

1. Bölüm

FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE BİRİM SİSTEMLERİ

1.1 Fiziksel Büyüklükler

Fiziksel büyüklükler, fiziğin temel yapı taşları olan doğa olaylarının anlatımında kullanılır. Bunlar; konum, yerdeğiştirme, uzunluk, zaman, hız, kuvvet, direnç, yoğunluk, basınç, sıcaklık, kütle, aydınlatma şiddeti, manyetik alan şiddeti gibi büyüklüklerdir. Bu büyüklükler günlük yaşamda birçok alanda karşımıza çıkar.

Fiziksel büyüklüğün bir anlam kazanabilmesi için, o büyüklüğün ölçüm işlemini bir kurala bağlamak ve ölçüm sonucunu birim ile birlikte belirtmek gerekir. Bu da fiziksel bir büyüklüğe standart belirleme zorunluluğu getirir. Belirlenen standardın istenen büyüklüğü anlaşılır biçimde betimlemesi gerekmektedir.

Fizikte kullanılan büyüklükler birbirlerinden bağımsız değildirler. Örneğin; hız, alınan yolun zamana oranıdır. Bu da fizikte temel bir takım büyüklükler belirlenip, bu büyüklükleri temel alıp, diğer büyüklükleri, bunlar cinsinden açıklamanın daha anlaşılır olmasını sağlar.

Fiziksel büyüklüklerin tümünü en kolay bir şekilde türetebilecek, en az sayıda temel büyüklük seçilmelidir. Bu konudaki bilimsel çalışmalar sürmektedir.

1.2 Birim Sistemleri

Ölçü ayarlarında dayanan uluslararası birimler sistemini kurmak ve geliştirmek ölçübiliminin (metroloji) konusudur. Evrensel metrik birim sistemi yardımıyla, dünyanın her yerinde geçerli ve ortak tek bir sistem oluşmuştur. XX. Yüzyıl boyunca fizik alanında oluşan teknolojik ve kuramsal ilerlemeler, atom enerji düzeyleri arasındaki geçişlere dayanan çok hassas zaman ve uzunluk ölçü ayarlarını gerekli kılmıştır. Her zaman daha fazla evrenselliğin peşinde olan ölçübilim, yeni bir evrim göstererek uluslararası birim sistemini geliştirmiştir. Evrenin fiziksel değişmezlerine dayanarak tanımlanmış olan uluslararası birimler, çok daha değişmez ve evrensel özelliktedirler. Ölçübiliminin amacı; bütün birimleri, bilinen kesin ve değişmez büyüklüklerde olan fiziğin temel değişmezleri ile tanımlamaktır.

Temel fizik çalışmalarında kullanılan Gauss sistemi, günlük işlerde kullanılan İngiliz sistemi, Alman sistemi olarak kullanılan CGS, metrik sistem (MT), metrik teknik sistem (MTS) ve Uluslararası sistem (SI) olarak kullanılmaktadır. Birim sistemleri arasındaki büyüklüklerin birbirleri cinsinden karşılıkları vardır.

Uluslararası Birim Sistemi (SI)

1971 yılında toplanan Uluslararası Ağırlık ve Ölçmeler Genel Konferansı, aşağıdaki tabloda belirtilen büyüklükleri temel büyüklük olarak belirlemiştir.

Tablo 1.2.1 SI'da Temel büyüklükler

Fiziksel Büyüklük	Birimi	Simge
Uzunluk	metre	m
Kütle	kilogram	kg
Zaman	saniye	s
Elektrik akımı	amper	A
Termodinamik sıcaklık	kelvin	K
Cismin çokluğu(miktar)	mole	mol
Aydınlatma şiddeti	candela	cd

Bu temel büyüklüklerin yanında fizikte kullanılan bazı türetilmiş büyüklükler bulunmaktadır. Tablo 1.2.2'de türetilmiş büyüklükler verilmiştir.

Tablo 1.2.2 SI'da Türetilmiş Büyüklükler

Fiziksel Büyüklük	Birimi	Simge
Kuvvet	Newton(N)	F
Basınç	Pascal (Pa)	P
Alan	m ²	A
Hacim	m ³	V
Özkütle	kg/m ³	d
Enerji	Joule(J)	E
Frekans	Hertz(Hz)	f
Güç	Watt(W)	P
Direnç	Ohm(Ω)	R
Gerilim	Volt(V)	V
debi	m ³ /s	V
Hız	m/s	v
ivme	m/s ²	a
momentum	kg. m/s	P
Elektrik Alan şiddeti	V/m	E
Açısal hız	rad/s	ω
Açısal ivme	rad/s ²	α
İş	joule	W

Tablo 1.2.3 Temel ve Türetilmiş büyüklüklerin SI ve MKS'deki karşılıkları

Büyüklik	MKS Birimleri (Metre-Kilogram-Saniye)	SI Birimleri (Système International d'Unités)
Uzunluk	Metre (m)	Metre (m)
Kütle	Kg.s ² /m	Kilogram (kg)
Zaman	Saniye (sn)	Saniye (sn)
Kuvvet	Kilogram (kg)	Newton (N = kg.m/s ²)
Enerji	Kg.m	Joule (J = N.m)
Güç	Kg.m/sn	Watt (W = J/sn)
Gerilme	Kg/m ²	Pascal (Pa = N/m ²)
MKS (metrik) Birim Sistemi		SI Birim Sistemi
1 N/mm ² = 10 Kg/cm ²		N/mm ² ya da MPa (mega)
1 kN = 0.1 t = 100 kg		kN (kilo Newton)
1 kN/m ² = 0.1 t/m ² = 100 kg/m ²		kN/m ²
1 kN/m = 0.1 t/m = 100 kg/m		kN/m
1 kN.m = 10 t.cm = 100 kgf.m		kN.m
1 kN.cm = 0.1 t.cm = 1 kgf.m		kN.cm

SI'da kullanılan temel büyüklükler, teknolojik uygulamalarda karşımıza çok küçük ya da çok büyük değerler olarak çıkabilirler. Bilgisayardaki sabit disk kapasitesi, elektrik santrallerinde üretilen güç, iki olay arasında geçen zaman gibi. Bunun için SI birim sistemlerinin alt ve üst katlarından yararlanılır. Tablo 1.2.4'te alt ve üst katlar verilmiştir.

Tablo 1.2.4 Alt ve Üst Katlar

Çarpan	Önek	Simge
10 ²⁴	yotta	Y
10 ²¹	zetto	Z
10 ¹⁸	eksa	E
10 ¹⁵	peta	P
10 ¹²	tera	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	kilo	k
10 ²	hekto	h
10 ¹	deka	da
10 ⁻¹	deci	d
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻³	mili	m
10 ⁻⁶	mikro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	piko	P
10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ⁻¹⁸	atto	a
10 ⁻²¹	zepto	z
10 ⁻²⁴	yocto	y

SI da uzunluk ölçüsü birimi olarak metre (m) kullanılırken, CGS de santimetre (cm) kullanılmaktadır. İngiliz sisteminde mekanikte kullanılan temel birimler, uzunluk (foot), kuvvet (pound), zaman (saniye) şeklindedir.

1.3 Ölçü Birimleri ve Dönüşümleri

1.3.1. Uzunluk Ölçü Birimi

SI birim sisteminde uzunluk ölçüsü birimi metre (m) dir Dünya çevresinin 40 milyondan biri bir birim olarak kabul edilmiş ve metre olarak isimlendirilmiştir. Ya da 1 m ışığın boşlukta 1/299792458 saniyede aldığı yoldur. Uzunluk ölçüleri 10'luk sisteme göre bölümlendirilir. Yani metrenin katları 10'ar 10'ar büyür, askatları ise 10'ar 10'ar küçülür. Katları ve alt katları arasındaki dönüşümler Tablo 1.3.1'de verilmiştir.

Tablo 1.3.1 Uzunluk Ölçüsü Birimleri

	Büyüklik	Sembol	Metre Karşılığı	Açıklama
<i>Katları</i>	Megametre	Mm	$1 \cdot 10^6$	Metrenin milyon katı
	Kilometre	Km	$1 \cdot 10^3$	Metrenin bin katı
	Hektometre	Hm	$1 \cdot 10^2$	Metrenin yüz katı
	Dekametre	dam	$1 \cdot 10^1$	Metrenin on katı
<i>Metre</i>	Metre	m	1	1
<i>Askatları</i>	Desimetre	dm	$1 \cdot 10^{-1}$	Metrenin onda biri
	Santimetre	cm	$1 \cdot 10^{-2}$	Metrenin yüzde biri
	Milimetre	mm	$1 \cdot 10^{-3}$	Metrenin binde biri
	Mikron	μm	$1 \cdot 10^{-6}$	Metrenin milyonda biri

$$1 \text{ mil} = 1609 \text{ m} = 1,609 \text{ km}$$

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m} = 30,48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} = 39,37 \text{ inç} = 3,281 \text{ ft}$$

$$1 \text{ inç} = 0,0254 \text{ m} = 2,54 \text{ cm}$$

1.3.2. Alan Ölçü Birimi

Alan ölçüsü birimi *metrekare* dir. Alan ölçüleri 100'lük sisteme göre bölümlendirilir. Yani metrekarenin katları 100'er 100'er büyür, alt katları ise 100'er 100'er küçülür. Katları ve alt katları arasındaki dönüşümler Tablo 1.3.2'de verilmiştir.

Tablo 1.3.2. Alan Ölçüsü Birimleri

	Büyüklik	Sembol	Metrekare Karşılığı	Açıklama
Katları	Kilometrekare	Km ²	1 * 10 ⁶	Metrekarenin milyon katı
	Hektometrekare (Hektar)	Hm ² (ha)	1 * 10 ⁴	Metrekarenin on bin katı
	Dekar	da	1 * 10 ³	Metrekarenin bin katı
	Dekametrekare (Ar)	dam ² (a)	1 * 10 ²	Metrekarenin yüz katı
Metrekare	Metrekare	m²	1	1
Askatları	Desimetrekare	dm ²	1 * 10 ⁻²	Metrekarenin yüzde biri
	Santimetrekare	cm ²	1 * 10 ⁻⁴	Metrekarenin on binde biri
	Milimetrekare	mm ²	1 * 10 ⁻⁶	Metrekarenin milyonda biri

1.3.3. Hacim Ölçü Birimi

Hacim ölçüsü birimi *metreküp*'dür. Hacim ölçüleri binlik sisteme göre bölümlendirilir. Yani metreküpün katları 1000'er 1000'er büyür, alt katları ise 1000'er 1000'er küçülür. Katları ve alt katları arasındaki dönüşümler Tablo 1.3.3'de verilmiştir.

Tablo 1.3.3. Hacim Ölçüsü Birimleri

	Büyüklik	Sembol	Metreküp Karşılığı	Açıklama
Katları	Kilometreküp	Km ³	1 * 10 ⁹	Metreküpün milyar katı
	Hektometreküp	Hm ³	1 * 10 ⁶	Metreküpün milyon bin katı
	Dekametreküp	dam ³	1 * 10 ³	Metreküpün bin katı
Metreküp	Metreküp	M³	1	1
Askatları	Desimetreküp	dm ³	1 * 10 ⁻³	Metreküpün binde biri
	Santimetreküp	cm ³	1 * 10 ⁻⁶	Metreküpün milyonda biri
	Milimetreküp	mm ³	1 * 10 ⁻⁹	Metreküpün milyarda biri

1.3.4. Litre Ölçü Birimi

Litre bir hacim ölçüsüdür ve birimi *Litre*'dir. Litre ölçüleri 10'luk sisteme göre bölümlendirilir. Yani Litrenin katları 10'ar 10'ar büyür, alt katları ise 10'ar 10'ar küçülür. Katları ve alt katları arasındaki dönüşümler Tablo 1.3.4'de verilmiştir.

Tablo 1.3.4. Litre Ölçüsü Birimleri

	Büyüklik	Sembol	Litre karşılığı	Açıklama
Katları	Kilolitre	kl	$1 \cdot 10^3$	Litrenin bin katı
	Hektolitre	hl	$1 \cdot 10^2$	Litrenin yüz katı
	Dekalitre	dal	$1 \cdot 10^1$	Litrenin on katı
Litre	Litre	$L (\ell)$	1	1
Askatları	Desilitre	dl	$1 \cdot 10^{-1}$	Litrenin onda biri
	Santilitre	cl	$1 \cdot 10^{-2}$	Litrenin yüzde biri
	Mililitre	ml	$1 \cdot 10^{-3}$	Litrenin binde biri

Tablo 1.3.4'den de görüldüğü gibi 1 dm^3 , 1 litreye eşittir (ℓ). Yine 1 cm^3 , 1 ml ye eşittir.

1.3.5. Açı Ölçü Birimi

- a) **Derece Bölümlendirmesi:** Bir dairenin çevresi 360 eşit parçaya bölünmüş ve her birine “derece” denilmiştir. Daire 4 eşit parçaya ayrılmış ve 90° den oluşan dörtte bir parçasına da “dik açı” adı verilmiştir.

1 Derece 60 eşit parçaya bölünmüş ve “dakika” adı verilmiş.

1 Dakika 60 eşit parçaya bölünmüş ve “saniye” adı verilmiştir.

O halde $1/60$ derece = 1 dakika ya da 1 derece = 60 dakika

$1/60$ dakika = 1 saniye ya da 1 dakika = 60 saniye

1 derecede = $60 \times 60 = 3600$ saniye'dir.

360 derece = 1 tam açı, yani dairenin çevresi olduğuna göre

360 derece = $360 \times 60 = 21600$ dakika

360 derece = $360 \times 60 \times 60 = 1,296,000$ saniye'dir.

1 derece (1°), 1 dakika ($1'$), 1 saniye ($1''$) şeklinde gösterilir.

- b) **Grad Bölümlendirmesi:** Bir dairenin çevresi 400 eşit parçaya bölünmüş ve her birine “grad” adı verilmiştir. (g) ile gösterilir. Bu sistemde dik açı 100^g dir.

1 Grad 100 eşit parçaya bölünerek 1 santigrad (1^c) bulunmuştur.

1 Santigrad 100 eşit parçaya bölünerek 1 santisantigrad (1^{cc}) bulunmuştur.

O halde $1/100 \text{ grad} = 1 \text{ santigrad}$ ya da $1 \text{ grad} = 100 \text{ santigrad}$
 $1/100 \text{ santigrad} = 1 \text{ santisantigrad}$ ya da $1 \text{ santigrad} = 100 \text{ antisantigrad}$
 $1 \text{ grad} = 100 \times 100 = 10,000 \text{ santisantigrad}$

Tam bir daire = $400 \text{ grad} = 400 \times 100 \text{ santigrad} = 40,000 \text{ santigrad}$

$400 \text{ grad} = 400 \times 100 \text{ santigrad} \times 100^{\text{cc}} = 4,000,000 \text{ santisantigrad}$ dır.

$1 \text{ grad} (1^{\text{g}})$, $1 \text{ santigrad} (1^{\text{s}})$, $1 \text{ santisantigrad} (1^{\text{cc}})$ şeklinde gösterilir.

Grad sisteminde toplama ve çıkarma işlemi, sayıların 10 tabanına göre toplanıp çıkarılması gibi yapılır.

1.3.6. Uzunluk, Alan Hacim Ölçüsü Birimleri Uygulamaları

Genel Olarak Tablo 1.3.6'dan yararlanarak Uzunluk, alan, hacim örneklerini çözebiliriz.

Tablo 1.3.6 Uzunluk, Alan, Hacim Ölçüsü Birimleri

Uzunluk		Alan		Hacim	
1 m	10^{-3} km	1 m	10^{-6} km^2	1 m	10^{-9} km^3
1 m	10^{-2} hm	1 m	10^{-4} hm^2	1 m	10^{-6} hm^3
1 m	10^{-1} dam	1 m	10^{-2} dam^2	1 m	10^{-3} dam^3
1 m		1 m		1 m	
1 m	10^{+1} dm	1 m	10^{+2} dm^2	1 m	10^{+3} dm^3
1 m	10^{+2} cm	1 m	10^{+4} cm^2	1 m	10^{+6} cm^3
1 m	10^{+3} mm	1 m	10^{+6} mm^2	1 m	10^{+9} mm^3

Hacim birimleri birbirlerine dönüştürülürken her bir basamak aşağı inildiğinde sayı 1000 ile çarpılır, her bir basamak yukarı çıkıldığında sayı 1000 e bölünür, aynı şekilde alan için 100'ün katları, uzunluk için 10'un katları şeklinde uygulanır (Tablo 1.3.7).

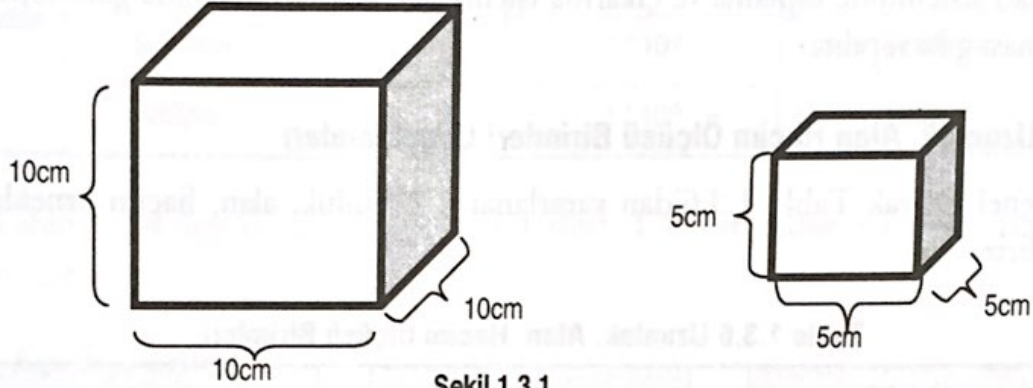
Tablo 1.3.6 İşlem yönünün gösterilmesi		
÷ 1000	↑	km^3
		hm^3
		dam^3
		m^3
		$\text{dm}^3 = \text{litre} (\ell)$
		$\text{cm}^3 = \text{m} \ell$
		mm^3
	↓	x 1000

Örnek 1.3.1

Şekil 1.3.1'deki gibi bir kenarı 10 cm olan küp şeklindeki cismin içine, bir kenarı 5 cm olan küp şeklindeki cisimden kaç tane yerleştirilebilir

Çözüm:

Hacim maddelerin ortak özelliklerindendir. Maddelerin boşlukta kapladıkları yer olarak tanımlanır. Maddelerin hacim hesabının bilinmesi birçok konuda bize işlem kolaylığı sağlar.



Şekil 1.3.1

Bir kenarı 10 cm olan küpün hacmi;

$$V=a^3 = 10.10.10 = 1000 \text{ cm}^3 \text{ eder.}$$

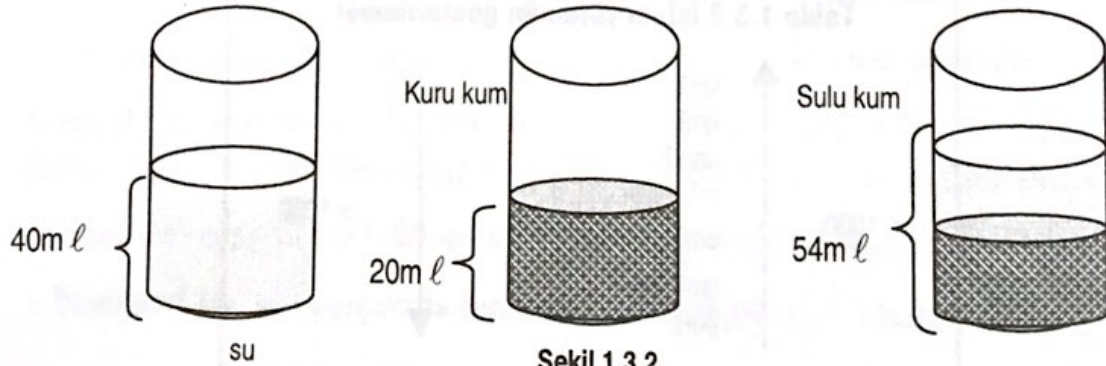
Bir kenarı 5 cm olan küpün hacmi;

$$V=a^3 = 5.5.5 = 125 \text{ cm}^3$$

Bir kenarı 10 cm olan küpün içine $1000/125 = 8$ tane bir kenarı 5 cm olan küpten yerleştirilir.

Örnek 1.3.2

Yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki silindirlerin içinde bulunan kuru kum ve su aynı silindir içerisinde karıştırıldığında, toplam hacmin değiştiği gözlenmektedir. Buna göre gerçek kum taneciklerinin hacmini bulunuz.



Şekil 1.3.2

Çözüm:

Şekil 1.3.2'deki su ve kuru kum olan silindirlerdeki maddeleri başka bir silindir içersine döktüğümüzde toplam hacmin 60 cm^3 olması gerekirken 54 cm^3 olarak ölçülmüştür. Bunun nedeni maddelerin ortak özelliklerinden biri olan boşluklu yapıya sahip olmalarıdır. Kuru kum tanecikleri içindeki boşluk su ile dolmuştur. Dolayısıyla gerçek kum taneciklerinin hacmi

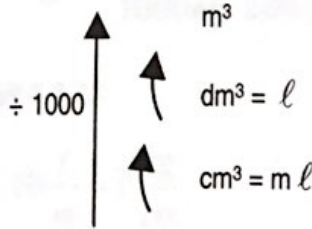
$$V_{\text{gerçek}} = V_{\text{sulukum}} - V_{\text{su}} = 54 - 40 = 14 \text{ m l şeklinde bulunur.}$$

Örnek 1.3.3

250 m l kaç m^3 eder? Bulunuz.

Çözüm:

m l hacim ölçüsü birimdir. m l 'den m^3 'e gelmek için 2 basamak yukarı çıkıldığından sayı 2 kez 1000 e bölünür.



$$250 \text{ m l} = \frac{250}{1000 \cdot 1000} \text{ m}^3$$

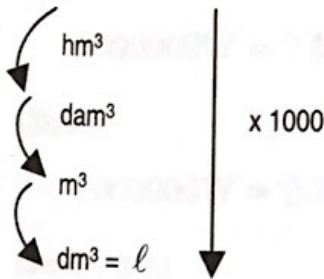
$$250 \text{ m l} = \frac{25}{1 \cdot 10^5} \text{ m}^3$$

$$250 \text{ m l} = 25 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$250 \text{ m l} = 0.00025 \text{ m}^3$$

Örnek 1.3.4

6 hm^3 kaç l eder? Bulunuz.

Çözüm:

1 l = 1 dm^3 olduğundan, hm^3 'den dm^3 'e gelmek için 3 basamak aşağı inileceğinden sayı 3 kez 1000 ile çarpılır.

$$6 \text{ hm}^3 = 6 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1000$$

$$6 \text{ hm}^3 = 6 \text{ 000 000 000 l}$$

$$6 \text{ hm}^3 = 6 \cdot 10^9 \text{ l}$$

Örnek 1.3.5

$72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ = kaç $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ eder? Bulunuz.

Çözüm:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = \frac{72 \cdot 1000}{3600} = \frac{720}{36} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ olarak bulunur.}$$

Not: Aynı sorunun çözümü için $72 \cdot 1000/3600$ işlemi de yapılabilir.

Örnek 1.3.6

$$25 \frac{m}{s} = \text{kaç} \frac{km}{h} \text{ eder? Bulunuz.}$$

Çözüm:

$$25 \frac{m}{s} = \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1km}{1000m} = \frac{25 \cdot 3600}{1000} = \frac{25 \cdot 36}{10} = \frac{900}{10} = 90 \frac{km}{h}$$

Örnek 1.3.7

$$3 \text{ gr/cm}^3 = \text{kaç} \text{ kg/m}^3 \text{ eder? Bulunuz.}$$

Çözüm:

$$3 \frac{gr}{cm^3} \cdot \frac{1cm^3}{1 \cdot 10^{-6} m^3} \cdot \frac{1kg}{1000gr} = \frac{3}{10^{-3}} = 3 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

Örnek 1.3.8

$$2 \ell = \text{kaç} \text{ hm}^3 \text{ eder? Bulunuz.}$$

Çözüm:

$$1 \ell = 1 \text{ dm}^3 \text{ demektir.}$$

dm^3 'den hm^3 'e çıkarken 3 kere 1000'e böleriz, o da bölü 10^9 demek olduğundan

$$2 \ell = 2/10^9 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ hm}^3 \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.9

$$40 \text{ mil/saat} = \text{kaç} \text{ m/s} \text{ eder? Bulunuz.}$$

Çözüm:

$$40 \frac{mil}{saat} = \frac{1610m}{1mil} \cdot \frac{1saat}{3600s} = 17,9 \text{ m/s} \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.10

$$20 \text{ fit} = \text{kaç} \text{ m} \text{ eder? Bulunuz.}$$

Çözüm:

$$20 \cdot \frac{0.305m}{1ft} = 6.10m \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.11

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = ? \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Çözüm:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{10^4 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} = 10 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.12

$$1 \text{ kg.cm} = ? \text{ t.m}$$

Çözüm:

$$1 \text{ kg.cm} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = \frac{1}{100000} \text{ t.m} \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.13

$$10 \frac{\text{t}}{\text{m}} = ? \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Çözüm:

$$10 \frac{\text{t}}{\text{m}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.14

$$2000000 \text{ W} = ? \text{ MW}$$

Çözüm:

$$2000000 \text{ W} = 2 \cdot 10^6 \text{ W} = 2 \text{ MW} \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 1.3.15

$$100000 \text{ N/m}^2 (\text{Pa}) = ? \text{ kPa} = ? \text{ MPa}$$

Çözüm:

$$100000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa} \text{ olarak bulunur.}$$