

ÖLÇME TEKNİĞİ

BİRİM SİSTEMLERİ

Makine mühendisliği alanında karşılaşılan her büyüklüğün iki bileşeni vardır.

- Sayısal değer
- Boyut (birim)

5m 3kg 100s

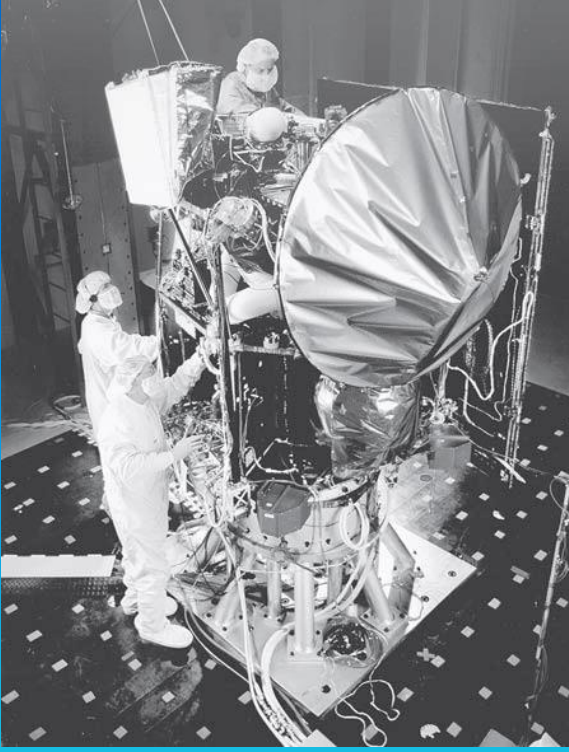
Biri olmadan diğeri anlamsız

Birim: Aynı cinsten olan, aynı ölçü ile tesbit edilen aynı dimansiyonlu, fiziksel büyüklüklerin sayısal değerinin tesbiti için mukayese (karşılaştırma) büyüklüğüdür.

## **Farklı ülkelerde farklı birim sistemleri:**

- **FPS (İngiliz) birim sistemi (Foot-Pound-Saniye)**
- **CGS birim sistemi (Santimetre-Gram-Saniye)**
- **MKS birim sistemi (Metre-Kilogram-Saniye)**

**Sorun: Farklı ülkelerdeki bilimsel bulguların anlaşılmasında zorluk**



Etkin bir şekilde tasarlanmış sistemler ;analizlerde, boyutlarda veya **birimlerde** yapılacak en ufak hata da bile işletim ya da çalıştırma sürecinde harap olabilir.

Mars iklim uydusu 125 milyon dolarlık proje 1999 da uzayda kayboldu

İtke kuvveti : newton –saniye SI  
Pound- saniye USA 4.45 kat

Newton ? Pound ?

# The landing of Air Canada Flight 143



Temmuz 1983

Yakıt deposunun boşalması sebebi ile Acil iniş

Kg/L ? lb/L dönüşüm katsayısı 1.77

16000 L yerine 9000L yakıt alınmış😊

# SI Birimleri

Bilim, teknoloji, endüstri ve uluslararası ticaret alanında farklı ölçüm birim sistemlerinin kullanılmasının yarattığı karmaşayı önlemek için bir uluslararası birimler sisteminin oluşturulması, 1960 yılında yapılan 11. Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda (CGPM) görüşülmüş ve "SI" olarak ifade edilen "Uluslararası Birimler Sistemi" (Système International d'Unités-SI) kabul edilmiştir.

Uluslararası Birimler Sistemi (SI); 7 temel birim ile, bu temel birimler üzerinden türetilmiş birimlerden oluşmaktadır.

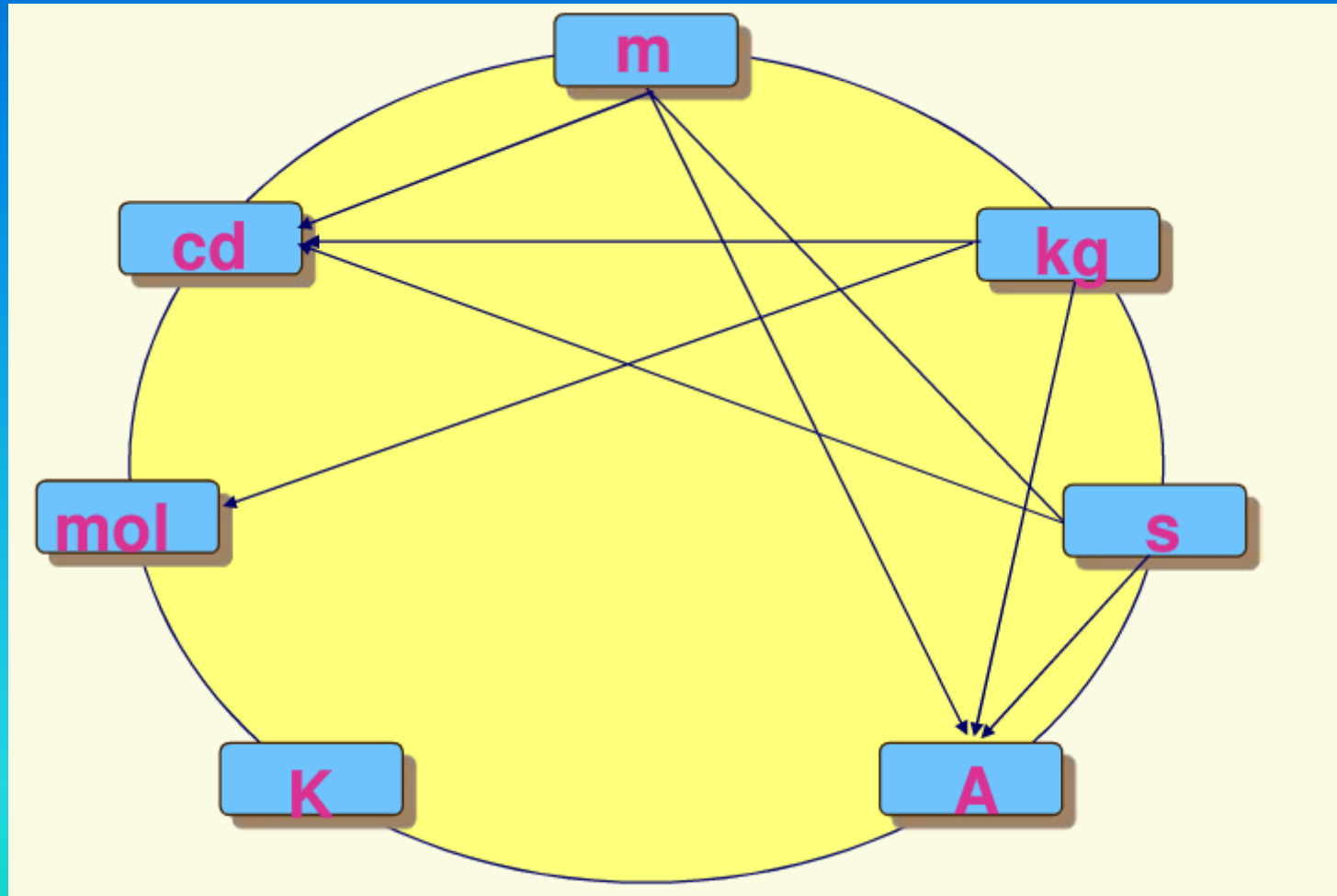
Paris'teki "Ölçü ve Ağırlık Konferansında", 14/10/1971 tarihinde kabul edilen "(SI) Systeme International d'Unites", Metrik Sistemin kabulünden tam 180 yıl sonra geçer olmaya başlamış ve yasallaşmıştır. Uluslararası Birim Sistemi SI'nın kabul edilene kadar kullanılan metrik ölçü sistemlerinin tarihsel safhaları şöyle olmuştur:

1. C.G.S Birim sistemi ve buna bağlı Absolü Ölçü Sistemleri
2. M.K.S Birim sistemi veya Teknik Ölçü Sistemi
3. SI - Systéme International d'Unites, yani "Uluslararası Birim Sistemi SI"

Aşağıda görüleceği üzere C.G.S ve M.K.S birim sistemlerinin Temel Birimleri olarak cm-g-s ve m-kg-s, her alanın büyüklüklerinin ölçülmeleri için kafi gelmedi, ve her alana tatbik edilen yeni Temel Birimler tesbit edildi. Böylece Uluslararası Birim Sistemi SI'ye geçildi. Bu yeni birim sistemi ile ilgi ve bağlantısı olduğu için C.G.S ve M.K.S birim sistemleri tamamen ortadan kalkmadı ve çok kullanılmaları bile onların da geçerliliği devam etti ve birbirlerine olan eşdeğerlikleri verildi.



# ULUSLARARASI BİRİM SİSTEMİ



SI sistemi, 1960 yılında CGPM tarafından resmi olarak kabul edildiğinden bu yana bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak birkaç kez revize edilmiştir. Yapılan revizyonların en önemli sebebi, ölçüm birimlerinin yapay nesnelere yerine, doğal olaylara bağlı evrensel sabitlere bağlı olarak tanımlanmasıdır.

Kilogram, amper, kelvin ve mol tanımlarının değiştirilerek yedi temel SI biriminin tanımlarının evrensel sabitler üzerinden yapıldığı revize SI, 16 Kasım 2018`de gerçekleşen 26. Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı`nda (CGPM) kabul edilmiştir. Revize SI, 20 Mayıs 1875`de imzalanan Metre Konvansiyonu`nun 144. yıldönümü olan 20 Mayıs 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

SI revizyonunda, günlük yaşamda algılanabilir bir etkinin olmamasına ve birimlerin önceki tanımlarıyla yapılan lmlerin ölçüm belirsizlikleri içinde geçerli kalmasına dikkat edilmiştir. Bu açıdan, ulusal metroloji enstitüleri dışında az sayıda kullanıcı bu değişiklikleri fark ederek etkilenmiştir.



# Uluslararası Birimler Sistemi (SI)

## REVİZYON VAR!!!!

Bilim, teknoloji, endüstri ve uluslararası ticaret alanında farklı ölçüm birim sistemlerinin kullanılmasının yarattığı karmaşayı önlemek için bir uluslararası birimler sisteminin oluşturulması, 1960 yılında yapılan 11. Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda (CGPM) görüşülmüş ve "SI" olarak ifade edilen "Uluslararası Birimler Sistemi" (Système International d'Unités-SI) kabul edilmiştir. Uluslararası Birimler Sistemi (SI); 7 temel birim ile, bu temel birimler üzerinden türetilmiş birimlerden oluşmaktadır.

SI sistemi, 1960 yılında CGPM tarafından resmi olarak kabul edildiğinden bu yana bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak birkaç kez revize edilmiştir. Yapılan revizyonların en önemli sebebi, ölçüm birimlerinin yapay nesnelere yerine, doğal olaylara bağlı evrensel sabitlere bağlı olarak tanımlanmasıdır.

# Ne Değişti????

Kilogram, amper, kelvin ve mol tanımlarının değiştirilerek yedi temel SI biriminin tanımlarının evrensel sabitler üzerinden yapıldığı revize SI, 16 Kasım 2018'de gerçekteşen 26. Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda (CGPM) kabul edilmiştir. Revize SI, 20 Mayıs 1875'de imzalanan Metre Konvansiyonu'nun 144. yıldönümü olan **20 Mayıs 2019** tarihinde yürürlüğe girmiştir.

SI revizyonunda, günlük yaşamda algılanabilir bir etkinin olmamasına ve birimlerin önceki tanımlarıyla yapılan ölçümlerin ölçüm belirsizlikleri içinde geçerli kalmasına dikkat edilmiştir. Bu açıdan, ulusal metroloji enstitüleri dışında az sayıda kullanıcı bu değişiklikleri fark ederek etkilenmiştir.

SI birimleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler, Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu (BIPM) tarafından yayımlamış olan [Uluslararası Birimler Sistemi \(SI\) Broşürü'nde](#) sunulmuştur.

Kaynak: <http://www.ume.tubitak.gov.tr>

# Revize edilmiş tanımlar!!!!

Kütle birimi kilogramdır ve uluslararası kilogram prototipin kütlesine eşittir. Kütle birimi kilogram; yoğunluğu  $21500 \text{ kg/m}^3$  olan % 90 Platin - % 10 Iridyum alaşımından yapılmış, 39 mm çapında ve 39 mm yüksekliğinde bir silindirdir <sup>[188]</sup>.



**Büyükük**

**Birim**

**Sembolü**

**Tanıımı**



Kütle

kilogram kg

"kg" sembolü ile ifade edilen kilogram, kütlenin SI birimidir. Birim, Planck sabitinin ( $h$ ) sabitlenmiş sayısal değeri,  $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ 'e eşit olan J s birimi cinsinden ifade edildiğinde,  $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$  alınarak tanımlanmıştır. Burada metre ve saniye  $c$  ve  $\Delta\nu_{\text{CS}}$  üzerinden tanımlanmıştır.

**Büyükük****Birim****Sembolü****Tanıımı**

Zaman

saniye

s

"s" sembolü ile ifade edilen saniye, zamanın SI birimidir. Birim, Sezyum 133 atomunun temel enerji seviyesindeki iki süper ince düzey arasındaki geçişine karşılık gelen frekansın ( $\Delta\nu_{CS}$ ) sabit değeri  $s^{-1}$ 'e eşit olan Hz birimi cinsinden 9 192 631 770 alınarak tanımlanmıştır.





Uzunluk

metre

m

"m" sembolü ile ifade edilen metre, uzunluğun SI birimidir. Birim, vakumdaki ışık hızı sabitlenmiş sayısal değeri ( $c$ ),  $m s^{-1}$  birimi cinsinden ifade edildiğinde, 299 792 458 alınarak tanımlanmıştır. Burada saniye sezyum frekansı  $\Delta\nu_{CS}$  üzerinden tanımlanmıştır.



Büyükük	Birim	Sembolü	Tanımı	
	Elektrik Akımı	amper	A	<p>"A" sembolü ile ifade edilen amper, elektrik akımın SI birimidir. Birim, elementer elektrik yükünün (<math>e</math>) sabitlenmiş sayısal değeri <math>1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}</math> C alınarak tanımlanmıştır. Burada C birimi A s 'ye eşit olup, saniye de <math>\Delta v_{CS}</math> üzerinden tanımlanmıştır.</p>
	Termodinamik Sıcaklık	kelvin	K	<p>"K" sembolü ile ifade edilen kelvin, termodinamik sıcaklığın SI birimidir. Birim, Boltzmann sabitinin (<math>k</math>) sabitlenmiş sayısal değeri, <math>\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}</math> 'e eşit olan <math>\text{J K}^{-1}</math> birimi cinsinden ifade edildiğinde, <math>1,380\ 649 \times 10^{-23}</math> alınarak tanımlanmıştır. Burada yer alan kilogram, metre ve saniye ise <math>h</math>, <math>c</math> ve <math>\Delta v_{CS}</math> üzerinden tanımlanmıştır.</p>



Madde Miktarı mol mol

"mol" simgesi ile ifade edilen mol, madde miktarının SI birimidir. Bir mol tam olarak  $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$  kadar temel öge içerir. Bu sayı,  $\text{mol}^{-1}$  birimi cinsinden ifade edildiğinde Avogadro sabitinin ( $N_A$ ) sabitlenmiş sayısal değeri olup, Avogadro sayısı olarak adlandırılır.  $n$  sembolü ile gösterilen bir sistemin madde miktarı, belirli temel öge sayısının bir ölçüsüdür. Temel öge atom, molekül, iyon, elektron, herhangi bir parçacık veya belirlenmiş bir parçacık grubu olabilir.



Işık Şiddeti kandela cd

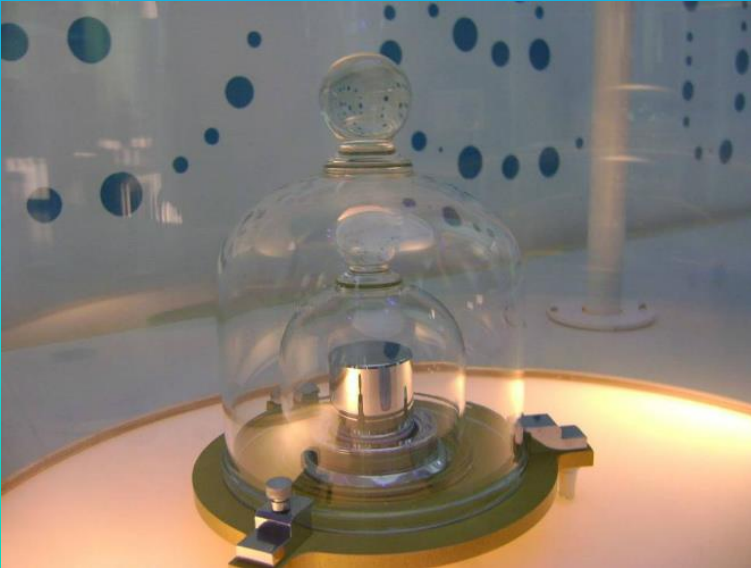
"cd" sembolü ile ifade edilen kandela, belli bir doğrultudaki ışık şiddetinin SI birimidir. Birim,  $540 \times 10^{12}$  Hz frekansındaki monokromatik ışınımın ışıksal veriminin sabitlenmiş sayısal değeri ( $K_{cd}$ ),  $\text{cd sr W}^{-1}$  veya  $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ 'e eşit olan  $\text{lm W}^{-1}$  birimi cinsinden ifade edildiğinde, 683 olarak tanımlanmıştır. Burada kilogram, metre ve saniye birimleri  $h$ ,  $c$  ve  $\Delta\nu_{Cs}$  üzerinden tanımlanmıştır.

## Kütlenin Tanımı Değişti!

130 yıldan fazla süredir Uluslararası Birim Sistemi (SI) içinde kullandığımız kütle ve buna bağlı üç diğer ölçü biriminin tanımı değişti.

### Kütle Nedir?

Şimdiye kadar kütle tanımı olarak kullanılan kilogram; 1889 yılında %90'ı platinyum %10'u ise iridyumdan yapılmış bir cisimden ibarettir. Paris'te bulunan bir binada oldukça korunaklı bir biçimde muhafaza edilen referans kilogramın 40 adet kopyası belirli ülkelere dağıtılmış durumdadır.



Türkiye'deki kopya Tübitak Ulusal Metroloji Enstitüsü içerisinde yer almaktadır.

Bu kopyalar kırk yılda bir orijinal kilogram ile karşılıklı kontrol için Paris'e gönderilmektedir.

Kütlenin tanımında yapılacak değişiklik aynı zamanda Kelvin, Amper ve Mol tanımlarının da değişmesine neden olacaktır

- **Neden Değişime İhtiyaç Duyuldu?**

- Ülkelerin sahip olduğu ve kullandığımız bu referans kilogram ve kopyaların kontrolleri sırasında, zaman içerisinde aşınmaya bağlı olarak değişiklik gösterdikleri belirlendi.
- Belirlenen bu miktar 50 µg kadar bir değişime karşılık geliyordu. Bu değer ilk bakışta oldukça küçük, fark edilemeyecek kadar önemsiz gibi gözükse de bilim ve mühendislik dünyasındaki çalışmalar göz önüne alındığında oldukça önemli bir miktardır.
- Her gün kullandığımız cep telefonlarında, tabletlerde, bilgisayarlarımızdaki işlemci teknolojilerinde, nanorobot çalışmalarında ve özellikle de son derece hassas bir çalışma gerektiren uzay elektroniği ve yörünge hesapları gibi noktalarda bu derece küçük ölçülere oldukça sık rastlanmakta. Dolayısıyla denkleme giren her değişkenin son derece önem arz ettiği düşünülürse, değişken bir “sabit” kabul edilemez olabiliyor. Tüm bunların bir sonucu olarak bilim insanları kütlenin tanımını bir “cisim” dışında sabite bağlamayı düşündüler.

Paris’te bulunan Uluslararası Teknoloji ve Standartlar Enstitüsü (NIST) bünyesinde Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı’nda Türkiye dahil altmış ülkeden gelen temsilcilerin oylamaları ile 16 Kasım 2018 tarihinde bu tanımın değiştirilmesine karar verildi.

# Yeni Tanım ve Yöntem

Yeni kütle tanımının Planck sabitine bağlanmasına karar verildi. Planck sabiti kısaca ; ışık fotonlarının enerjileri ve onların frekansları arasındaki sabit bir orandır. Bu tanım üzerindeki çalışmaların sonlanmasının ardından 20 Mayıs 2019 tarihi itibariyle tüm dünyada yeni tanıma geçiş sağlandı.

Eski kütle tanımı, dünyanın yerçekimsel kuvvetine bağlı bir ölçüm ve kalibrasyon yöntemi içermektedir. Planck sabitli yeni tanımda ise elektriksel akım ve voltaja bağlı yeni bir elektromanyetik ölçüm ve kalibrasyon sistemi içermektedir.

Tasarlanan Kibble Balans cihazı ile yapılacak bu kalibrasyon işlemlerinde yeterli hata seviyesinin altına ulaşılabilen laboratuvarlar da kendi kalibrasyonlarını yapabilecekler. Yani yeni tanımda doğrulama ve ölçme işlemleri için Paris'e veya herhangi başka bir yere numune göndermek gerekmeyecek.



# Türkiye Bu Sürecin Neresinde?

Ülkemizde hali hazırda çalışmaları devam eden Kibble Balans prototipi ile geçtiğimiz aylarda  $3 \times 10^{-7}$  bağıl belirsizliğe (hata seviyesi) ulaşılabildi. Ancak bu değer uluslararası geçerlilik için yeterli değil. Devam eden çalışmalarda  $2 \times 10^{-8}$  belirsizliğe ulaşılması halinde kendi laboratuvarlarımızda uluslararası standartlarda ölçümleri yapabilmemizin yanı sıra bu sisteme sahip olmayan diğer ülkelere de hizmet verebileceğiz.

Dijitalleşmenin ve uzaya teknolojisinin hiç olmadığı kadar hızlandığı bu yıllarda böyle bir değişim ihtiyacının doğması elbette kaçınılmazdı. Son derece hassas ve önemli hesaplamalar ile ilerleyen mühendislik çalışmalarında artık yeni bir dönem bizleri bekliyor.



TUBİTAK kibble balansı çalışması

# Planck sabiti

Planck sabiti ( $h$ ), bir fizik sabitidir ve kuantum mekaniğindeki aksiyonum kuantumu için kullanılır.

Değeri  $h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ' dir.

Planck sabiti daha önceleri bir Fotonun enerjisi ( $E$ ) ile elektromanyetik dalgasının frekansı ( $\nu$ ) arasın bir orantı idi. Enerji ile frekans arasındaki bu ilişki Planck ilişkisi veya Planck formülü olarak adlandırılır:

$$E = h \times \nu$$

## SI BİRİMLER > TEMEL BİRİMLER

Temel Büyüklük	Adı	Sembolü	Boyutu
Uzunluk	Metre	m	L
Kütle	Kilogram	kg	M
Zaman	Saniye	s	T
Elektrik Akımı	Amper	A	I
Termodinamik Sıcaklık	Kelvin	K	°
Madde Miktarı	Mol	Mol	N
Işık Şiddeti	Kandela	Cd	$I_v$



## SI BİRİMLER > TÜRETİLMİŞ SI BİRİMLERİ

SI birimler sisteminde, temel birimler kullanılarak diğer birimler türetilir.

Türetilmiş Büyüklük	Türetilmiş SI Birimi		
	Adı ve Sembolü	Diğer SI Birimler Cinsinden	SI Temel Birimler Temelinde İfadesi
Düzlem Açısı	Radian	Rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
Katı açısı	Steradian	Sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
Frekans	Hertz	Hz	$s^{-1}$
Kuvvet	Newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Basınç, Gerilim	Pascal	Pa	$N/m^2$ $m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Enerji, İş, Isı Miktarı	Joule	J	$N \cdot m$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Güç, Işın akısı	Watt	W	$J/s$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Elektrik Yükü, Elektrik Miktarı	Coulomb	C	$s \cdot A$
Elektrik Potansiyel Farkı, Elektromotor Kuvvet,	Volt	V	$W/A$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Kapasitans	Farad	F	$C/V$ $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$

Elektriksel Direnç	Ohm	$\Omega$	V/A	$m^2 \cdot kg^{-3} \cdot A^{-2}$
Elektriksel İletkenlik	Siemens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
Manyetik Akı	Weber	Wb	V·s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Manyetik akı yoğunluğu	Tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
İndüktans	Henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
Celsius derecesi	Celsius derecesi	°C		K
Işık Akısı	Lumen	Lm	cd·sr	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
Aydınlık Düzeyi	Lux	Lx	lm/m <sup>2</sup>	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$

Bilimde ölçüm büyüklüklerinin sayısı sınırsız olduğunu söyleyebiliriz. Dolayısıyla temel büyüklükler temelinde türetilmiş büyüklüklerin ve türetilmiş birimlerin tam bir listesi verilmesi mümkün değildir. Temel SI birimler cinsinden türetilmiş büyüklükler ve birimlerin örnekleri verilmiştir ( [http://www.bipm.org/en/si/derived\\_units/](http://www.bipm.org/en/si/derived_units/) ).

Türetilmiş Büyüklük		Uyumlu SI Türetilmiş Birimler	
Büyüklüğün Adı	Sembolü	Birimin Adı	Birimi
Alan	$A$	Metre kare	$m^2$
Hacım	$V$	Metre küp	$m^3$
Hız, sürat	$v$	Birim zamanda alınan birim mesafe	$m/s$
İvme	$a$	Saniye karede alınan birim mesafe	$m/s^2$
Dalga Sayısı	$\sigma, \tilde{\nu}$	Evrik metre	$m^{-1}$
Yoğunluk, Kütle Yoğunluğu	$\rho$	Kilogram bölü metre küp	$kg/m^3$
Yüzey Yoğunluğu	$\rho_A$	Metre kare başına kilogram	$kg/m^2$
Spesifik Hacım	$v$	Kilogram başına metre küp	$m^3/kg$
Akım Yoğunluğu	$j$	Metre kare başına amper	$A/m^2$
Manyetik Alan Etkinliği	$H$	Metre başına amper	$A/m$

Miktarı Konsantrasyonu <sup>(a)</sup>	$c$	Metre küp başına mol	Mol/m <sup>3</sup>
Kütle Konsantrasyonu	$\rho, \gamma$	Metreküp başına kilogram	kg/m <sup>3</sup>
Parlaklık	$L_x$	Metre kare başına kandela	cd/m <sup>2</sup>
Kırılma İndisi <sup>(b)</sup>	$n$	birimsiz	-
Bağıl Manyetik Permeabilite <sup>(b)</sup>	$\mu$	birimsiz	-

(a) Klinik kimya alanında bu büyüklük madde konsantrasyonu olarak adlandırılmaktadır,

(b) Bu türetilmiş büyüklüklerin boyutu yoktur, boyutsuzdur.

Bu kapsama giren iki birimi yer almaktadır: düzlem açı radyan ve katı açı steradyan. Açı bir düzlem üzerinde iki doğrunun arasındaki iraksamanın ölçüsüdür. Bir açı, bir noktada kesişen iki doğrudan oluşmakta ve açık karşısındaki yay ( $l$ ) vasıtasıyla ölçülmektedir.

Açı ve Yay			
$\phi = \frac{l}{r}$	Sembolü	Birimi	Büyükük
	$\phi$	rad	Açı
	$l$	m	Yay uzunluğu
	$r$	m	Yarıçap

Açı

### Düzlem Açı Birimi

- a) Radyan düzlem açının birimidir. Bir radyan 1 m yarıçapı olan dairenin 1 m uzunluğundaki yay parçasının gören merkez açıdır. Bir radyan  $57^{\circ}16'45''$ 'dir. Tam bir daire  $2\pi$ radyana denk gelmektedir. Radyan SI birimler sisteminde ek boyutsuz bir birimdir.

$$1\text{rad} = \frac{1\text{m}}{1\text{m}}$$

- b) Derece "°" açı ölçümünde kabul gören bir birim olup ve bir derece ( $1^{\circ}$ ) tam bir dairenin 360'ta biri olarak tanımlanmaktadır. Radyan derece dönüşüm ifadeleri ise ;

$$1rad = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ$$

$$1^\circ = \frac{2\pi}{360^\circ} = 0,0175rad$$

Alt birimler ise;

1derece (°)=60arc dakika(')=3600arcsan(''),

c) Gon (veya yeni derece) saha arazi ölçümlerinde ve askeri uygulamalarda kullanılan bir birimdir. 1 gon dik açının yüzde biridir.

d)  $1gon = 0,9^\circ = 0,0157rad$

$$1^\circ = 1,11gon$$

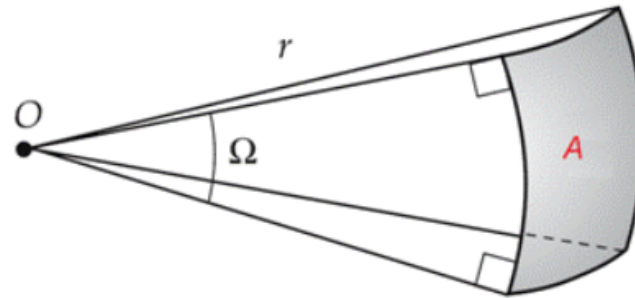
$$1rad = 63,7gon$$

Açı genelde açıölçerler, teodolitler, açı masterları genelde kullanılan açı ölçüm cihazlarıdır.

## Katı Açı Birimi

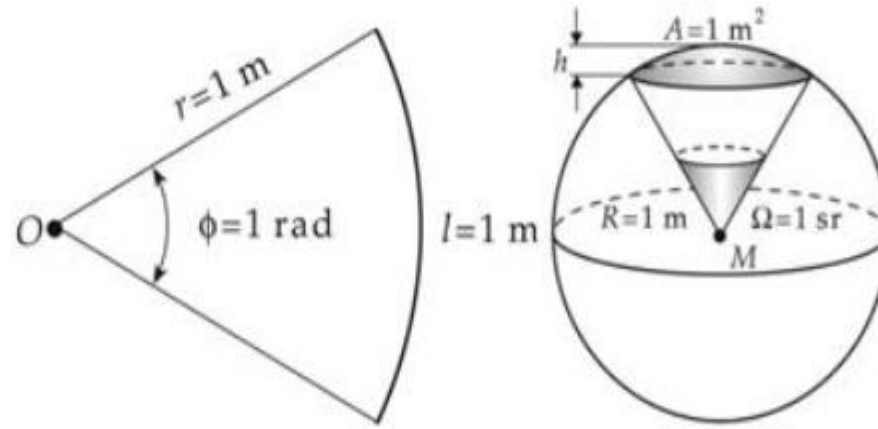
Katı açı; Yarıçapı 1 m ve koninin ucu kürenin merkezide olan ve kürenin yüzeyinde  $1 \text{ m}^2$  alana eşit konin gördüğü merkez açı ise bir steradyandır ( $\Omega$ ).

Açı ve Yay			
$\Omega = \frac{A}{r^2}$	Sembolü	Birimi	Büyükük
	$\Omega$	sr	Katı Açı
	A	$\text{m}^2$	Koninin Yüzey Alanı
	$r$	m	Yarıçap



Şekil: Katı Açının tanımı

SI birimler sisteminde Steradyan katı açı birimidir. Tam küresel açı  $4\pi$  sr'dir. Steradyan, radyan gibi boyutsuz bir büyüklüktür.



Şekil: Radyan ve Steradyan'nın tanımlanması



## SI -Sistemi Dışında Olan ve Kullanılmakta Olan Birmier.

Adı	Sembolü	SI Birimler Cinsinden Değeri
dakika	min	1 min = 60 s
saat <sup>(1)</sup>	h	1 h = 60 min = 3600 s
gün	d	1 d = 24 h = 86 400 s
derece <sup>(2)</sup>	°	1° = (π/180) rad
dakika	'	1' = (π/60)° = (π/10 800) rad
saniye	"	1" = (π/60)' = (π/648 000) rad
litre <sup>(3)</sup>	l, L	1 l = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
ton <sup>(4, 5)</sup>	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg
neper <sup>(6, 8)</sup>	Np	1 Np = 1
bel <sup>(7, 8)</sup>	B	1 B = (1/2) ln 10 (Np) <sup>(9)</sup>

*Not:*

- 1. Bu birimlerin sembolleri kullanımı ile ilgili karar 1948 yılında yapılmış olan CGPM alınmıştır.*
  - 2. ISO 31 standardı dakika ve saniyeyi ondalık sisteme göre alt katlara bölünmesini tavsiye etmektedir.*
  - 3. Hacim birimi ve sembolü "l" CIPM'in 1879 yılında alınmıştır (PV,1879,41). Alternatif sembol "L" 16.cı CGPM( 1979, Resolution 6;CR,101 ve Metrologi, 1980,16,56-57). Litrenin günümüzdeki tanımı ise 1964 yılında 12.ci CGPM konferansında yapılmıştır*
  - 4. Birimler ve semboller 1879 yılında CIPM tarafında kabul edildi (PV,1879,41).*
  - 5. İngilizce konuşulan bazı ülkelerde "Metrik ton" olarak kullanılmaktadır.*
  - 6. Neper logaritmik skalada ifade edilen bazı fiziksel büyüklüklerin seviyesini ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır (güç seviyesi, ses basınç seviyesi ve logaritmik zayıflatma değeri gibi). Doğal logaritma neperi sayısal olarak ifade edilmesi için kullanılmaktadır. Neper SI ile uyumludur fakat şimdilik CGPM tarafından bir SI birimi olarak kabul edilmedi. Daha detaylı bilgi için ISO 31'e bkz.*
  - 7. "bel", logaritmik skalada ifade edilen güç seviyesi, ses basınç seviyesi ve zarflatma değerleri için kullanılmaktadır. Bel cinsinden ifade edilen büyüklükler logaritmik 10 tabanına göre ifade edilmektedir. Bel'in alt katı dB'dir ve teknik uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır. Daha detaylı bilgi için ISO 31'e bkz*
  - 8. Bu birimi kullanırken, miktarı belirtilmesi özellikle önemlidir. Birim, miktarı ima etmek amacıyla kullanılmamalıdır.*
- Np parantez içinde gösterilmektedir. Neper SI sistemi ile uyumludur ancak şimdilik CGPM tarafından kabul edilmedi.*

1. Semboller büyük harfle yazılmaz. Ancak,

- birimin adı, bir kişi adından geliyorsa,
- cümle sembol ile başlıyorsa

sembolün ilk harfi büyük harfle yazılır. Sadece litre bu kuralın dışında olup, L veya l sembolü ile gösterilir.

**Doğru:** Kelvin için K, metre için m, paskal için Pa

**Yanlış:** Kelvin için k, metre için M, paskal için pa

2. Semboller çoğul eki alamazlar.

3. Sembollerden sonra, cümle sonuna geldikleri durumlar hariç, nokta işareti konulmaz.

4. Birimlerin çarpımı söz konusu olduğunda, birimler arasında çarpım işlemini belirten ortalı nokta ( · ) veya boşluk kullanılmalıdır.

**Doğru:** N·m veya N m

**Yanlış:** Nm veya N×m

5. Birimlerin arasında bölme işlemi söz konusu olduğunda, bölme işareti ( / ) veya negatif üs kullanılmalıdır.

**Doğru:**  $m/s$  veya  $m \cdot s^{-1}$  veya  $m s^{-1}$

**Yanlış:**  $m \div s$  veya  $m \times s^{-1}$

6. Birleştirilmiş birimler sadece tek bir bölme işareti içerebilir. Kompleks kombinasyonlar için parantez veya negatif üslerin kullanılmasına izin verilmiştir.

**Doğru:**  $m/s^2$  veya  $m s^{-2}$  ;  $m \text{ kg}/(s^3 A)$  veya  $m \text{ kg } s^{-3} A^{-1}$

**Yanlış:**  $m/s/s$  ;  $m \text{ kg}/s^3/A$  veya  $m \text{ kg}/s^3 A$

7. Semboller, takip ettikleri sayısal değerlerden bir boşluk ile ayrılmalıdırlar.

**Doğru:** 5 kg, 10 m

**Yanlış:** 5kg, 10m

8. Birim sembolleri ile birim adları birlikte kullanılmamalıdır.

Ondalık işaretinin sağında ve solunda, her üç basamak grubu (bölük) arasında birer boşluk bırakılmalıdır (örn. 15 739,012 53). Dört basamaklı sayılarda boşluk bırakılmayabilir. Virgül, binlik ayracı olarak kullanılmamalıdır.

Matematiksel işlemler, birim adlarına değil, sadece birimsel sembollere uygulanmalıdır. Örneğin, kilogram/metreküp yanlış,  $\text{kg/m}^3$  doğru bir gösterimdir.

Hangi birimin hangi sayısal değere ait olduğu ve bir büyüklük değerine hangi matematiksel işlemlerin uygulandığı açık olmalıdır.

**Doğru :** 35 cm × 48 cm                      100 g ± 2 g

**Yanlış :** 35 × 48 cm                      100 ± 2 g

## SI BİRİMLER > SI BİRİMİNİN ÖNEKLERİ

SI önekleri, SI birimlerinin ondalık sisteminde alt ve üst katları oluşturmak için kullanılır. Önekler çok büyük veya çok küçük sayısal değerleri önlemek amacıyla kullanılmalıdır. Önek, kullanılan birime doğrudan ilintili hale getirilir ve sembolü birimin sembolü ile ilişkilendirilir. ( [http://www.bipm.org/en/si/si\\_brochure/chapter3/prefixes.html](http://www.bipm.org/en/si/si_brochure/chapter3/prefixes.html) ).

Çarpı Katsayısı	SI Öneki	Bilimsel Gösterim
1 000 000 000 000 000 000 000 000	yotta (Y)	$10^{24}$
1 000 000 000 000 000 000 000	zetta (Z)	$10^{21}$
1 000 000 000 000 000 000	exa (E)	$10^{18}$
1 000 000 000 000 000	peta (P)	$10^{15}$
1 000 000 000 000	tera (T)	$10^{12}$
1 000 000 000	giga (G)	$10^9$
1 000 000	mega (M)	$10^6$

1 000	kilo (k)	$10^3$
0,001	milli (m)	$10^{-3}$
0,000 001	micro ( $\mu$ )	$10^{-6}$
0,000 000 001	nano (n)	$10^{-9}$
0,000 000 000 001	pico (p)	$10^{-12}$
0,000 000 000 000 001	femto (f)	$10^{-15}$
0,000 000 000 000 000 001	atto (a)	$10^{-18}$
0,000 000 000 000 000 000 001	zepto (z)	$10^{-21}$
0,000 000 000 000 000 000 000 001	yocto (y)	$10^{-24}$

# ÖDEV

- Tubitak UME bünyesinde bulunan laboratuvarlar ve bu laboratuvarların faaliyet alanlarını araştırınız.
- Ölçü birimleri ve mucitleri

Tanıtlarının yapıldığı ppt dosya formatında bir rapor hazırlayınız.

Mail adresi : [olcmeteknigiodevi@gmail.com](mailto:olcmeteknigiodevi@gmail.com)



<b>ENGLISH UNITS</b>	<b>ENGLISH EQUIVALENTS</b>	<b>METRIC EQUIVALENTS</b>
1 INCH		= about 2-1/2 CENTIMETERS
1 FOOT	= 12 INCHES	= about 30 CENTIMETERS
1 YARD	= 3 FEET = 36 INCHES	= about 1 METER
1 HAND	= about 4 INCHES	= about 10 CENTIMETERS
1 CUBIT	= about 1/2 YARD	= about 46 CENTIMETERS
1 BRACCIO	= 15 to 39 INCHES	= about 1/2 to 1 METER
1 FATHOM	= 6 FEET	= about 2 METERS
1 MILE	= 5,280 FEET	= about 1-1/2 KILOMETERS
1 OUNCE		= about 28 GRAMS
1 POUND	= 16 OUNCES	= about 1/2 KILOGRAM
1 TEASPOON		= about 5 MILLILITERS
1 TABLESPOON	= 3 TEASPOONS	= about 15 MILLILITERS
1 CUP	= 16 TABLESPOONS	= about 250 MILLILITERS
1 QUART	= 4 CUPS	= about 1 LITER
1 GALLON	= 4 QUARTS	= about 4 LITERS



Prefix	Symbol	$10^n$	Multiplier
yotta	Y	$10^{24}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	$10^{21}$	1 000 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	$10^{18}$	1 000 000 000 000 000 000 000
peta	P	$10^{15}$	1 000 000 000 000 000
tera	T	$10^{12}$	1 000 000 000 000
giga	G	$10^9$	1 000 000 000
mega	M	$10^6$	1 000 000
kilo	k	$10^3$	1000
hecto	h	$10^2$	100
deca	da	$10^1$	10
-	-	$10^0$	1
deci	d	$10^{-1}$	0.1
centi	c	$10^{-2}$	0.01
milli	m	$10^{-3}$	0.001
micro	u	$10^{-6}$	0.000 001
nano	n	$10^{-9}$	0.000 000 001
pico	p	$10^{-12}$	0.000 000 000 001
femto	f	$10^{-15}$	0.000 000 000 000 001
atto	a	$10^{-18}$	0.000 000 000 000 000 001
zepto	z	$10^{-21}$	0.000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	$10^{-24}$	0.000 000 000 000 000 000 000 001

1. Semboller büyük harfle yazılmaz. Ancak,

- birimin adı, bir kişi adından geliyorsa,
- cümle sembol ile başlıyorsa

sembolün ilk harfi büyük harfle yazılır. Sadece litre bu kuralın dışında olup, L veya l sembolü ile gösterilir.

**Doğru:** Kelvin için K, metre için m, paskal için Pa

**Yanlış:** Kelvin için k, metre için M, paskal için pa

2. Semboller çoğul eki alamazlar.

3. Sembollerden sonra, cümle sonuna geldikleri durumlar hariç, nokta işareti konulmaz.

4. Birimlerin çarpımı söz konusu olduğunda, birimler arasında çarpım işlemini belirten ortalı nokta ( · ) veya boşluk kullanılmalıdır.

**Doğru:** N·m veya N m

**Yanlış:** Nm veya N×m

5. Birimlerin arasında bölme işlemi söz konusu olduğunda, bölme işareti ( / ) veya negatif üs kullanılmalıdır.

**Doğru:**  $m/s$  veya  $m \cdot s^{-1}$  veya  $m s^{-1}$

**Yanlış:**  $m \div s$  veya  $m \times s^{-1}$

6. Birleştirilmiş birimler sadece tek bir bölme işareti içerebilir. Kompleks kombinasyonlar için parantez veya negatif üslerin kullanılmasına izin verilmiştir.

**Doğru:**  $m/s^2$  veya  $m s^{-2}$  ;  $m \text{ kg}/(s^3 A)$  veya  $m \text{ kg } s^{-3} A^{-1}$

**Yanlış:**  $m/s/s$  ;  $m \text{ kg}/s^3/A$  veya  $m \text{ kg}/s^3 A$

7. Semboller, takip ettikleri sayısal değerlerden bir boşluk ile ayrılmalıdırlar.

**Doğru:** 5 kg, 10 m

**Yanlış:** 5kg, 10m

8. Birim sembolleri ile birim adları birlikte kullanılmamalıdır.

Ondalık işaretinin sağında ve solunda, her üç basamak grubu (bölük) arasında birer boşluk bırakılmalıdır (örn. 15 739,012 53). Dört basamaklı sayılarda boşluk bırakılmayabilir. Virgül, binlik ayracı olarak kullanılmamalıdır.

Matematiksel işlemler, birim adlarına değil, sadece birimsel sembollere uygulanmalıdır. Örneğin, kilogram/metreküp yanlış,  $\text{kg/m}^3$  doğru bir gösterimdir.

Hangi birimin hangi sayısal değere ait olduğu ve bir büyüklük değerine hangi matematiksel işlemlerin uygulandığı açık olmalıdır.

**Doğru :** 35 cm × 48 cm                      100 g ± 2 g

**Yanlış :** 35 × 48 cm                      100 ± 2 g

- <https://www.peramuzesi.org.tr/blog/buyuk-k%E2%80%99nin-seruveni/1553>

<https://www.peramuzesi.org.tr/koleksiyon/anadolu-agirlik-ve-olculeri-koleksiyonu/2>