

# MÜHENDİSLİKTE TEKNİK PROBLEM ÇÖZME YAKLAŞIMI

*MAKİNE MÜHENDİSLERİ*

*MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİNDE ORTAYA ÇIKAN PROBLEMLERDE*

*VERDİKLERİ KARARLARI DESTEKLEMELİK İÇİN*

*BİR ÇOK DEĞİŞKEN VE FİZİKSEL ÖZELLİKLER İÇEREN SORULARA*

*SAYISAL CEVAPLAR OLUŞTURMAK ZORUNDADIRLAR.*

Mühendislik problemleri için tutarlı bir problem  
çözme süreci  
takip edilmelidir

YAPTIĞINIZ ÇÖZÜMLER  
YAKLAŞIMINIZI KAYIT ALTINA ALAN  
VE  
BAŞKALARININ TAKİP EDEREK  
ANLAYABİLECEĞİ FORMATTA  
SONUÇLARI AÇIKLAYAN  
BİR TÜR TEKNİK RAPOR  
NİTELİĞİNDE OLMALIDIR

Sistemantik bir çözüm geliştirerek ve sunarak yaygın ancak önlenebilir hataların çalışmaya girme riski azaltılır.

Detaylara daha fazla dikkat ederek **matematik, boyutlar, birimler, dönüşüm faktörleri ve yanlış yorumlamalar** içeren hataların önüne geçilebilir.

# Problem çözüme süreci NASIL olmalı??

- Yaklaşım
- Çözüm
- İrdeleme

# YAKLAŞIM

Bu adım hesaplamalara ve kağıt-\*kalem ile çalışmaya başlamadan önce problem hakkında düşünmek için bir fırsattır.

- Problemin kısa özeti yazılır
- Çözüm için düşünülen genel yaklaşım açıklanır
- Kullanılması planlanan temel kavramlar, varsayımlar(kabuller), denklemler ve dönüşüm faktörleri listelenir
- Doğru bir takım kurulur!!!!!!!!!!!!!!

Doğru bir takım kabul ve varsayımların yapılması doğru problem çözüme için çok önemlidir.

Analiz problemlerinin çoğunda mühendisler, yerçekimi, sürtünme ,uygulanan kuvvetlerin dağılımı, gerilme yoğunlaşmaları, malzeme tutarsızlıkları ve hataları, işletim belirsizlikleri dahil olmak üzere bir çok ana parametre hakkında varsayımlar yapmak zorundadırlar.

Mühendis bu varsayımları belirterek, verilen bilgileri tanımlayarak, bilinen ve bilinmeyenleri özetleyerek tam bir şekilde sorunun kapsamını tanımlar.

**Bu şekilde ilgisiz bilgiler elenerek çözüme odaklanılır.**

# ÇÖZÜM

Bir mühendislik problemi için geliştirilen çözüm, kullanılan ana adımları açıklayan metin, hesaplar ve diyagramları içerir

- Eğer uygun ise analiz edilen fiziksel problemin basit çizimi dahil edilir
- Temel bileşenler isimlendirilir
- ilgili boyutlar için sayısal değerler belirtilir



Çözüm sürecinde ve denklemler ile hesap yaparken, sayısal değerler ve birimlerin yerleştirilmesinden önce bilinmeyen değişkenin sembolik olarak çözülmesi iyi bir uygulamadır.

Bu şekilde denklemin boyutsal tutarlılığı kontrol edilebilir. Bir sayısal değer denklemde yerine konduğu zaman ilgili birimler de eklenir. Böylece boyutların birleşmesi ve sadeleşmesini de içerecek şekilde çözüm gösterilir.

**Bir birimin kendisine atanmış bir sayısı olmadan anlamsız olacağı gibi birimi olmayan sayıların da anlamı yoktur.**

Hesaplama sonunda uygun sayıda önemli basamak kullanılarak cevap oluşturulur ancak hesaplamalar sırasında yuvarlama hatalarını önlemek için daha fazla basamak kullanılır

# İRDELEME

Yapılan kabullerin, kullanılan denklemlerin ve elde edilen çözümlerin anlaşılması için irdeleme yapılır

CEVAP MERTEBE OLARAK MAKUL MÜ???

SEZGİLER!!!!

KABULLER GERÇEKÇİ Mİ???

SONUCUN FİZİKSEL ANLAMİ???????

BUYUTSAL TUTARLILIK VAR MI?????

Sonuçların altı çizildi mi ya da bir kutu içine alındı mı?????

Problem çözüme sürecinin başarıyla tamamlanması için boyutlar birimler ve SI birim sistemlerinin iyi anlaşılması gerekir

## HAKKIMIZDA

## LABORATUVARLAR

## SI BİRİMLER

### SI Birimler Sistemi

### Temel Birimler

### Türetilmiş SI Birimleri

### Ek SI Birimler

### SI Sistemi Dışında Olan Birimler

### SI Birimlerinin Önekleri

### SI Birimler Posterleri

## PROJELER

## YAYINLAR

## HİZMETLERİMİZ

## SI BİRİMLER > SI BİRİMLER SİSTEMİ

Bilim ve Uluslararası ticaret alanında farklı ölçü birim sistemleri kullanılmasının yarattığı karmaşıklığı önlemek için bir uluslararası birim sistemi oluşturuldu. “SI” olarak ifade edilen Uluslararası Birimler Sistemi (Système International d'Unités), 1960 yılında yapılan 11. Ağırlıklar ve Ölçü Genel Konferansında kabul edilmiştir. SI birimler sistemi; Temel Birimler, Türetilmiş Birimler ve EK Birimler sisteminden oluşmaktadır ( <http://www.bipm.org/en/si> ). BIPM tarafından yayınlamış SI birimler broşürüne [http://www.bipm.org/en/si/si\\_brochure/](http://www.bipm.org/en/si/si_brochure/) adresinden ulaşabilirsiniz.

**Birim:** Aynı cinsten olan, aynı ölçü ile tesbit edilen aynı dimansiyonlu, fiziksel büyüklüklerin sayısal değerinin tesbiti için mukayese (karşılaştırma) büyüklüğüdür. Genel anlamda iki çeşit ölçü birimi vardır:

1. Doğal ölçü birimleri : Mesela saniye gibi. Doğal ölçü birimlerinin her yerde ve her zaman röprodüksiyonu yapılabilir.

2. Cisimli, yani cisimlendirilen ölçü birimleri (normal ve protip) : Mesela kilogram gibi. Bunların elverişli ve uygun şartlar altında değeri değişmez.

### SI Uluslararası Birim Sistemi

C.G.S ve M.K.S birim sistemlerinin temel birimlerinin yetersizliğinin görülmesi üzerine her alana tatbik edilebilen Temel Birimler (metre, kilogram, saniye, amper, Kelvin, mol, Candela) tesbit edildi. Böylece SI olarak gösterilen “Uluslararası Birim Sistemi”ne geçildi. Bu yeni sistemin Temel Birimleri, Ölçü ve Ağırlık Genel Konferansının 10. ve 11. Toplantılarında kabul edildi ve 16/10/1971 tarihli 14. Genel Konferansından itibaren uluslararası geçerli olmuştur ve hala geçerlidir. Bu sistem, birçok ülkede kanuni bir standart olarak uygulanmaktadır. Aşağıdaki tabloda SI birim sisteminin temel birimleri gösterilmiştir.

Makine mühendisliği alanında karşılaşılan her büyüklüğün iki bileşeni vardır.

- Sayısal değer
- Boyut (birim)

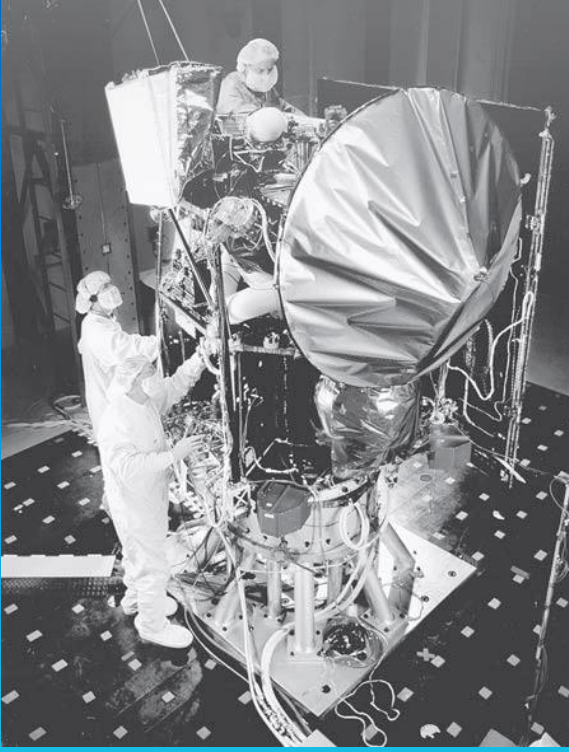
5m 3kg 100s

Biri olmadan diğeri anlamsız

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

Genel anlamda iki çeşit ölçü birimi vardır:

1. Doğal ölçü birimleri : Mesela saniye gibi. Doğal ölçü birimlerinin her yerde ve her zaman röproduksiyonu yapılabilir.
2. Cisimli, yani cisimlendirilen ölçü birimleri (normal ve protip): Mesela kilogram gibi. Bunların elverişli ve uygun şartlar altında değeri değişmez.



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😊



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.

The International System (SI) base units are realised at the National Physical Laboratory (NPL). These units are then used throughout the United Kingdom for trade, industry, science and health & safety.

Formally agreed in 1960, the SI is at the centre of all modern science and technology. The definition and realisation of the base and derived units is an active research topic for metrologists with more precise methods being introduced as they become available.

## Electricity Unit ampere Symbol (A)

The ampere is that constant current which, if maintained in two straight parallel conductors of infinite length, of negligible circular cross-section, and placed 1 metre apart in vacuum, would produce between these conductors a force equal to  $2 \times 10^{-7}$  newton per metre of length.

The ampere is difficult to realise in practice with sufficient accuracy, so it is defined via the watt.

The electrical power generated in a controlled experiment is compared to mechanical power, and using an accurate measurement of resistance the ampere can be calculated (as Power = (Current)<sup>2</sup> x Resistance).



## Time Unit second Symbol (s)

The second is the duration of 9 192 631 770 periods of the radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of the caesium 133 atom.

NPL built the world's first accurate caesium atomic clock in 1955 and paved the way for a new better definition of the second based on the caesium 133 atom. NPL's atomic clocks help the UK run on time through dissemination of the national time scale and by contributing to Co-ordinated Universal Time.



## Substance Unit mole Symbol (mol)

The mole is the amount of substance of a system which contains as many elementary entities as there are atoms in 0.012 kilogram of carbon 12.

*Note: The carbon 12 atoms are unbound, at rest and in their ground state.*

Most chemical measurements require the determination of the composition of mixtures, rather than the absolute determination of the amount of substance present (e.g. the concentration of lead in drinking water). So, in general, chemists measure ratios of amounts of substance rather than amount of substance directly.



## Length Unit metre Symbol (m)

The metre is the length of the path travelled by light in vacuum during a time interval of  $1/299\,792\,458$  of a second.

The speed of light is a universal constant of nature making it ideal as a length standard.

At NPL the metre is most commonly realised through the wavelength of the 633 nm radiation from an iodine-stabilised helium-neon laser, with an uncertainty of about 3 parts in  $10^{11}$ . This is equivalent to measuring the Earth's mean circumference to about 1 mm.



## Light Unit candela Symbol (cd)

The candela is the luminous intensity, in a given direction, of a source that emits monochromatic radiation of frequency  $540 \times 10^{12}$  hertz and that has a radiant intensity in that direction of  $1/683$  watt per steradian.

At NPL the candela is realised using the cryogenic absolute radiometer, an instrument capable of measuring optical power (in watts) in a laser beam to an uncertainty of better than 0.01%. The measured laser beam is used to calibrate a photometer, a detector with a filter to mimic the spectral response of the human eye, which is then used to measure the luminous intensity (in candelas) emitted by a tungsten lamp (or other types of light source) with an uncertainty of 0.2%.



## Mass Unit kilogram Symbol (kg)

The kilogram is the unit of mass; it is equal to the mass of the international prototype of the kilogram.

*Note: K, the International prototype of the kilogram is made of platinum (90%) and Iridium (10%) and is kept at the International Bureau of Weights and Measures (BIPM) in France; the British copy (No. 18) is kept at NPL.*

The kilogram is the last remaining base unit to be defined as a physical object. All standards of mass must ultimately be traceable to this one object. The search is on in a number of scientific laboratories (including NPL) to try to find a way of defining the kilogram in terms of a fundamental constant, two key approaches are being pursued: building an electrical kilogram and counting atoms.



## Temperature Unit kelvin Symbol (K)

The kelvin, unit of thermodynamic temperature, is the fraction  $1/273.16$  of the thermodynamic temperature of the triple point of water.

The triple point of water is the unique temperature at which the three phases of water (solid, liquid and vapour) co-exist. It is fractionally higher than the melting point of water, being  $0.01^\circ\text{C}$  or  $273.16\text{ K}$ .



## 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	$I_v$

Büyükük	Birim	Sembolü	Tanımı
Zaman	saniye	s	"s" sembolü ile ifade edilen saniye, zamanın SI birimidir. Birim, Sezyum 133 atomunun temel enerji seviyesindeki iki aşırı 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.
Kütle	kilogram	kg	"kg" sembolü ile ifade edilen kilogram, kütlenin SI birimidir. Birim, Planck sabitinin ( $h$ ) sabitlenmiş sayısal değeri, $kg m^2 s^{-1}$ 'e eşit olan J s birimi cinsinden ifade edildiğinde, $6,626 070 15 \times 10^{-34}$ alınarak tanımlanmıştır. Burada metre ve saniye $c$ ve $\Delta\nu_{Cs}$ üzerinden tanımlanmıştır.
Elektrik Akımı	amper	A	"A" sembolü ile ifade edilen amper, elektrik akımının SI birimidir. Birim, elementer elektrik yükünün ( $e$ ) sabitlenmiş sayısal değeri $1,602 176 634 \times 10^{-19}$ C alınarak tanımlanmıştır. Burada C birimi A s 'ye eşit olup, saniye de $\Delta\nu_{Cs}$ üzerinden tanımlanmıştır.

Termodinamik Sıcaklık	kelvin	K	"K" sembolü ile ifade edilen kelvin, termodinamik sıcaklığın SI birimidir. Birim, Boltzmann sabitinin ( $k$ ) sabitlenmiş sayısal değeri, $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ 'e eşit olan $\text{J K}^{-1}$ birimi cinsinden ifade edildiğinde, $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ alınarak tanımlanmıştır. Burada yer alan kilogram, metre ve saniye ise $h$ , $c$ ve $\Delta v_{Cs}$ üzerinden tanımlanmıştır.
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 olacak şekilde tanımlanmıştır. Burada kilogram, metre ve saniye birimleri $h$ , $c$ ve $\Delta v_{Cs}$ üzerinden tanımlanmıştır.

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

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

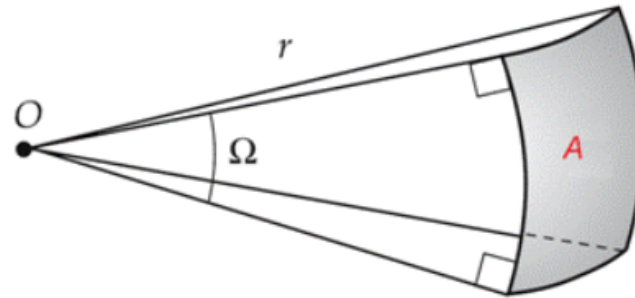
$$1rad = 63,7gon$$

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

## Katı Açı Birimi

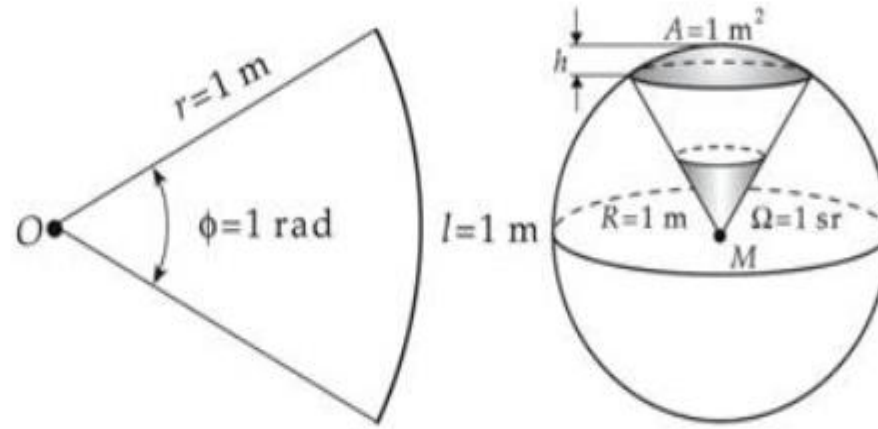
Katı aç; Yarıçapı 1 m ve koninin ucu kürenin merkezide olan ve kürenin yüzeyinde 1 m<sup>2</sup> alana eşit konin gördüğü merkez açı ise bir steradyandır ( $\Omega$ ).

Açı ve Yay			
$\Omega = \frac{A}{r^2}$	Sembolü	Birimi	Büyükük
	$\Omega$	sr	Katı Açı
	A	m <sup>2</sup>	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.*

## 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)	$10^{-24}$

Boyutsal tutarlılık, bir denklemin her iki tarafındaki sayısal değerlerin birimlerinin uyuşmasıdır.

Örneğin, aşağıdaki durumlarda  $PV = nRT$  Evrensel Gaz Yasası denklemini kontrol edin :

- basınç  $P$  paskal cinsindedir (Pa)
- hacim  $V$  metreküp cinsindedir ( $m^3$ )
- $n$  maddesinin miktarı mol cinsindedir (mol)
- evrensel gaz kanunu sabit  $R$  Pa·m<sup>3</sup> / (mol·K) olan 8,3145
- sıcaklık  $T$  Kelvin cinsinden (K)

$$\text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \frac{\cancel{\text{mol}}}{1} \times \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\cancel{\text{mol}} \cancel{\text{K}}} \times \frac{\cancel{\text{K}}}{1}$$



$$\rho = \frac{M}{V}$$

Воздух

$$\left[ \frac{M}{L^3} \right]$$

Бирим (СИ)

$$\left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$



$$\sigma = \frac{M}{A}$$

$$\left[ \frac{M}{L^2} \right]$$

$$\left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$



$$\lambda = \frac{M}{L}$$

$$\left[ \frac{M}{L} \right]$$

$$\left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right)$$

# MÜHENDİSLİKTE TAHMİN

Gerçek donanımlarda bazı kusurların ve belirsizliklerin her zaman mevcut olduğu göz önüne alındığında, mühendisler genellikle mertebe tahminleri yaparlar. Tasarım sürecinin erken dönemlerinde, örneğin, mertebe yaklaşımları fizibilite açısından potansiyel tasarım seçeneklerini değerlendirmek için kullanılır.

bir yapının ağırlığı, bir makinanın ürettiği veya tükettiği güç gibi.

- Hızlı yapılan bu tahminler, mevcut fikirleri odaklamak, detayların belirlenmesinde önemli çabalar harcanmadan önce bir tasarım için elde olan seçenekleri daraltmak için faydalıdır.
- Yaklaşımların tam farkında olarak ve bir cevaba ulaşmak için makul yaklaşımların yapılması gerektiği bilinci ile mühendisler mertebe tahminleri yaparlar. Aslında , 'mertebe' terimi hesaplamalarda ele alınan niceliklerin (ve nihai sonucun) bir 10 faktörü derecesinde doğru olduğunu ima etmektedir.
- Bu tahmin yapılacak hesaplamalar için bir başlangıç noktası oluşturur. Bu tür hesaplamalar eksik ve kesin olmadığı kabul edilen bilinçli tahminlerdir. Ve elde hiçbirşey olmamasından iyidir.

Bir insanın boyu  $10^x$  m  $10^0$  m ??  $10^1$ m



Bir otomobilin ağırlığı  $10^x$  kg  $10^1$  ?  $10^2$ ?  $10^3$  ?



Bir sineğin ortalama uçuş hızı 😊



# ÖDEV

- 1) «Metrenin 200 yıllık yolculuğu» adlı makaleyi okuyunuz
- 2) Sisteme yüklenen konuyla ilgili 25 adet problem verilmiştir. Problemleri cevaplayınız.  
Ödev teslimi: 8 Ocak 2021 Cuma

### **Problem P3.1**

Ağırlığınızı pound ve newton birimlerinde, kütlenizi de slug ve kilogram birimlerinde ifade ediniz.

### **Problem P3.2**

Boyunuzu inç, foot ve metre birimlerinde ifade ediniz.

### **Problem P3.3**

Rotor tarafından süpürülen birim alan için rüzgâr gücü  $2.4 \text{ kW/m}^2$ 'dir. Bu niceliği  $\text{hp/ft}^2$  birimine dönüştürünüz.

### **Problem P3.4**

Dünya standartlarındaki bir koşucu yarı mil mesafeyi 1 dakika 45 saniye içerisinde koşmaktadır. Koşucunun ortalama hızı kaç  $\text{m/s}$ 'dir?



### Problem P3.5

Bir Amerikan galonu  $0.1337 \text{ ft}^3$ 'e denktir. 1 ft ise  $0.3048 \text{ m}$ 'ye ve  $1000 \text{ L}$   $1 \text{ m}^3$ 'e denktir. Bu tanımları kullanarak galon ve litre arasındaki dönüşüm faktörünü bulunuz.

### Problem P3.6

Bir binek otomobil reklamında otoyol için  $29 \text{ mi/gal}$  yakıt ekonomisi belirtilmiştir. Bu oranı  $\text{km/L}$  olarak ifade ediniz.

### Problem P3.7

- (a)  $100 \text{ W}$  gücündeki bir ev ampülü ne kadar beygir gücü tüketir?
- (b)  $5 \text{ hp}$  gücündeki bir çim makinesi motoru kaç  $\text{kW}$  güç üretmektedir?

### Problem P3.8

2010 Deepwater Horizon felaket sırasında Meksika Körfezi içine dökülen yağ miktarı tahmini olarak 120-180.000.000 gal'dur. Bu aralığı L, m<sup>3</sup> ve ft<sup>3</sup> olarak ifade ediniz.

### Problem P3.9

1925 yılında, Missouri, Illinois ve Indiana'yı etkileyen Üç Eyalet Kasırganı 219 mi genişliğindeki bir alanda 695 kişinin ölümü ile sonuçlanan bir yakıma sebep olmuştur. Kasırgadaki maksimum rüzgâr hızı 318 mph olmuştur. Bu hızı km/h ve ft/s olarak ifade ediniz.

### Problem P3.10

Su kaydırağı büyük su parklarında daha popüler hale gelmektedir. Bu kaydıraklarda binicilerin hızı 19 ft/s'ye ulaşabilmektedir. Bu hızı mph olarak ifade ediniz.

### Problem P3.13

Uçuş 143 için çeşitli yakıt büyüklüklerini hesaplayınız. Uçuştan önce uçakta 7682 L yakıt var idi, yakıt tanklarının doldurularak kalkışta 22,300 kg yakıt olması istenmektedir.

- Yanlış olan dönüşüm faktörü 1.77 kg/L'yi kullanarak, uçağa eklenen yakıt miktarını kg biriminde bulunuz.
- Doğru olan dönüşüm faktörü 1.77 lb/L'yi kullanarak, uçağa eklenen yakıt miktarını kg biriminde bulunuz.
- Uçağın yapması gereken yolculuk için gerekli olan yakıtın yüzde kaç eksik idi? Hesaplamalarınızda ağırlık ve kütle niceliklerini ayırt etmeyi unutmayınız.

### Problem P3.14

Bir dört-çeker spor vagon aracının bir lastiğinin yüzeyinde "44 psi'nin üzerinde şişirmeyin" uyarısı bulunmaktadır ve psi, pound/inç<sup>2</sup>'nin kısaltması olan basınç birimidir. Lastik için belirlenen maksimum basıncı (a) USCS birimi olan lb/ft<sup>2</sup> (psf) ve (b) SI birimi olan kPa olarak ifade ediniz.

### Problem P3.15

Güneş ışığı tarafından iletilen gücün miktarı enlem ve kolektör yüzey alanına bağlıdır. Belirli bir kuzey enleminde ve açık bir günde, güneş enerjisi 0,6 kW/m<sup>2</sup> şiddetinde yere vurur. Bu değeri alternatif USCS birimi (ft · lb/s)/ft<sup>2</sup> olarak ifade ediniz.

### Problem P3.16

Bir sıvının *viskozite* denen özelliği sıvının iç sürtünmesini ve deformasyona karşı direncini temsil eder. Örneğin, hafif motor yağının viskozitesinin gres yağınınkinden düşük olduğu gibi suyun viskozitesi de pekmez veya baldan daha düşüktür. Makine mühendisliğinde viskoziteyi tanımlamak için

kullanılan bir birim, akışkanlar mekaniğinde bazı ilk deneyler gerçekleştiren fizyolog Jean Louis Poiseuille'e atfen *poise* adını almıştır. Bu birimin tanımı  $1 \text{ poise} = 0.1 \text{ (N} \cdot \text{s)/m}^2$ . 1 poise'ün aynı zamanda  $1 \text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{s})$ 'ye denk olduğunu gösteriniz.

### Problem P3.17

Problem P3.16'daki tanımı kullanarak, viskozitesi  $0.25 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$  olan bir motor yağının viskozitesini (a) poise ve (b)  $\text{slug}/(\text{ft} \cdot \text{s})$  birimlerinde bulunuz.

### Problem P3.18

Problem P3.16'daki tanımı kullanarak suyun viskozitesi 0.01 poise ise, bu niceliği (a)  $\text{slug}/(\text{ft} \cdot \text{s})$ , (b)  $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$  birimlerinde bulunuz.

### Problem P3.25

Aşağıdaki denklemlerin hangilerinin boyutsal olarak tutarlı olduğunu belirleyiniz.

$$F = \frac{1}{2}m\Delta x^2 \quad F\Delta V = \frac{1}{2}m\Delta x^2 \quad F\Delta x = \frac{1}{2}m\Delta V^2 \quad F\Delta t = \Delta V \quad F\Delta V = 2m\Delta t^2$$

$F$  kuvvet,  $m$  kütle,  $x$  mesafe,  $V$  hız ve  $t$  zamandır.

### Problem P3.26

Problem P3.23, Tablo 3.5 ve,  $c_p$  ve  $\mu$  için, sırasıyla,  $\text{Btu}/(\text{slug} \cdot ^\circ\text{F})$  ve  $\text{slug}/(\text{ft} \cdot \text{h})$  birimlerini kullanarak,  $Pr$  tanımındaki termal iletkenlik katsayısının USCS sistemindeki birimi ne olmalıdır?

### Problem P3.32

Hava basıncı farkı nedeniyle ticari bir jet uçağının yolcu penceresine etki eden kuvveti tahmin ediniz.

### Problem P3.33

Aşağıdaki niceliklerin merteye büyüklükleri için sayısal değerler veriniz. Yapmanız gereken kabul ve yaklaşımlarınızın makul olduğunu açıklayınız ve gerekçelendiriniz.

- Tipik bir iş günü akşamı dönüşünde iki yoğun caddeyi birleştiren bir kavşaktan geçen otomobil sayısı,
- Bir üniversite kampüsündeki büyük bir binanın dış cephesinde bulunan tuğla sayısı,
- Bir üniversite kampüsündeki yaya yollarındaki betonun hacmi.

### Problem P3.34

Aşağıdaki sistemler için Problem P3.33'ü tekrar ediniz:

- Olgunlaşmış bir akçaağaç veya meşe ağacı üzerindeki yaprak sayısı,
- Olimpik boyutlardaki bir yüzme havuzundaki suyun litre olarak hacmi,
- Doğal çimli bir futbol sahasındaki çimenlerin yaprak sayısı.

### Problem P3.35

Aşağıdaki sistemler için Problem P3.33'ü tekrar ediniz:

- Sınıfınıza sığabilecek olan golf toplarının sayısı,
- Hergün doğan insanların sayısı,
- Üniversitenizde öğrenciler tarafından bir dönemde tüketilen gıdaların ağırlığı.

### **Problem P3.38**

Bir havaalanında yapılan 5000 araçlık kare şeklindeki bir park yeri için gerekli olan arazi büyüklüğünü tahmin ediniz. Erişim yolları için boşlukları da göz önünde bulundurunuz.

### **Problem P3.39**

Bir otomobil montaj fabrikası günde 400 araç üretmektedir. Bu araçları üretmek için gerekli çeliğin ağırlığı için bir merteye tahmini yapınız. Yapmanız gereken kabul ve yaklaşımlarınızın makul olduğunu açıklayınız ve gerekçelendiriniz.

### **Problem P3.40**

Son derece doğru bir sayısal değer elde etmenin zor olduğu ancak kendisi için bir merteye yaklaştırımının yapılabileceği ve günlük yaşamınızda karşılaştığınız bir nicelik düşününüz. Niceliği tanımlayınız, yaklaşık değerini belirleyiniz ve yapmanız gereken kabul ve yaklaşımlarınızın makul olduğunu açıklayınız ve gerekçelendiriniz.