Bir ampulün 100 W lık olduğunu kabul edebilirsiniz.
- Ve son olarak elektriğin 1 kWsaat inin kaç tl ettiğini herhangi bir elektrik faturasında bulabilirsiniz.



DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

*ve*

TEKRAR ETMEYİ UNUTMAYINIZ