

(Geçen sayıdan devam)

# SI Uluslararası Birim Sistemi

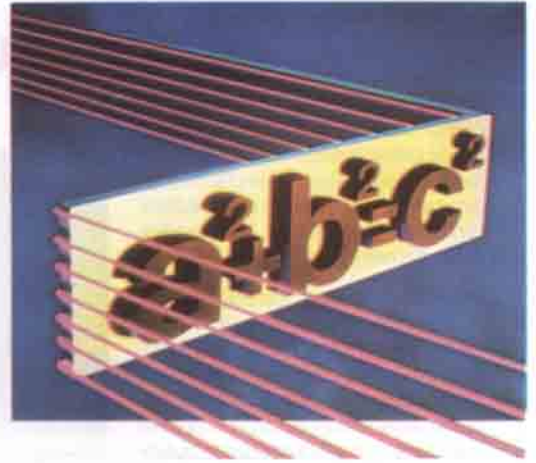
Yüksel SARIKAYA\*

Yüzyıllardır kullanılan FPS, MKS ve CGS birim sistemlerinin temel birimlerine bağlı olarak fiziksel niceliklerin tümünün birimleri türetilmemiştir. Bu durum ve yanlış alışkanlıklar nedeniyle sistem dışı olan pratik birimlerin kullanılması süregelmıştır. MKS ve CGS sistemleri ile kullanılan pratik birimler hemen hemen aynı olduğu halde, FPS sistemi ile kullanılan pratik birimler bunlardan çok farklıdır. Doğal gerçek ve kavramların çok az bilindiği çağlarda ortaya çıkan bu sistemler, bilim ve teknolojinin gelişmesiyle yetersiz kalmışlardır. Örneğin, FPS ve MKS sistemlerinde kullanılan  $g_c$  değişiminin sayısal değerinin dünyanın hangi noktasındaki yer çekimi ivmesinin sayısal değerine eşit olarak alınacağı kesinleşmemiştir. Enlem, boylam ve yüksekliğe göre değişen yer çekimi ivmesi, çok az da olsa dünyanın her noktasında farklıdır. Bilimde daha çok CGS sisteminin kullanılmasına karşın, endüstri ve ekonomide MKS ve FPS sistemlerinin kullanılması önemli güçlükler açmıştır. Buna rağmen, FPS ve MKS sistemlerini kullanan ülkeler yüzyıllardır kendi sistemlerini korumakta direnmişlerdir. CGS birim sisteminde de yakınlığı dolayısıyla MKS sistemini kullanan ülkeler FPS sistemini kullananlara göre daha fazla olmuştur.

Uzun yıllar yalnızca mekanik ve mühendislikte kullanılan MKS sisteminin elektrikte de kullanılabilmesi için, temel birimlere İtalyan Giorgi tarafından "amper (A)" de eklenerek MKSA sistemi ortaya çıkmıştır. Metre, kilogram, saniye ve amper temel birimlerinden oluşan MKSA birimleri, 1935'te toplanan Tartlar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda kabul edilerek "Giorgi Sistemi" olarak adlandırılmıştır. Diğerlerine göre daha gelişmiş olmasına karşın, pratik birimlerden arındırılarak kullanılamayan MKSA sisteminin yetersizliği de kısa sürede anlaşılmıştır.

FPS, CGS, MKS ve MKSA sistemleri, tüm fiziksel niceliklere birim türetilmemesi yanında, temel birimlerin değişmez doğal gerçeklere bağlı olarak duyarlı bir şekilde tanımlanmış olmaması nedeniyle de bilimin hızlı gelişmesiyle ortaya çıkan bazı çok küçük niceliklerin ölçülmesinde yetersiz kalmışlardır. Bu yüzden, ülkeye, kişiye, zamana ve konuma göre değişmeyen, olanaklar ölçüsünde doğal olaylara bağlı, ölçme duyarlılığı yüksek ve daha çok sayıda temel birimden oluşan yeni bir sisteme gerek duyulmuştur.

\* Prof.Dr., Ank. Ü. Fen Fak. Kimya Bölümü.



Bu amaçla metrik sistemler olarak adlandırabileceğimiz CGS, MKS, MKSA sistemleri ve pratik birimler yeniden gözden geçirilerek birbirine bağımlı olanlar belirlenmiştir. Bunlar arasından diğerlerinin türetilmesinde kullanılabilecek yeterli sayıda ve birbirinden bağımsız temel birimler seçilerek "Uluslararası Birim Sistemi (SI)" oluşturulmuştur. Uluslararası Birim Sistemi (Système Internationale d'Unites- International System of Units), 1960 yılında toplanan 11. Tartlar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda (Conference Générale des Poids et Mesures-CGPM) kabul edilmiş ve tüm dillerde değiştirilmeden kullanılması kararlaştırılmıştır. SI sistemi, fiziksel niceliklerin ad ve simgelerinin standartlaştırılmasında uluslararası yetkiye sahip olan Uluslararası Standartlaşma Örgütü (International Organization for Standardization-ISO) tarafından da kabul edilmiştir. ISO üyeleri olarak İngiliz Standartları Enstitüsü (British Standards Institute-BSI) ve Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimyacılar Birliği (International Union of Pure and Applied Chemists, IUPAC) bu karara katılmışlardır.

Günümüzde SI birim sistemi, yaklaşık 150 ülke tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Çok kısa süre sonra tüm Avrupa ülkeleri, ABD, SSCB, Japonya, Hindistan, Avustralya, Kanada ve Güney Afrika gibi çoğu ülke tümüyle SI sistemine geçmiş olacaktır. Tüm geleneklerine bağlı olduğu gibi, kendi FPS sistemine de yüzyıllardır sıkı sıkıya bağlı olan İngiltere'de bile yeni yazılan tüm kitaplarda SI birimleri kullanılmaktadır.

SI sisteminin ülkemizde kullanılması için üniversite ve diğer bazı kuruluşlarda çalışmalar yapılmıştır. Üniversiteler Arası Kurul, Ekim 1980'de yaptığı toplantısında Prof.Dr.A.R.Berkem'in önerisi üzerine SI birimlerinin tüm üniversitelerde kullanılmasını kararlaştırmış ve gerekli duyuruyu yapmıştır.

SI birim sisteminin birbirinden bağımsız olan 7 temel fiziksel niceliği ve her bir niceliğin boyutsal değerlerini veren temel birimler Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 5. SI birim sisteminin temel birimleri**

fiziksel nicelik	birim	birimin simgesi
uzunluk	metre	m
kütle	kilogram	kg
zaman	saniese	s
elektrik akımı	amper	A
termodinamik sıcaklık	kelvin	K
ışık şiddeti	kandel	cd
madde miktarı	mol	mol

SI birim sistemine dahil edilen ve boyutsal değeri olmayan iki temel birim daha vardır. Açık ile ilgili olan bu birimler Çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 6. SI sisteminin temel açık birimleri**

fiziksel nicelik	birim	birimin simgesi
düzlem açı	radyan	rad
hacimsel (kati) açı	steradyan	sr

SI sisteminin temel birimleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

**Metre:** Işığın boşlukta 1/299 792 458 saniyede aldığı yolun uzunluğu olarak tanımlanmıştır (Tartılar ve Ölçüler Konferansı 1983).

**Kilogram:** Fransa'nın Sévres şehrindeki tartılar ve ölçüler bürosunda saklanan özel bir alaşımdan yapılmış uluslararası prototipin kütle sine eşit olarak tanımlanmıştır (1. Tartılar ve Ölçüler Genel Konferansı, 1889).

**Saniye:** Sezyum-133 atomunun temel halinin çok ince yarılmış iki enerji düzeyi arasındaki geçişe karşılık gelen ışımaya periyodunun 9 192 631 770 katına eşit olarak tanımlanmıştır (13. Tartılar ve Ölçüler Genel Konferansı, 1967).

**Amper:** Boşlukta 1 metre ara ile yerleştirilmiş birbirine paralel ve dairesel kesitleri ihmal edilebilecek kadar küçük olan sonsuz uzunluktaki doğrusal iletkenler arasında metre başına  $2 \times 10^7$  newton kuvvet doğmasına yol açan değişmez elektrik akımı olarak tanımlanmıştır (9. Tartılar ve Ölçüler Genel Konferansı, 1948).

**Kelvin:** Suyun üçlü noktasındaki termodinamik sıcaklığın 1/273,16'sına eşit olarak tanımlanmıştır (13. Tartılar ve Ölçüler Genel Konferansı, 1967).

**Kendal:** Platinin donma sıcaklığında ve 101 325 N m<sup>-2</sup> basınç altındaki bir kara cisim yüzeyinin 1/600 000 metrekaresinden yüzeye dik olarak yayınlanan ışık şiddetine eşit olarak tanımlanmıştır (13. Tartılar ve Ölçüler Genel Konferansı, 1967).

**Mol:** Karbon-12 izotopunun 0,012 kilogramı içinde bulunan atom sayısına eşit atom, molekül, iyon, elektron veya diğer parçacık topluluklarını içeren madde miktarına eşit olarak tanımlanmıştır (14. Tartılar ve Ölçüler Genel Konferansı, 1971).

**Radyan:** Bir dairenin çemberi üzerinde yarıçap uzunluğuna eşit yayı gören tepesi merkezdeki düzlem açiya eşit olarak tanımlanmıştır.

**Steradyan:** Tepesi merkezde bulunan ve küre yüzeyinde kenarları yarıçapa eşit olan kare tabanlı bir kesit ayıran hacimsel (kati) açı olarak tanımlanmıştır.

SI sisteminin temel birimlerinin tanımlarından görüldüğü gibi, yalnızca kütle ölçüğü olan kilogram doğal gerçeklere bağlanmamıştır. Diğer ölçüklerin kişilerce değiştirilebilmesi veya zamanla kendiliğinden değişmesi olanaksızdır.

Bir fiziksel niceliğin sayısal değerini kolaylıkla okuyabileceğimiz küçük rakamlarla verebilmek için birimlerin katları veya askatları kullanılır. SI sistemi birimlerinin katları ve askatları, Çizelge 7'de görülen ad ve simgelerle verilmektedir.

**Çizelge 7. SI birimlerinin katları ve askatları**

askatlar	adı	simgesi	katlar	adı	simgesi
10 <sup>-1</sup>	desi	d	10	deka	da
10 <sup>-2</sup>	santi	c	10 <sup>2</sup>	hekto	h
10 <sup>-3</sup>	mili	m	10 <sup>3</sup>	kilo	k
10 <sup>-6</sup>	mikro	μ	10 <sup>6</sup>	mega	M
10 <sup>-9</sup>	nono	n	10 <sup>9</sup>	giga	G
10 <sup>-12</sup>	piko	p	10 <sup>12</sup>	tera	T
10 <sup>-15</sup>	femto	f	10 <sup>15</sup>	peta	P
10 <sup>-18</sup>	atto	a	10 <sup>18</sup>	exa	E

SI sisteminin temel birimlerine bağlı olarak türetilen bazı niceliklerin özel bir adı olmayan birimleri Çizelge 8'de verilmiştir.

**Çizelge 8. SI sisteminde bazı niceliklerin özel bir adı olmayan birimleri**

fiziksel nicelik	birimin simgesi
alan	m <sup>2</sup>
hacim	m <sup>3</sup>
özümlü hacim	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup>
yoğunluk	kg m <sup>-3</sup>
hacimsel debi	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
kütlesel debi	kg s <sup>-1</sup>
hız	m s <sup>-1</sup>
ivme	m s <sup>-2</sup>
açısal hız	rad s <sup>-1</sup>
açısal ivme	rad s <sup>-2</sup>
momentum	kg m s <sup>-1</sup>
açısal momentum	kg m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
dinamik viskozite	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
kinematik viskozite	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
yayınrlık katsayısı	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
molar kütle	kg mol <sup>-1</sup>
derişim	mol m <sup>-3</sup>
sıcaklık akısı	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
manyetik alan şiddeti	A m <sup>-1</sup>
aydınlanma yoğunluğu	cd m <sup>-2</sup>

SI sisteminin temel birimlerine bağlı olarak türetilen bazı fiziksel niceliklerin birimleri, bu nicelikler üzerinde çalışmış olan bilim adamlarının adları ile anılmaktadır. Özel adları olan bu birimler ve bu birimlerin temel birimlere bağıllığı Çizelge 9'da verilmiştir.

**Çizelge 9. SI sistemindeki özel adlı birimler**

fiziksel nicelik	birimin ismi	birimin simgesi	birimin tanımı
enerji, iş	joule	J	$kg\ m^2\ s^{-2} = Nm = Cv = VA_s$
kuvvet	newton	N	$kg\ m\ s^{-2} = J\ m^{-1}$
basınç, gerilme	pascal	Pa	$kg\ m^{-1}\ s^{-2} = N\ m^{-2}$
enerji akışı, güç	watt	W	$kg\ m^2\ s^{-3} = J\ s^{-1} = VA$
elektrik miktarı	coulomb	C	As
elektrik potansiyeli	volt	V	$kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-1} = J\ A^{-1}\ s^{-1} = WA^{-1}$
elektrik direnci	ohm	$\Omega$	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-2} = VA^{-1}$
elektrik iletkenliği	simens	S	$kg^{-1}\ m^{-2}\ s^2\ A^2 = \Omega^{-1}$
elektrik sığası	farad	F	$A^2\ s^4\ kg^{-1}\ m^2 = AsV = CV^{-1}$
manyetik akı	weber	Wb	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-1} = Vs$
indükleme	henry	H	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-2} = Vs\ A^{-1} = Wb\ A^{-1}$
manyetik akı yoğunluğu	tesla	T	$kg\ s^{-2}\ A^{-1} = Vs\ m^{-2} = Wb\ m^{-2}$
ışık akısı	lumen	lm	cd sr
aydınlama şiddeti	lux	lx	$cd\ sr\ m^{-2} = lm\ m^{-2}$
frekans	hertz	Hz	$s^{-1}$
ışınım dozu	gray	Gy	$m^2\ s^{-2} = J\ kg^{-1}$
radyoaktivite	becquerel	Bq	$s^{-1}$
keyfi sıcaklık "t"	celsius	°C	$0^\circ C = 273,15\ K$

Son iki çizelgede adı geçmeyen bazı fiziksel niceliklerin SI sistemindeki birimleri Çizelge 10'da verilmiştir.

**Çizelge 10. Diğer bazı niceliklerin SI sistemindeki birimleri**

fiziksel nicelik	birimin tanımı
molar iç enerji	$J\ mol^{-1}$
özgül iç enerji	$J\ kg^{-1}$
molar entalpi	$J\ mol^{-1}$
özgül entalpi	$J\ kg^{-1}$
molar ısınma ısısı	$J\ mol^{-1}\ K^{-1}$
özgül ısınma ısısı	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
molar entropi	$J\ mol^{-1}\ K^{-1}$
özgül entropi	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
ısı iletkenlik	$W\ K^{-1}\ m^{-1}$
ısı aktarım katsayısı	$W\ K^{-1}\ m^{-2}$
elektriksel alan	$V\ m^{-1}$
elektriksel akı yoğunluğu	$C\ m^{-2}$
doz hızı	$Gy\ s^{-1} = W\ kg^{-1}$
iyon dozu	$C\ kg^{-1}$
iyon doz hızı	$A\ kg^{-1}$

### ÇOK KULLANILAN BAZI EVRENSEL DEĞİŞMEZLERİN SI SİSTEMİNDEKİ DEĞERLERİ

Kütleler arasındaki çekim kuvveti ve dolayısıyla yer çekim kuvvetini veren denklem 6'da kütleler için kg, uzaklık için ise m alındığında, kuvvetin N olarak çıkması için yer çekimi değişmezi  $G$ 'nin sayısal değerinin 1'den farklı olması gerekmektedir. Benzer şe-

kilde, elektrik yükleri arasındaki etkileşmeden doğan çekme veya itme kuvvetini veren denklem 7'de yükler için C uzunluk için ise m alındığında, kuvvetin N olarak çıkması için k sabitinin 1'den farklı olması gerekmektedir. Denel olarak,  $\epsilon_0$  boşluğun dielektrikitesi olmak üzere  $k = 1/4\ \pi\epsilon_0$  olduğu belirlenmiştir.  $G$  ve  $\epsilon_0$  gibi diğer bazı evrensel değişmezlerin değerleri SI sistemi ile kullanılmak üzere Çizelge 11'de verilmiştir.

**Çizelge 11. Evrensel değişmezlerin SI sistemindeki değerleri**

Değişmezin adı	Simge ve Tanımı	Değeri
ışık hızı	c	$2,997\ 925\ x\ 10^8\ m\ s^{-1}$
proton yükü	e	$1,602\ 192\ x\ 10^{-19}\ C$
(elektron yükü)	(-e)	
Avogadro değişmezi	L	$6,022\ 05\ x\ 10^{23}\ mol^{-1}$
Faraday değişmezi	F = eL	$9,648\ 46\ x\ 10^{-19}\ C\ mol^{-1}$
Boltzmann değişmezi	k	$1,380\ 66\ x\ 10^{-23}\ JK^{-1}$
gaz değişmezi	R = kL	$8,314\ 41\ JK^{-1}\ mol^{-1}$
yer çekimi değişmezi	G	$6,672\ 0\ x\ 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$
elektronun kütlesi	$m_e$	$9,109\ 53\ x\ 10^{-31}\ kg$
protonun kütlesi	$m_p$	$1,672\ 65\ x\ 10^{-27}\ kg$
nötronun kütlesi	$m_n$	$1,674\ 95\ x\ 10^{-27}\ kg$
atomik kütle birimi	$u = 10^{-3}\ kg/(L\ mol^{-1})$	$1,660\ 56\ x\ 10^{-27}\ kg$
bağlı mol kütleleri	$M_r$	boyutsuz sayılar
çekirdek kütlesi	$m = uM_r$	$1,660\ 56\ x\ 10^{-27}\ x\ M_r\ kg$
Planck değişmezi	h	$6,626\ 18\ x\ 10^{-34}\ Js$
Planck değişmezi/2 $\pi$	$\hbar = h/2\pi$	$1,054\ 59\ x\ 10^{-34}\ Js$
boşluk dielektrikitesi	$\epsilon_0$	$8,854\ 188\ x\ 10^{-12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$
4 $\pi$ boşluk dielek.	$4\pi\epsilon_0$	$1,112\ 650\ x\ 10^{-10}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$
boşluk geçirgenliği	$\mu_0 = 1/\epsilon_0 c^2$	$4\pi\ x\ 10^{-7}\ NC^{-2}\ s^2$
Bohr magnetonu	$\mu_B = e\hbar/2\ m_e$	$9,274\ 08\ x\ 10^{-24}\ JT^{-1}$
elektronun Compton dalga boyu	$\lambda_C = h/m_e c$	$2,426\ 31\ x\ 10^{-12}\ m$
çekirdek magnetonu	$\mu_N = e\hbar/2\ m_p$	$5,050\ 82\ x\ 10^{-27}\ JT^{-1}$
Bohr yarıçapı	$a_0 = 4\pi\ \epsilon_0\ \hbar^2 / m_e e^2$	$5,291\ 77\ x\ 10^{-11}\ m$
Rydberg değişmezi	$R_\infty = m_e e^4 / 8\ h^2\ \epsilon_0^2$	$2,179\ 908\ x\ 10^{-23}\ J$
Rydberg değişmezi/hc	$R_\infty/hc$	$1,097\ 373\ x\ 10^5\ cm^{-1}$
Stefan-Boltzmann değişmezi	$\sigma$	$5,669\ 61\ x\ 10^{-8}\ W\ m^{-2}\ K^4$
Suyun üçlü noktası	T	273,16 K

### SI BİRİMLERİNİN KULLANILMASINDA YAPILAN BAŞLICA HATALAR

Diğer birim sistemleri ve pratik birimlerin kullanılmasında bazı hatalar SI sisteminde de ortaya çıkmaktadır. Hatalar, yanlış alışkanlıklardan ve kurallara tümüyle uymamaktan kaynaklanmaktadır. SI birimleri ve bu birimlerle verilen niceliklerin sayısal değerlerinin yazılmasında uyulması gereken kurallar aşağıda sıralanmıştır.

1) Birimlerin singeleri keyfi olarak veya çeşitli dillere çeviri sırasında değiştirilemezler. Örneğin, uzunluk birimi metre için "m" simgesi kesin olup, "me", "met" veya "mt" gibi başka simgeler kullanılamaz! Kuvvet birimi Newton için "N" simgesi seçilmiş olmasına karşın, çoğu kitaplarda "n", "nt"

ye "nw" gibi yanlış gösterimlere rastlanmaktadır. Aynı yanlışlık kütle birimi kilogram içinde yapılmakta ve kesinlikle "kg" simgesi kullanılması gerekirken çoğu kez "kgr" kullanılmaktadır.

2) Birimlerin yalnızca tekil şekilleri kullanılır, çoğul şekilleri hiç kullanılmaz! Örneğin "km" yazılması gerekirken bazı İngilizce yayınlarda "kms" kullanılmaktadır.

3) Cümle sonu olmadıkça birimden sonra nokta konulmaz. Örneğin 4 km yazılır, 4 km. değil!

4) Birden fazla birim ile simgelenen boyutsal değerler için gerekli görüldüğünde, birimler biraz aralık yazılabilir; ama, birimler arasında nokta, virgül veya çizgi gibi işaretler konulmaz! Örneğin  $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  yazılır  $8,314 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  veya  $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  yazılmaz!

5) Sayısal değer ile birim arasında hiçbir işaret konulmaz! Örneğin 1,4 km yazılır; 1,4 km, 1,4 - km veya 1,4,km değil!

6) Birim yazılırken birden fazla bölüm işareti (/) kullanılmaz. Bölüm işaretinin hiç kullanılmaması daha doğrudur. Örneğin hava için gaz sabiti  $R = 0,29 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  veya  $0,29 \text{ kJ/kg K}$  şeklinde yazılabileceği halde,  $0,29 \text{ kJ/kg/K}$  şeklinde yazılamaz!

7) Kelvin sıcaklığı için ( $^{\circ}$ ) işareti kullanılmaz. Örneğin 298,15 K yazılır, 298,15 $^{\circ}$ K değil!

8) Sayısal değerler ondalık kesirler halinde ise İngilizcede nokta, Almanca ve Türkçede ise virgül kullanılır. Rakamlar arasında çarpma anlamına gelebilecek şekilde nokta konulmaz! Örneğin İngilizcede 7.8 m Türkçede ise 7,8 m yazılır; ama kesinlikle 7•8 m yazılmaz!

9) Çok rakamlı sayısal değerlerin okunmasında kolaylık sağlamak amacıyla ondalık kesirdeki virgülden başlanarak sola ve sağa doğru rakamlar üçer üçer gruplandırılarak biraz aralık yazılır. Üçer rakamlı gruplar arasında nokta veya virgül gibi işaretler konulmaz! Örneğin İngilizcede 16 543 211.133 45 m, Türkçede ise 16 543 211,133 45 m yazılır; ama hiçbir zaman 16,543,211.133,45 m veya 16,543,211,133,45 m yazılmaz!

10) Verilen bir birim için az veya çok kat simgelerinden yalnız bir tanesi kullanılabilir. Örneğin,

$$10^{-9} \text{ s} = 1 \text{ ns yazılır, } 1 \text{ m } \mu \text{ s değil!}$$

$$1 000 000 \text{ m} = 1 \text{ Mm yazılır, } 1 \text{ kkm değil!}$$

$$1 000 \text{ kg} = 1 \text{ Mg yazılır, } 1 \text{ kkg değil!}$$

$$10^{-9} \text{ kg} = 1 \mu \text{g yazılır, } 1 \text{ nkg değil!}$$

11) Bir fiziksel niceliğin üssü alınırken, birim ve sayısal değer in üsleri birlikte alınır. Örneğin,

$$1 \text{ km}^2 = (1 \text{ km})^2 = (1000 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2 \text{ yazılır, } 1000 \text{ m}^2 \text{ değil!}$$

$$1 \mu \text{m}^3 = (\mu \text{m})^3 = (10^{-6} \text{ m})^3 = 10^{-18} \text{ m}^3 \text{ yazılır, } 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ değil!}$$

## TARTIŞMA

Varlıkların nicel olarak belirlenmesi gereksiniminden doğan ölçme sistemi, birim ve birim sistemlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Zaman birimi "saniye" dışında, farklı temel birimlerden oluşan farklı birim sistemleri yüzyıllardır kullanılmaktadır. Ülkelerin kullandıkları birimlere sıkı sıkıya bağlılıklarını yüzünden uluslararası ortak bir birim sisteminin

doğması uzun süre gecikmiştir. İngiliz sistemi olarak bilinen FPS sistemi, İngilizce konuşulan tüm ülkelerin, MKS sistemi ise Fransa yanında özellikle diğer Avrupa ülkelerinin mühendislik, teknoloji ve ekonomi alanlarında birbirine paralel olarak kullanılmışlardır. Hemen hemen tüm ülkeler bilim alanında daha çok CGS sistemini kullanmışlardır. CGS sisteminin temel birimleri için kullanılan ölçümler, teknolojik ve ekonomik niceliklerin ölçülmesinde çok küçük kalmıştır. FPS, MKS ve CGS sistemleri ile tüm fiziksel niceliklere birim türetilememesi yanında pratik birimlerin çokluğu, fiziksel olayların anlatımını ve anlaşılmasını zorlaştırmıştır. MKS sisteminde, elektrik akımı için tanımlanan "amper (A)" biriminin eklenmesiyle Giorgi tarafından ortaya konulan MKSA sistemi, mekanik ve elektrik birimlerinin birbirine bağlanmasına yol açmıştır. Fiziksel niceliklerden daha çoğunun birimlendirilebildiği ve fiziksel olayların daha kolay anlaşılmasına yardımcı olan MKSA sisteminin ölçümleri, teknoloji ve ekonomi için daha da uygun görülmüştür. MKSA birim sistemini daha da geliştirmek için tüm birim sistemleri ve pratik birimler yeniden gözden geçirilerek uluslararası bir birim sisteminin hazırlanması çalışmaları hızlanmıştır. Böylece 1960 yılında Uluslararası Birim Sistemi (SI) doğmuştur.

SI sistemi iyi bir birim sisteminde bulunması gereken aşağıdaki özellikleri içermektedir:

1) Her bir fiziksel nicelik için yalnızca bir birim tanımlanmıştır. Örneğin, türü ne olursa olsun enerji birimi joule'dür. Elektrik enerjisi, kinetik enerji, ısı ve iş gibi enerji boyutuna sahip niceliklerin birimleri daima joule ile verilmek zorundadır. Enerji için kullanılan cal, Btu, lt atm, kpm ve lbm gibi birimlerin SI sistemi ile birlikte kullanılması yasaklanmıştır. Aynı yasaklama sistem dışı diğer birimler için de geçerlidir.

2) Fiziksel niceliklerin birimleri ülkelere, kişilere ve zamana göre değişmeyecektir. Tüm çeviriler sırasında birimler değiştirilmeden bırakılacak; herkes, her yerde ve her zaman aynı birim ve simgeleri kullanmış olacaktır. Böylece, kişisel ve uluslararası bilimsel, teknolojik ve ekonomik iletişimin birim farkından doğan güçlükleri ortadan kalkmış olacaktır. Kısaca, SI sisteminde bilim, teknoloji ve ekonominin uluslararası bir sayısal dili olarak bakılmaktadır.

3) Seçilen temel birimler, en duyarlı ölçümlerin yapılabilmesine olanak sağlayacak şekilde değişmez doğal gerçeklere bağlanarak yeniden tanımlanmıştır. Tarihsel gelişim incelendiğinde, duyarlılığı yüksek bir birimin en çabuk benimsendiği ve sürekli kullanıldığı görülmektedir.

4) Seçilen temel birimler ile önceki bilimsel ve teknolojik araştırmalarda kullanılan tüm birimlerin yerine yenileri türetilebilmektedir. Eskiden ölçülüp de SI birimleri ile verilemeyen hiçbir nicelik yoktur.

Yukarıda sıralanan özelliklerinden dolayı SI sisteminin uzun yıllar kullanılacağı sanılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Hunton, R.D., "Status of the National Standards for Physical Measurements", Science, 150, 169-175, 1965.  
Hoppe, U., und Möntör, B., "Das internationale Einheitsystem-SI", Verlagsgesellschaft Schuffernsehen, Köln, 1978.  
Ipsen, D.C., "Units, Dimensions and Dimensionless Numbers" McGraw-Hill Book Comp., New York, 1960.  
Erdik, E., ve Sankaya, Y., "Temel Üniversite Kimyası", 5. baskı, Hacettepe TAŞ Kitapçılık Limited ŞTİ., Ankara, 1991.