

Uluslararası Birimler Sistemi

International System of Units (SI)

Tevfik GÜYAGÜLER (*)

ÖZET

Bu yazıda son yıllarda kullanılması hemen hemen zorunlu duruma gelen SI birimler sisteminin öncelikle temel ve türetilmiş birimler ve simgeleri, daha sonra da SI dışı birimlerin (uzunluk, kütle, zaman, kuvvet, basınç, alan, hacim, konsantrasyon, hız, hacim debisi, ivme, yoğunluk, viskozite, enerji, güç, termodinamik sıcaklık) simge ve çeviri faktörleri verilmiştir.

Buna ek olarak elektrik konusuna ilişkin birimler ve SI eşdeğerleri ile havalandırmada kullanılan SI birimleri ve diğer birim eşdeğerleri de bu yazıda yer almaktadır.

ABSTRACT

In this paper, the basic and derived units and symbols of SI are given in detail owing the fact that they have become a necessity in all over the world recent years. The symbols and conversion factors of length, mass, time, force, pressure, area, volume, concentration, velocity, flowrate, acceleration, densiyy, viscosity, energy, power and thermodynamic heat are described.

In addition, units used in electricity and SI equivalents; SI units used in mine ventilation and their equivalents in other unit systems are presented in different sections.

(*) Dr. Öğretim Görevlisi, Maden Yük. Mühendisi, ODTÜ Maden Müh. Böl., ANKARA

1. GİRİŞ

Uluslararası Birimler Sistemi (SI), başta endüstride gelişmiş ülkeler olmak üzere hemen hemen bütün dünya ülkelerince kabul edilmiş ya da kabul edilmek üzeredir. Bu birim değişikliğinin nedeni, SI birimlerinin kullanımında getirdiği kolaylık ve yararları göz önüne alındığında kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Tüm ülkelerin SI sistemini kullanmaya başladığı dünyamızda, ülkemizin de bu sistemi bir an önce kabul edip uygulamaya sokması gerekmektedir, Aksj halde yakın gelecekte ticari ve teknolojik alışverişte bulunduğumuz ülkeler ile her alanda anlaşamaz duruma düşebiliriz.

SI birimlerinin kullanıma geçirilmesi, öncelikle ilk öğretimden başlayarak tüm eğitim kurumlarında bu sistemin öğretilmesi yazılan tüm makale, bildiri, kitap vb. yayınlarda bu birim sisteminin kullanılması ve diğer birimlerin kullanılmasına izin verilmemesi yolu ile sağlanacaktır.

Bu sistem ile metrik sistemin kullanılmasında görülen sorunlar ve zorluklar giderilmiştir. Zira bu sistemin en büyük özelliği her fiziksel büyüklük için bir tek birimin tanımlanmış olmasıdır. Diğer önemli bir özelliği ise her fiziksel değer için tek ve iyi tanımlanmış simgelerin kullanılmasıdır. Bu şekilde farklı disiplinlerde aynı simgelerin farklı değerler için kullanılması sonucu görülen karışıklıklar giderilmiş olacaktır. Örneğin, bu sistemde: Birim kuvvet, birim kütlenin birim ivme ile çarpımıdır.

$$1 \text{ Kg} \times 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ N (Newton)}$$

Birim iş : birim kuvvetin, birim uzaklık ile çarpımına eşittir.

$$1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ J (Joule)}$$

Günümüzde mühendislik hesaplamalarında değişik birim sistemleri kullanılmaktadır. Ülkemizde halen kullanılmakta olan metrik sistem, kendi içinde bile değişik alt sistemler içermektedir.

Örneğin, kimi zaman, metrik sistemin bir türü olan cgs (centimeter-gram-second), kimi zaman da mks (metre - kilogram-second) kullanılmaktadır. Bazı konularda ise imperial (inch, pound vb.) birimleri kullanılmaktadır. Bu karmaşıklık kendi içerisinde çok değişik şekillerde gösterilebilmektedir. Örneğin : Kg/m^2 , gr/cm^2 , ton/m^2 , libre/ft^2 , ton/ft^2 , libre/in^2 , vb. basınç birimleri olup değişik simgelerle gösterilebilmektedir.

SI birimlerinde ise basınç birimi pascal (Newton/m^2) olup Pa simgesi ile gösterilmektedir. Basınç kelimesi, SI birimleri kullanıldığında tüm kargaşalık ortadan kalkacak ve aklımıza tek birim, Paskal (Pa) gelecektir.

SI Birimleri «Temel» ve «Türetilmiş» olmak üzere ikiye ayrılır.

2 TEMEL BİRİMLER

SI birimlerinin esasını «Temel Birimler» olarak bilinen birimler oluşturmaktadır. Bu birimler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 — Temel Birimler

Büyüklük	Adı	Simgesi
Uzunluk	Metre	m
Kütle	Kilogram	Kg
Zaman	Saniye	s
Elektrik akımı	Amper	A
Termodinamik sıcaklık	Kelvin	K
Madde birimi	Mole	mol
Işık şiddeti	Kandela	cd

3. TÜRETİLMİŞ BİRİMLER

Temel Birimlerden yararlanılarak, sayısal çarpan kullanılmadan, matematiksel işlemlerle birleştirilerek «Türetilmiş SI Birimleri» elde edilmiştir. Özel adları olan türetilmiş birimler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 - Özel Adları Olan SI Türetilmiş Birimleri

Büyükük	Adı	Simgesi	Tanımı	Temel Birimler cinsinden tanımı
Frekans	hertz	Hz	s^{-1}	s^{-1}
Kuvvet	newton	N	$kg \cdot m/s^2$	m, kg, s^{-2}
Basınç, gerilme	pascal	Pa	N/m^2	m^{-1}, kg, s^{-2}
Enerji	joule	J	$N \cdot m$	m^2, kg, s^{-2}
Güç	watt	W	J/s	m^2, kg, s^{-3}
Elektrik yükü	coulomb	C	$A \cdot s$	s, A
Elektrik gerilimi	volt	V	W/A	m^2, kg, s^{-3}, A^{-1}
Elektrik sığası	farad	F	C/V	$m^{-2}, kg^{-1}, s^4, A^2$
Elektrik direnci	ohm	Ω	V/A	m^2, kg, s^{-3}, A^{-2}
Elektrik iletkenliği	siemens	S	Ω^{-1}	$m^{-2}, kg^{-1}, s^{-3}, A^2$
Magnetik akı	weber	Wb	$V \cdot s$	m^2, kg, s^{-2}, A^{-1}
Magnetik akı yoğunluğu	tesla	T	Wb/m^2	kg, s^{-2}, A^{-1}
İndüktans	henry	H	Wb/A	m^2, kg, s^{-2}, A^{-2}
Işık akısı	lümen	lm	cdsr	cd, sr
Aydınlatma Etkinlik (radyonüklitlerin)	lüks	lx	lm/m^2	m^{-2}, cd, sr
Soğurulma miktarı (ışınım)	bequerel	Bq	S^{-1}	s^{-1}
	gray	Gy	J/kg	m^2, s^{-2}

SI birimleri dışında kalan ancak önemli ve yaygın kullanımı olan bazı birimlerin SI birimleri ile birlikte kullanılabilmesi kabul edilmiştir. Bu birimler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 — SI Birimleri ile Kullanılabilmesi Kabul Edilmiş Olan Birimler

Birim	Simgesi	SI Eşdeğeri
Dakika	min	60 s (Saniye)
Saat	h	3600 s
Gün	d	86 400 s
Derece	°	$1^\circ = (1/180) \text{ rad}$
Dakika	'	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10800) \text{ rad}$
Saniye	"	$1'' = (1/60)' = (\pi/648 000) \text{ rad}$
Litre	l	$1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
Ton (Metrik)	t	10^3 kg

4 DEĞİŞİK BİRİMLER İÇİN ÇEVİRİ FAKTÖRLERİ

SI birimlerinin kullanımını ve diğer birimlerden SI ye geçişi kolaylaştırmak amacıyla belirli birimler için çevirme faktörleri aşağıda verilmiştir.

4.1. Uzunluk

Uzunluk SI birimlerinde «m» ile gösterilir. Çizelge 4 uzunluk için birim çeviri faktörlerini göstermektedir.

Çizelge 4 — Değişik Uzunluk Birimlerinin SI Eşdeğerleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri
Inç	in	25,4 mm = 0,0254 m
Ayak	ft	0,3048 m
Yarda	yo	0,9144 m
Mil (Kara)	mi	$1,609 \times 10^3$ m = 1,609 km
Mil (Deniz)	na-mi	$1,852 \times 10^3$ m = 1,852 km
Angstrom		1.0×10^{-10} m = 0,1 n m
Mil (10^{-3} inç)		2.54×10^{-5} m = 25,4 u,m
Mikron	^	$1,0 \times 10^{-6}$ m

4.2. Kütle

Kütle, SI birimlerinde kg ile ifade edilmektedir. Çizelge 5 kütle için birim çeviri faktörlerini vermektedir.

Çizelge 5 — Kütle Birimleri Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (kg)
Libre kütle	lbn	0,4536
British Short ton (2000 lbn)	—	907,2
Ton (metrik)	t	1000
Gram	g	10^{-3}
Slug	—	14,59
Kırat	—	2×10^{-4}
Greyn (grain)	gr	6.47989×10^{-5}
Ons (ounce)	Oz	$2,83495 \times 10^{-2}$

4.3. Zaman

Zaman, SI Birimlerinde saniye (s) olarak gösterilmesine karşın uygun olduğu durumlarda dakika, saat, gün (desimal ilişkiler olmamasına karşın) kullanılabilmektedir.

4.4. Kuvvet

Kuvvet, SI birimlerinde $F = m \cdot a$ formülünden türetilmekte ve Newton (N) olarak isimlendirilmektedir. (1 Newton = 1 kgm/s^2). Mühendislikte en çok kullanılan kuvvet birimlerinin çeviri faktörleri Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6 — Kuvvet Birimleri Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri
Libre kuvvet	lb-f	4,448 Newton
British ton-kuv. (2000 lbf)	—	
Ton (metrik) (100 kg-f)	—	9,807x10 ³ - 9,807 kN
Kilogram-kuvvet	Kp	3.807 N
Din	g cm/s ²	10 ⁵ N = 10 jji,N

Ancak bazı durumlarda kuvvetin Newton ile ifadesi, küçük olması nedeniyle, zor olabilmektedir. Bu nedenle büyük kuvvetlerin ifadesi ön takılar ile yapılmaktadır. En çok kullanılan ön takılar kilo, mega ve giga olmaktadır. Böylece kuvvet birimi kilonewton, kN, meganewton MN, ve giganewton, GN, olarak kullanılmaktadır. Kuvvet birimleri arasındaki bağlantılar aşağıda, kullanılan ön takıların tamamı ise Çizelge 7'de verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ kilonewton (kN)} &= 10^3 \text{ newton} \\
 1 \text{ meganewton (MN)} &= 10^6 \text{ newton} = 10^3 \text{ kN} \\
 1 \text{ figanewton (FN)} &= 10^9 \text{ newton} = 10^6 \text{ kN} = 10^3 \text{ MN} \\
 1 \text{ giganewton (GN)} &= 10^{12} \text{ newton} = 10^9 \text{ kN} = 10^6 \text{ MN}
 \end{aligned}$$

Çizelge 7 — SI Birimleri Öntakıları

Çarpan	Öntakı	Simge	Çarpan	Öntakı	Simge
10 ¹⁸	exa	E	10 ⁻¹	desi	d
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻²	santi	c
10 ¹²	tera	T	10 ⁻³	mili	m
10 ⁹	giga	G	10 ⁻⁶	mikro	µ*
10 ⁶	mega	M	10 ⁻⁹	nano	n
10 ³	kilo	k	10 ⁻¹²	piko	p
10 ²	hekto	h	10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ¹	deka	da	10 ⁻¹⁸	atto	a

4.5. Basınç

Basınç, SI Birimlerinde Paskal ile tanımlanmış olup 1 (N/m²) ye eşittir. Paskal-değerinin çok küçük olması nedeniyle kimi zaman paskal yerine bar (= 10⁵ paskal) kullanılmaktadır. Ancak paskal bir SI birimi olarak daha önce anlatılan avantajları nedeniyle öntakılar ile kullanılmaktadır. Değişik basınç birimleri için çeviri faktörleri Çizelge 8'de verilmiştir (2).

Çizelge 8 — Basınç Birimleri Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (Pa = N/m ²)
Atmosfer (standard)	atm	1,0133x10 ⁵ Pa (101.33 kPa)
Atmosfer (kg/cm ²)	at	9.8067x10 ⁴ Pa (98,067 kPa)
Bar	bar	1x10 ⁵ Pa (100 kPa)
Milibar (10 ⁻³ bar)	mbar	1x10 ² Pa
Din/cm ²	dyn/cm ²	1x10 ⁻¹ Pa
Ayak su sütunu	ft. H ₂ O	2.9889x10 ⁵ Pa
İnç su sütunu	in. H ₂ O	2,4908x10 ² Pa
İnç cıva sütunu	in. Hg	3,3864x10 ³ Pa
Metre su sütunu	m, H ₂ O	9,8064x10 ³ Pa
Milimetre su sütunu	mm. H ₂ O	9,8064 Pa
Metrik ton-f/m ²	t/m ²	9,8064x10 ³ Pa
Libre/inç ² (ib-f/inç ²)	psi	6,8950x10 ³ Pa
Kip/inç ²	ksi	6,8950x10 ⁶ Pa
Libre-f/ft ²	lbf/ft ²	47,88 Pa

4.6. Alan

Alan SI birimlerinde metrekare (m²) ile gösterilir Alan birimleri için çeviri faktörleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9 — Alan Birimleri Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (ırv)
Eykr (acre)	—	4,0469x10 ³
Ar (dam ²)	a	1,00x10 ²
Barn	b	1,00x10 ⁻²⁸
Dönüm	—	9,21x10 ²
Ayak kare	ft ²	9,2903x10 ⁻²
Hektar	ha	1,0x10 [*]
İnç kare	in ²	6,4516x10 ⁻⁴
Yarda kare	yd ²	8,3613x10 ⁻¹

4.7. Hacım

Hacım, SI birimlerinde (m³) olup değişik birimler için çeviri faktörleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10 — Hacım Birimleri Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI eşdeğeri (m ³)
Ayak küb	ft ³	2,8317x10 ⁻²
İnç küb	in ³	1,6387x10 ⁻⁵
Galon (ABD sıvı)	gal	3,7854x10 ⁻³
İng. galonu	gal, UK	4,5461x10 ⁻³
Litre	l	1.0x10 ⁻³
Varil (42 gal)	bbl	7.6456x10 ⁻¹
Yarda küb	yd ³	7.6456x10 ⁻¹

4.8. Konsantrasyon

Konsantrasyon (hacim/hacım) için birim çeviri faktörleri çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11 — Konsantrasyon Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri
Hacım % si	vol %	$1,0 \times 10^{-2}$
Ing. gal/ft ³	UK. gal ft ³	$1,6054 \times 10^{-1}$
Amer. gal/ft ³	US. gai ft ³	$1,3668 \times 10^{-1}$
Mililitre/Amer. gal	ml/US. gal	$2,6417 \times 10^{-4}$
Mililitre/Ing. gal	mal/UK gal	$2,1997 \times 10^{-4}$
Hacım Milyonda bir parça	Vol, ppm	$1,0 \times 10^{-6}$
Ing. gal/1000 varil	UK. gal 1000 bbl	$2,8594 \times 10^{-5}$
Amer. gal/1000 varil	US. gal 1000 bbl	$2,3809 \times 10^{-5}$

4.9. Hız

Hız, SI birimlerinde m/s ile ifade edilir. Birim çeviri faktörleri Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12 — Hız Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (m/s)
Saatte ayak	ft/īī	$8,4667 \times 10^{-5}$
Dakikada ayak	ft/min	$5,08 \times 10^{-3}$
Saatte inç	in/h	$7,0556 \times 10^{-6}$
Dakikada inç	in/min.	$4,2333 \times 10^{-4}$
Saatte kilometre	km/h	$2,7778 \times 10^{-1}$

9.10. Hacım Debisi

Hacım debisi için birim çeviri faktörleri Çizelge 13'de verilmiştir.

Çizelge 13 — Hacım Debisi Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (mVs)
Saniyede ft ³	ftVs	$2,8317 \times 10^{-2}$
Dakikada ft ³ (cfm)	ft ³ /min	$4,7195 \times 10^{-4}$
Saniyede galon	gal/s	$3,7854 \times 10^{-3}$
Dakikada galon	gal/m	$6,3090 \times 10^{-5}$
Saniyede inç ³	in ³ /s	$1,6387 \times 10^{-5}$
Dakikada inç ³	inVmin	$2,7312 \times 10^{-7}$
Saniyede İt	l/s	$1,0 \times 10^{-3}$
Dakikada İt	l/min	$1,6667 \times 10^{-5}$
Saatte varil	bbl/h	$4,4163 \times 10^{-*}$

4.11. İvme

İvme, SI birimlerinde m/s^2 ile tanımlanmaktadır, Çizelge 14 çeviri faktörlerini vermektedir.

Çizelge 14 — İvme Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (m/s^2)
Ayak/saniye ²	ft/s ²	$3,048 \times 10^{-1}$
İnç/saniye ²	in/s ²	$2,54 \times 10^{-2}$
Saatte km/saniye ²	km/h.s	$2,7778 \times 10^{-1}$

4.12. Yoğunluk

Yoğunluk, SI birimler sisteminde kg/m^3 ile ifade edilir. Çizelge 15 yoğunluk için birim çeviri faktörlerini vermektedir.

Çizelge 15 — Yoğunluk Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (kg/m^3)
Kilogram/litre	kg/l	1×10^3
Gram/cm ³	g/cm ³	1×10^3
Ons/inç ³	Oz/in ³	$1,73 \times 10^3$
Libre/Ayak ³	lb/ft ³	$1,6019 \times 10^3$
Libre/galort	lb/gal	$1,1983 \times 10^2$
Libre/inç ³	lb/in ³	$2,7680 \times 10^3$
Ton/m ³	t/m ³	$1,0 \times 10^3$

4.13. Akmaçlık (Viskosite)

Akmaçlık SI birimler sisteminde Paskal/saniye (Pa/s) ile ifade edilmektedir. Çizelge 16 akmaçlık için birim çeviri faktörlerini vermektedir.

Çizelge 16 — Akmaçlık Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri (Pa/s = kg/ms.)
gram/cm. saniye	g/cm. s	$1,0 \times 10^{-1}$
kilogram, saniye/m ²	kgf. s/m ²	9,8066
libre/Ayak. saat	lbm/fth	$4,1338 \times 10^{-4}$
libre. saniye/Ayak ²	lbf. s/ft ²	$4,7880 \times 10^{-4}$
puaz (proise)	P	$1,0 \times 10^{-1}$
Santipuz	cp	$1,0 \times 10^{-3}$

4.14. Enerji

Enerji, SI Birimler sisteminde Joule (J) ile ifade edilir. Enerji birim çeviri faktörleri Çizelge 17'de gösterilmektedir.

Çizelge 17 — Enerji Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri J (= N.m)
Atom kütle birimi	amu	1.4924×10^{-10}
Ing, ısı birim (M)	Btu	$1,0551 \times 10^3$
Kalori (ortalama)	cal	4,1868
Kilokalori (10^3 cal)	kcal	$4,1868 \times 10^3$
Elektron-volt	eV	$1,6022 \times 10^{-19}$
Erg (dyn. cm)	erg	$1,0 \times 10^{-7}$
Ayak-libre	ft. lbf.	1,3558
Beygircü-saat (metrik)	PS. h	$2,6478 \times 10^6$
	$\frac{550 \text{ ft. lbf}}{\text{sx1h}}$	Hp-h
		$2,6845 \times 10^6$
Kilogram-metre	Kgf. m	9,8066
gram-santimetre	gt. cm.	$9,8066 \times 10^{-5}$
Kilovat-saat	kw. h	$3,6 \times 10^6$

4.15. Güç

Güç, SI birimler sisteminde Watt ($W=J/s$) olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 18 güç için birim çeviri faktörlerini vermektedir.

Çizelge 18 — Güç Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğeri W (=J/s)
Btu/saat (İT)	Btu/h	$2,9307 \times 10^{-4}$
Btu/dakika (İT)	Btu/min	$1,7585 \times 10^{-5}$
Kalori/saat (İT)	cal/h	$1,1630 \times 10^{-3}$
Kalori/dakika (İT)	cal/min	$6,9780 \times 10^{-2}$
Erg/saniye	erg/s	1.0×10^{-7}
Ayak-Libre/saat	ft. lbf/h	$3,7662 \times 10^{-4}$
Beygircü (metrik)	PS	$7,3550 \times 10^2$
	$\frac{550 \text{ ft. lbf}}{\text{s}}$	Hp
Beygircü (elektrik)		$7,46 \times 10^2$
Beygircü (Su)	Hp	$7,4604 \times 10^2$

4.16. Termodinamik Sıcaklık

Çizelge 19 termodinamik sıcaklık (Kelvin, K) için birim çeviri faktörlerini vermektedir.

Çizelge 19 — Sıcaklık Birim Çeviri Faktörleri

SI dışı birimler	Simge	SI Eşdeğerleri
Derece Rankın	°R	$5,5556 \times 10^{-1}$ Kelvin
Derece Fahrenheit	°F	$t_c = \frac{5}{9} (t_f - 32)$
		$t_k = \frac{5}{9} (t_f + 459,67)$

4.17. Elektrik İle İlgili Konular

Aşağıda elektrik ile ilgili konularda SI dışı kullanılan birimler ve SI eşdeğerleri verilmiştir. (Birinci kolon SI dışı birim 1er, ikinci kolon ise SI eşdeğerleridir) H

Elektrik Akımı		Elektrik Potansiyel	
abamper	1×10 Amper (A)	abvolt	1×10^{-8} Volt (V)
statamper	$3,3356 \times 10^{-10}$ A	statvolt	$2,9980 \times 10^2$ V
Elektrik Yüğü		Elektrik Alan Şiddeti	
amper saat	$3,6 \times 10^3$ Coulomb (C)	abvolt/cm	1×10^{-6} Volt/metre (V/m)
abkulomb	1×10 C	statvolt/cm	$2,9980 \times 10^*$ V/m
statkulomb	$3,3356 \times 10^{-10}$ C		
(m.k.s.nr)	$7,9578 \times 10^{*2}$ C	Elektrik Akı Yoğunluğu	
Hacimsal Yük Yoğunluğu		(m.k.s.nr)	$7,9578 \times 10^{*2}$ Coulomb/m ² (C/m ²)
abkulomb/cm ³	1×10^7 Coulomb/cm ³ (C/m ³)	(esu)	$2,6544 \times 10^{-7}$ C/m ²
statkulomb/cm ³	$3,3356 \times 10^{-*}$ C/m ³	(emu)	$7,9578 \times 10^5$ C/m ²
Yüzeysel Yük Yoğunluğu		Elektrik Sığası	
abkulomb/cm ²	1×10^5 Coulomb/m ² (C/m ²)	abfarad	1×10^9 Farad (F)
statkulomb/cm ²	$3,3356 \times 10^{-6}$ C/m ²	Statfarad	$1,1127 \times 10^{*12}$ F
kulomb/cm ²	$1 \times 10^*$ C/m ²		

Elektrik Öz Geçirgenlik	
(m.k.s.nr)	$7,9578 \times 10^{-2}$ Farad/metre (F/m)
(c.g.s)	$7,9578 \times 10^7$ F/m
(esu)	$8,8542 \times 10^{-12}$ F/m
(emu)	., $7,9578 \times 10^9$ F/m

Elektrik Çift Kutup Momenti	
kulomb-cm	1×10^{-2} Coulomb-metre (C-m)
abkulomb-cm	1×10^{-1} C-m
statkulomb-cm	$3,3356 \times 10^{12}$ C-m

Akım Yoğunluğu	
amper/cm ²	$1 \times 10^*$ Amper/m ² (A/m ²)
abamper/cm ²	1×10^5 A/m ²
statamper/cm ²	$3,3356 \times 10^{-6}$ A/m ²

Doğrusal Akım Yoğunluğu	
amper/cm	1×10^2 Amper/metre (A/m)
abamper/cm	1×10^3 A/m
statamper/cm	$3,3356 \times 10^{-8}$ A/m

Manyetik Alan Şiddeti	
(m.k.s.nr)	$7,9578 \times 10^{-3}$ Amper/metre (A/m)
orsted	$7,9578 \times 10$ A/m
(esu)	$2,6544 \times 10^{19}$ A/m

Manyetik Akı Yoğunluğu	
gauss (Gs)	$1 \times 10^{-*}$ Tesla (T)
(esu)	$2,9980 \times 10^6$ T

Manyetik Akı	
Manyetik çizgi	
Maxwell (Mx)	1×10^{-8} Weber (Wb)
(esu)	$2,9980 \times 10^2$ Wb

Öz Endüktans	
abhenry	1×10^{-9} Henry (H)
stathenry	$8,9876 \times 10^{11}$ H

Manyetik Geçirgenlik	
(m.k.s.nn)	$1,2566 \times 10$ Henry/metre (H/m)
gauss/oersted	$1,2566 \times 10^{-10}$ H/m
(esu)	1.1294×10^{15} H/m

Direnç	
abom	1×10^{19} Ohm (if)
statom	$8,9876$ Ohm

İletkenlik	
mo (mho)	1.0 Siemens (S)
abmo	1×10^9 S
statmo	$1,1127 \times 10^{12}$ S

Özdirenç	
Ohm cm	1×10^{-2} Ohm-metre (-m)
abohm-cm	1×10^{11} -m
statohm-cm	$8,9876$ -m

Öziletkenlik	
mo/metre	1.0 Siemens/metre (S/m)
abmo/cm	1×10^{11} S/m
statmo/cm	1.1127×10^{-10} S/m

Manyetik Direnti	
(m.k.s.nr)	$7,9578 \times 10^{-2}$ 1/henry (H ⁻¹)
gilbert/maxwell	$7,9578 \times 10^7$ H ⁻¹
(esu)	$8,8542 \times 10^{-14}$ H ⁻¹

Manyetik Geçirgenlik	
(mk.s.nr)	$1,2566 \times 10$ henry (H)
Maxwell/gilbert	$1,2568 \times 10^{-11}$ H
(esu)	$1,1294 \times 10^{13}$ H

4.18. Havalandırmada Kullanılan SI Birimleri ve Çeviri Faktörleri

Havalandırma konusunda kullanılan kimi SI birimleri ve çeviri faktörleri çizelge 20'de verilmiştir. (3)

Çizelge 20 — Havalandırma Konusunda Kullanılan Bazı SI Birimleri ve Çeviri Faktörleri

Birim	SI	Diğer birim eşdeğeri
Hava akış hızı (kütle)	kg/s	132,277 lbm/dak.
Hava akış hızı (hacim)	m ³ /s	2118,88 cfm
Kuvvet	Newton (N)	0,2224809 lbf
Sürtünme faktörü	ı	809,40x10 ⁻¹⁰
Uzunluk	m	3,28 ft
Kütle	kg	2,2046 lbm
Güç	Watt (W=J/S)	44,2537 lbf/dak 0,0568697 Btu/dak
Basınç	Paskal (Pa=:N/m ²)	0,145 psi
		4,0146x10 ⁻³ WG
		0,2953x10 ⁻³ Hg
		0,03937 inç WG
	ImmWG	1,42234x10 ⁻³ psi
Direnç (Sürtünme, şok)	m ⁻⁴	10,748x10 ⁻¹⁰ fr ⁴
Hız	m/s	3,28084 ft/s
Hacim	m ³	196,850 ft/dak
		35,3147 ft ³

Yukarıdaki direnç birimine ek olarak «GAUL» SI birimleri içinde kullanılmaktadır.

$$H = RQ^2 \text{ den } R = \frac{H}{Q^2} = \frac{\text{Pascal}}{(\text{m}^3/\text{s}^2)} = \frac{\text{N/m}^2}{\text{m}^6/\text{s}^2} = \frac{\text{s}^2 \text{ m}^2}{\text{m}^6} = \text{kg/m}^7$$

Bu şekilde; Gaul (= kg/m⁷) elde edilir.

Ayrıca bazı durumlarda sürtünme katsayısının birimi kg/m³ olabilmektedir. Bu durumda formül ile elde edilen direncin birimi GAUL olmaktadır.

$$R = \frac{kCL}{A^3} = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}^6} = \text{kg/m}^7 \text{ (Gaul)}$$

KAYNAKLAR

1. «SI» Uluslararası Birimler Sistemi, Ort Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın, Ankara, 1981,
2. HOLTZ-R.D., «SI Units in Geotechnical

Engineering», Geotechnical Testing Journal GTJODJ, vol. 3, No : 2, June, 1980, pp 73-79.

3. HALL, C, J-, «Mine Ventilation Engineering» A.I.M.E., New York 1981, pp. 323-325.