DÜNYANIN
yedi ölçüsü

Parmak Uçlarından Karışlara,
Metreden Saniyeye Evrenin Keşfi

PIERO MARTIN



TİMAŞ

Çeviri: Burçe Kaya

Önsöz

O gece Große Freiheit 64 Numara'daki Indra Musikclub'ın kapıları her zamanki saatte açılmıştı. Takvimler 17 Ağustos 1960'ı gösteriyordu ve gece boyunca sıcaklık on derecenin altına düşecekti. Yaz sona ermek üzereydi, Elvis Presley *It's Now or Never* ile dünya listelerini kasıp kavururken Almanya'da o yaz Dalida, Édith Piaf'ın bir yıl önce piyasaya sürdüğü *Milord* şarkısının Almanca *cover*'ıyla büyük bir başarı kazanmıştı.

Indra'nın dışında bekleyenler için, dinleyecekleri meçhul grubun müzik dünyasında sonsuza dek devrim yaratacağını hayal etmek çok zor, hatta muhtemelen imkânsızdı. EMI kısaltmasıyla da bilinen Electric and Musical Industries'in yönetimi de bu gençlerin şirket üzerinde yaratacağı etkiden aynı derecede habersizdi. Yaklaşık otuz yıl önce Columbia Graphophone Company ve Gramophone Company'nin birleşmesiyle Londra'da kurulan ve tarihî "Masters Voice" olarak tanınan EMI, müzik endüstrisinde önemli bir oyuncuydu. Mühendislerinden Alan Blumlein, 1931 yılında stereofonik kayıt ve reprodüksiyon buluşunun patentini almıştı. 1960'larda başarıyla plak üretiyor ve elektronik alanında gelişen bir araştırma faaliyeti yürütüyorlardı, ancak John Lennon, Paul McCartney ve George Harrison 17 Ağustos'ta ilk notalarını çalınca EMI için de bir şeyler değişmeye başladı. Harrison, Lennon ve McCartney, daha sonra yerini Ringo Starr'a bırakacak Pete Best ve Stuart Sutcliffe ile Beatles'ı yeni kurmuştu ve Hamburg konseri grubun ilk denizaşırı konseriydi. Grup Indra'da kırk sekiz gece ve ardından, 30 Ocak 1969'da Londra'da Saville Row Numara 3'ün çatısındaki son canlı

performanslarına kadar, dokuz yıl daha çaldı. Arada yaşananlarsa tarih oldu.

İkinci Dünya Savaşı'nın sonunda EMI, elektronik alanında büyük ölçüde askerî ürün ve cihazlarla ilgili deneyime sahipti ve bunu sivil sektöre aktarmaya başladı. Ancak ekonomik başarı, 1950'ler ve 1960'larda rock ve pop müziğin patlamasıyla geldi. American Capital Records'ın satın alınması, sanatçılarının başarısı ve hepsinden önemlisi 1962 yılında Beatles ile imzalanan sözleşme, şirkete büyük bir şöhret ve hatırı sayılır bir gelir getirdi. EMI'ın araştırmacılarının 1960'larda üzerinde çalıştığı projeler arasında, daha çok CT olarak bilinen tıbbi bilgisayarlı tomografinin öncü gelişimi de vardı. Günümüzde de CT taraması tıpta temel bir araç ve insan vücudunun içinin çok yüksek çözünürlüklü görüntülerinin yeniden oluşturulmasını sağlıyor. Güney Afrikalı fizikçi Allan Cormack'ın teorik çalışmalarını kullanan mühendis Godfrey Hounsfield, EMI laboratuarlarında bunun pratikte gerçekleştirilmesi üzerinde çalıştı. İkili 1979 yılında Nobel Tıp Ödülü'nü kazandı. Beatles tarafından hiçbir zaman iddia edilmese de, bu olağanüstü teşhis aracının keşfine en büyük katkının Liverpoollu dörtlü tarafından sağlandığı uzun yıllar boyunca yaygın bir görüştü. EMI'ın Beatles'ın şarkıları sayesinde elde ettiği muazzam kârın bir kısmı sözde CT araştırmalarını finanse etmek için kullanılmıştı. Gerçekte, Kanadalı bilim insanları Zeev Maizlin ve Patrick Vos'un 2012 yılında *Journal of Computer Assisted Tomography*'de yayımlanan makalesine göre, EMI'ın CT projesine yaptığı önemli mali katkı, İngiliz hükümetinin sağladığından çok daha azdı.

Bununla birlikte, Beatles'ın modern kültüre muazzam katkısı herkesin görebileceği (ve duyabileceği) bir gerçektir; tıp, EMI laboratuvarları sayesinde, artık her gün insan hayatının kurtarılmasına yardımcı olan, yeri doldurulamaz bir teşhis aracına sahip. CT, bir kaynak tarafından yayılan ve insan vücudundan geçen X-ışını radyasyonunu ölçen ve bu verilerden ayrıntılı görüntüleri yeniden yapılandıran bir cihaz. CT taraması, vücut sıcaklığı, kan basıncı, kalp atış hızı ölçümünde olduğu gibi, bir ölçümün bize kendimiz

hakkında nasıl bilgi sağlayabileceğinin çok sayıda örneğinden biri. Bunların hepsi, bir sayıyı veya sayı kümesini fiziksel bir nicelikle, bir fenomenin özellikleriyle veya doğanın nesnel bir sayısal değer atanabilecek bazı yönleriyle ilişkilendirdiğimiz işlemlerdir. Bu değer, söz konusu fiziksel niceliğin uygun araçlar kullanılarak ölçüm birimi denen başka bir referans nicelikle karşılaştırılmasıyla elde edilir. Vücut sıcaklığı söz konusu olduğunda alet termometre, ölçüm birimi ise santigrat derecedir.

İnsanoğlu dünyayı her zaman ölçmüştür. Onu, tanımak ve keşfetmek, içinde yaşamak, hemcinsleriyle etkileşim kurmak, adalet sağlamak ve ilahlarla ilişki kurmak için ölçer. Yalnızca zamanın ölçümünü ve yaşamla ilişkisini düşünürsek, antik çağlardan günümüze ölçüm insanın yaşamını, doğayla ve doğaüstüyle ilişkisini örmüştür. İnsanlık geçmişini bilmek, bugünü anlamak ve geleceği planlamak için dünyayı ölçer.

Otuz bin yıl önce, bugün Fransa sınırları içinde kalan bölgede yaşayan bir insan, mamut dişinden bir levhaya, Ay'ın bir yıllık süredeki evrelerinin bir kaydı olduğuna inanılan bir şey, bir tür *ante litteram** cep takvimi kazımıştı.

İnsan kendi seçimiyle, kendi yaratıcılığının araçlarıyla ölçer. Doğada, gece ve gündüzün birbirini takip etmesi ya da mevsimlerin döngüsü gibi periyodik olarak meydana gelen fenomenler ve keçiboynuzu tohumları gibi bilhassa düzenli bir şekle ve ağırlığa sahip nesneler vardır, ancak bunları ölçüm yapmak için kullanan ve güneş saatlerini, terazileri, metrik direkleri yaratan insanın yaratıcılığıdır. Elbette doğa da ölçümler olmadan iyi çalışır.

Medeniyetin şafağında ilk ölçümlerimiz için dünyanın her yerinde mevcut olan, herkesin her zaman yanında bulundurduğu bir şeye, insan vücuduna güvenmiş olmamız şaşırtıcı değildir. Kollar, bacaklar, parmaklar ve ayaklar işe yarar, evrensel olarak kullanılabilir araçlardır ve belirli bir değişkenlik gösterseler de hepsi aşağı yukarı aynı boyuttadır: Yetişkin bir insan tarafından ölçülen beş karış kumaş

* Yazıdan önce. (Lat.) (ç.n.)

dünyanın herhangi bir yerinde yaklaşık bir metredir. Sonuç olarak vücut parçalarıyla ilişkili ölçü birimleri aşağı yukarı her yerde bulunur. Örneğin *cubitus*, dirsek ucu ile parmak uçları arasındaki yaklaşık yarım metrelik mesafeye karşılık gelir ve Akdeniz havzasındaki birçok kültür tarafından kullanılmıştır: Mısır, İbrani, Sümer, Latin, Yunan. Ayak; Çin'de, Antik Yunan'da ve Latin kültüründe bulunur. Antik Roma'da mesafe adımlarla ölçülür, ki bin adım bize Roma milini (*milia passuum*) verir. MÖ 80-20 yılları arasında yaşayan Marcus Vitruvius Pollonius, mimariye adanmış ansiklopedik bir eser olan *De architectura libri decem*'i ebedî şehirde yazmıştır. III. Kitap'ın ilk bölümünde Vitruvius simetriden bahseder: "Bir tapınağın tasarımı simetriye bağlıdır, ilkelerine mimar tarafından büyük bir dikkatle uyulmalıdır. Bunlar orantıdan kaynaklanır."

Bunu da insan vücudunun oranlarıyla ilişkilendirir: "İnsan vücudu doğa tarafından öyle tasarlanmıştır ki, çeneden alnın tepesine ve saçların köklerine kadar yüz, tüm yüksekliğin onda biri kadardır. [...] Ayağın uzunluğu vücudun yüksekliğinin altıda biri, kol dörtte biri, ayrıca göğsün genişliği de dörtte biri kadardır. Diğer kısımların da kendi simetrik oranları vardır ve antik çağın ünlü ressamlarıyla heykeltıraşları bunları kullanarak büyük ve sonsuz bir üne kavuşmuşlardır."

Leonardo da Vinci'nin en ünlü ve ikonik çizimlerinden biri olan ve Venedik'teki Gallerie dell'Accademia'da muhafaza edilen *Vitruvius Adamı*, (her ne kadar Galeri web sitesinde Leonardo'nun Leon Battista Alberti ve Öklid'den de ilham aldığını belirtse de) ismini Vitruvius'tan almaktadır. Leonardo ile hemen hemen aynı zamanlarda Alman Jacob Köbel de referansları tam olarak insan bedeninden tanımlama sorununu ortaya atar ve bir pazar sabahı kiliseden çıkan on altı yetişkin erkeğin ayaklarını, benzer bir Alman birimi olan Rute'den türettiği ve Roma pertica'sına dayanan rood adını verdiği birimi tanımlayacak şekilde sıralamasını önerir.

Ancak insan aynı zamanda sosyal bir varlıktır ve ölçüm onun hemcinsleriyle etkileşime girmesini sağlar. Bu nedenle, uygarlığın

başlangıcından bu yana insan toplumu, genişledikçe ve daha yapılı hale geldikçe toplulukların güçlü bir tutkalı haline gelen ölçüm sürecini bir araya toparlama ihtiyacı duymuştur. Yerel toplulukların dar sınırlarını aşan bir ölçüm sistemine ihtiyaç duyulmuştur ve Mısır, Asur-Babil, Yunan ve Latin gibi geçmişin büyük medeniyetlerinde ölçümün tanımına büyük önem verilmesi tesadüf değildir. Firavun III. Sesostri, M.Ö. 1850 civarında vergileri etkin bir şekilde toplamak amacıyla Nil kıyısındaki ekilebilir arazileri ölçmek için dikkatlice bir sistem düzenlemişti. Sümer Kralı Lagashlı Gudea Louvre'daki ünlü bir heykelde metrik bir çubukla tasvir edilmiştir, Roma yolları boyunca kilometre taşları Roma'ya olan mesafeyi gösterir. Tanrıça Nemesis, İncil'de bir ölçek ve bir metreyle tasvir edilir: "Teraziler Tanrı'ya aittir, torbadaki tüm ağırlıklar onun eseridir." Ölçü ve onu popüler ve korkutucu hale getirme yeteneği gücün sembolüdür, ilahi olanla bir bağlantıdır, aidiyet ve karşılıklı güven duygusunu ifade eder.

Kral Gudea metreyi kucağında tutmuş, terazi Mısırlı ölülerin kalplerini tartarak kaderlerini belirlemiş, Venedik Serenissima Cumhuriyeti pazarlara çeşitli balık türlerinin satılabilmesi için sahip olması gereken minimum uzunlukları gösteren levhalar asmıştır. Ve modern zamanlarda bile metre ya da kilogram gibi ölçü birimlerinin referans örnekleri merkezî hükümete yakın başkentlerde tutulurdu. Ölçüm güçtür ama aynı zamanda karşılıklı güvendir. Tam da güvendiğimiz kurumlar tarafından muhafaza edilen referansların varlığı sayesinde, ağırlığa ya da uzunluğa göre bir şey satın aldığımızda yanımızda bir ölçüm aleti taşıma ihtiyacı hissetmeyiz. Yine de, kabul edelim ki, havaalanı check-in görevlisi bize çantanın el bagajı olarak taşınamayacak kadar ağır olduğunu söylediğinde hepimiz tartının çalışmadığını düşünmüşüzdür.

Ölçüm sistemi tarihsel olayların bir aynasıdır. Roma İmparatorluğu'nun çöküşüyle Avrupa Orta Çağ'ın karanlık dönemlerine girdiğinde toplumların sosyal ve siyasi çöküşü gitgide daha yerel hale gelen ölçüm sistemlerinin kademeli olarak çöküşüne yansımıştır. Ölçüm sistemini standartlaştırma girişimlerinin büyük

tasavvur anlarına ya da olaylarına gitgide genişleyen bir ölçekte eşlik etmesi tesadüf değildir. Charlemagne bunu denemiş ama başarısız olmuştur. Birkaç yüzyıl sonra Magna Carta ticarette hacimlerin, uzunlukların ve ağırlıkların ölçümü için kurallar oluşturmaya çalışmıştır. 36. madde şöyledir: "Tüm krallıkta tek bir şarap, bira ve buğday ölçüsü olsun. Russet ve Haberget tipi boyalı kumaşlar için tek bir boy olsun, yani kenarları arasında iki kulaç olsun. Aynı şekilde ağırlıklar da tek tip haline getirilmelidir."

Ölçüm kesinlikle yalnızca Batı medeniyetlerine özgü bir unsur değildir. Robert Crease'in 2012 yılında Norton tarafından yayımlanan *World in the Balance* adlı eserinde anlattığı üzere, Çin'de ölçüm işlemleri M.Ö. 2000 yılından önce ortaya çıkmıştır. Birleşik Çin'in ilk imparatoru Qin Shi Huangdi'nin ilk icraatlarından biri ağırlık ve ölçü sistemini merkezileştirmek olmuştur. Crease, aslen Afrika'nın batı kıyısından gelen Akan etnik grubunda sembolik ağırlık görevi gören ve altın tozuyla pazarlık yapmak için kullanılan küçük heykellere dayalı tartı sisteminin 14. yüzyıl gibi erken bir tarihte geliştiğini anlatır.

Bununla birlikte, evrensel bir ölçü birimleri sisteminin kurulmasına yönelik iki önemli kilometre taşını bulmak için Galilei Devrimi ve sonucunda ortaya çıkan bilimsel yöntemin yayıldığı 17. yüzyıla ve Fransız Devrimi'nin gerçekleştiği 18. yüzyıla ulaşmak gerekir. Modern bilimsel yöntem kesin olarak deneylere, gözlemlere ve bunların tekrarlanabilirliğine dayanır. Bunları tanımlamak, bunlardan yeni teoriler türetmek ya da mevcut teorileri doğrulamak veya çürütmek için ortak bir ölçüm diline ihtiyaç vardı. Fransız Devrimi evrensel, anti-aristokratik bir ruha dayanır. Özgürlük, eşitlik ve kardeşlik, şeffaflıktan uzak ve kafa karıştırıcı ölçüm sistemlerine yol açan (binlerce farklı ölçüm birimi olduğu tahmin edilmektedir) şahsi menfaatlerin hâkim olduğu ve bu sistemleri yönetip onları kullanmak zorunda kalanların kafa karışıklığı sayesinde para kazananların kayırıldığı bir toplumda gelişemezdi.

Devrim herkes için eşit, evrensel bir sisteme ihtiyaç duyuyordu. Bu aciliyet, devrim öncesi Fransa'sında da hissedilmiş ve böylece verimli bir zemin bulmuştu. Kral XVI. Louis tarafından 1789'da acilen toplanan États généraux'ya* sunulan *Cahiers de doléances*,** evrensel ve kontrolü sağlanabilecek ölçüm sistemleriyle ilgili şikâyetlerle dolup taşıyordu. Bu taleplerin sahibi genellikle ölçüm süreci işlerinin ve geçimlerinin mütemmim cüzü olan üçüncü sınıf vatandaşlar, yani burjuvazi ve köylülerdi. Bu nedenle, terzilerin "tüm krallıkta aynı ağırlık ve aynı ölçülerin yanı sıra tek bir hukuk sistemi ve tek bir gümrük ücreti" talep etmesi ve demircilerin "aynı ağırlık, aynı ölçüler ve aynı yasalar" istemesi tesadüf değildir.

Tüm bunlar 18. yüzyılın son on yılında Paris'te metrik sistemin doğmasına yol açtı ve altı birim oluşturuldu: uzunluk birimi olarak metre, alan birimi olarak ar, hacim birimi olarak bir metreküp oduna eşit olan stero, sıvılar için litre, ağırlık birimi olarak gram ve para birimi olarak frank. Bunlardan sadece (kilo)gram ve metre günümüze kadar temel birimler olarak varlığını sürdürmüş dolayısıyla Devrim'in öncüleri olmuştur. Uzunluk birimi, Ulusal Meclis'in 30 Mart 1791 tarihli oturumunda, Paris'ten geçen meridyen boyunca ölçülen, Kuzey Kutbu ile Ekvator arasındaki mesafenin on milyonda biri olarak tanımlanmıştır. Teoriden hızla pratiğe geçilmiştir. Ancak alışkanlıklar bir türlü bırakılamamış ve Bakan Guizot 1837 yılında Fransa'da metrik sistemi resmen kabul eden bir yasa çıkarana dek neredeyse yarım yüzyıl geçmiştir.

Devrim sonrası Fransa'sında, en azından ölçüm konusunda sınırları aşma ihtiyacı uluslararası alanda yayıldı: 20 Mayıs 1875'te Paris'te 17 ülke, ölçüm birimleriyle ilgili tüm konularda ortak hareket edecek daimî bir organizasyon oluşturan *Convention du Mètre*'i imzaladı. O andan itibaren, kısmen yeni kurulan *Bureau international des poids et mesures*[***] sayesinde metrolojik faaliyetler yoğunlaştı. Bugün pek

* Fransa'da Devrim öncesi dönemde görev yapmış bir parlamento. (e.n.)

** Ocak ve Nisan 1789 arasında, Fransa'daki üç zümrenin her biri tarafından hazırlanan şikâyet listeleri. (e.n.)

*** Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu. (e.n.)

çok ülkede resmî metroloji enstitüleri bulunuyor. İtalya'daki, merkezi Torino'da bulunan ve ulusal bir metroloji enstitüsünün işlevlerini yerine getiren *Istituto Nazionale Di Ricerca Metrologica* (Inrim) da bunlardan biri.

10 Ekim 1960 günü başlayan hafta iki başlangıca sahne oldu. Biri ayın 15'ine denk gelen Cumartesi günü Hamburg, Kirchenallee 57 Numara'da gerçekleşti. John, Paul, George ve Ringo, Akustik Studio'da George Gershwin'in klasiği *Summertime*'ı çalarak birlikte ilk kayıtlarını yaptı. Diğeriyse 12 Ekim Çarşamba günü Paris'te, 11. Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nın açılışında gerçekleşti. Bu vesileyle, ilk gerçek evrensel sistem olan Uluslararası Birimler Sistemi* tanımlandı. Ölçümün uzun ve engebeli yolu temel bir hedefe ulaşmıştı. Tam da Soğuk Savaş yıllarında uluslar arasındaki sınırlar daha katı hale gelirken ölçümün sınırları yıkılıyordu. Pek çok kişi 20. yüzyıl tarihinin bahsettiğimiz iki olayın ilkinden daha fazla etkilendiğini düşünse de aslında evrenle diyaloğumuzu kökten değiştiren olay ikincisiydi.

Uluslararası sistem başlangıçta altı ölçü biriminden oluşuyordu: uzunluk için metre, zaman için saniye, kütle için kilogram, elektrik akımı için amper, sıcaklık için kelvin ve ışık yoğunluğu için kandela. 1971'de kimya için temel olan madde miktarı birimi olarak molün eklenmesiyle yedi ölçü birimi oldu. Bu, nihayet yalnızca küçük dünyamızı değil, en içteki atom altı girintilerden evrenin sınırlarına kadar tüm doğayı ölçmek için evrensel ve eksiksiz bir dil tanımlayan tutarlı bir mimariydi.

Modern toplum, bilim ve teknoloji ölçüm olmadan var olamazdı. Ölçüm aletleri olmadan 21. yüzyıl uygarlığı düşünülemez. Zaman, uzunluklar, mesafeler, hız, yön, ağırlık, hacim, sıcaklık, basınç, kuvvet, enerji, ışık yoğunluğu, güç: Bunlar, günlük bazda doğru ölçümlerin nesnesi olan fiziksel özelliklerden yalnızca birkaçı.

Ölçüm yapmak, hayatımızın her alanına nüfuz eden gündelik bir faaliyettir, her ne kadar genellikle hafife alsak da, ölçüm araçla-

* *Système international d'unités*, kısaca SI. (e.n.)

rımız doğru çalışmadığında veya mevcut olmadığında bu faaliyetin önemini fark ederiz. Zaman ölçümü olmasaydı saatler olmazdı, hacim ölçümü olmasaydı arabamızda ne kadar benzin olduğunu bilemezdik, konum veya hız ölçümleri olmasaydı trenler ve uçaklar çalışmazdı, vücut ölçümleri olmasaydı hastalandığımızda sağlığımız kısa sürede riske girerdi, elektrik ölçümleri olmasaydı hiçbir elektronik cihaz çalışmazdı.

Fransız devrimcilerin metrik sistemi tanımlamasından bu yana bilim ve teknoloji büyük ilerlemeler kaydetti. Bugün, yeni teorilerin doğrulanmasını sağlayan, gelecekteki Nobel ödüllerinin kaynağı olan –örneğin Higgs bozonunun ölçümü veya yer çekimi dalgalarının tespiti–, tüm bilim alanlarında en ileri araştırmalar için vazgeçilmez olan, COVID-19 pandemisiyle mücadele etmemizi ve uydulardan cebimizdeki akıllı telefona kadar en modern teknolojinin çalışmasını sağlayan, hayal edilemeyecek derecede yüksek hassasiyetli ölçümler mevcut. Bu ölçümler, birimleri örnek nesnelere veya olgulara fiziksel olarak yansıtılan, yani herkesin erişebileceği bir şey olan uluslararası sisteme dayanıyor. Örneğin metrenin başlangıçta Kuzey Kutbu ile Ekvator arasındaki mesafenin on milyonda biri olarak tanımlandığını gördük. Pratik nedenlerden ötürü, 1889'da Sevr'deki *Bureau international des poids et mesures*'da depolanan platin-iridyum numune çubuğuna kazınmış iki çentik arasındaki mesafe olarak yeniden tanımlandı. Bu çubuk, dünya üzerinde üretilen diğer tüm metrelerin karşılaştırılabileceği bir standart olarak hizmet edecekti.

Saniye ilk olarak Dünya'nın dönüş periyodunun, yani ortalama güneş gününün bir kesri olarak tanımlandı. Ancak 1960 yılında, günün uzunluğu zaman içinde değiştiğinden bu tanımın yeterince kesin olmadığı fark edildi ve saniye, Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşü açısından yeniden tanımlandı. Yalnızca birkaç yıl sonra, saniye daha da kesin olmak amacıyla tekrar gözden geçirildi ve sezyum atomunun belirli bir enerji geçişi için gereken sürenin bir katı olarak tanımlandı.

Ayrıca Sevr'de Uluslararası Prototip Kilogram* olarak adlandırılan, %90 platin ve %10 iridyumdan oluşan, yaklaşık 4 santimetre yüksekliğinde ve genişliğinde küçük bir silindir olan örnek kilogram da muhafaza edilir. Bu örnek, 4 santigrat derece sıcaklıkta bir litre damıtılmış suyun ağırlığına eşit olan kilogramın orijinal Fransız tanımının yerini almıştır.

Ne kadar özenle saklanırlarsa saklansınlar, metal parçaları olan çubuklar ve silindirler zaman içinde değişime uğrarlar. Örnek kilogram 1889'da diğer beş özdeş kopyayla birlikte yapılmıştır. Yaklaşık bir yüzyıl içinde onlarla karşılaştırıldığında, bir kilogramın elli milyonda biri kadar inceldiği görülür. Bu, kabaca tuz tanesi ağırlığında önemsiz bir şey gibi görünebilir. Ancak gerçekte, modern bilimin gerektirdiği hassasiyet ve kilogramın kuvvet ve enerji gibi türetilmiş birimlerin tanımına girdiği göz önünde bulundurulursa, bu tüm uluslararası sistemi temellerinden sarsabilecek bir değişikliktir. Eserlerin çürümesi, felsefi olarak onları üretenlerin geçiciliğiyle uyumlu olsa bile, bilimin talep ettiği evrensellik ve kesinlikle katiyen bağdaşmaz. Bu nedenle, ölçüm kesinliği olmayan yeni bir bilimsel Orta Çağ'a dalma riski vardı.

Bu durum, 16 Kasım 2018'de uluslararası sistemin birimlerini artık maddi nesneler veya olaylar temelinde değil, boşluktaki ışık hızı veya Planck sabiti gibi evrensel fiziksel sabitler temelinde yeniden tanımlamaya karar veren bilim insanları tarafından düzeltildi. Bu sabitler temel fiziksel yasalara ve teorilere girer; örneğin ışık hızı elektromanyetizma ve görelilik teorisi için hayati önem taşırken, Planck sabiti kuantum mekaniğinin merkezinde yer alır.

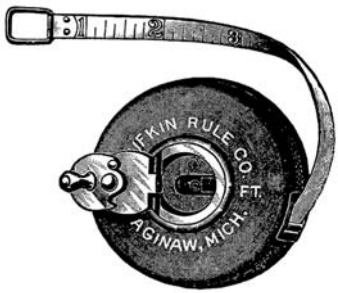
Gerçek bir Kopernik devrimi: Temel fiziksel sabitlere dayanmaya, bunların değerlerini değişmez terimlerle sabitlemeye ve uluslararası sistemin ölçü birimlerini bizzat sabitlerden referansla tanımlamaya karar verildi. Bu, evreni yöneten doğal yasaların değişmez olduğunun ve görebildiğimiz ve dokunabildiğimiz nesnelere veya olaylara dayanan sistemlerden çok daha sağlam bir ölçüm sisteminin temeli

* *International Prototype of the Kilogram*, kısaca IPK. (e.n.)

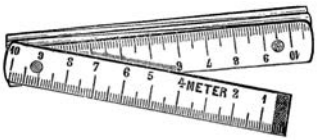
olarak hizmet edebileceklerinin onaylanması anlamına gelir. Bilim için olduğu kadar insanlık için de sarsıcı bir devrimdir. Hâlâ çok iyi bilinmeyen ve keşfetmek üzere olduğumuz bir devrim.

Yedi ölçü birimi, doğaya adanan bir ilahidir.

1.
Metre



MERCER CADDESİ 112 NUMARA



New Jersey, Princeton'daki Mercer Caddesi 112 Numara ile Pennsylvania'daki Lincoln Üniversitesi Fizik Bölümü arasında yaklaşık 148.000 metrelik bir yol vardır. Böyle söyleyince kulağa çok büyük bir sayı gibi gelebilir ancak kilometreye çevirirsek 148 km o kadar da göz korkutucu mesafe değil. Bugün Google Haritalar sayesinde 1 saat 40 dakikada bu mesafeyi gidebileceğimizi biliyoruz ancak özellikle 70 yaşına merdiven dayamış ve sağlık sorunları olan biri için 1946'da böyle bir yolculuk çok daha zordu. Bu yolculuğun, Görelilik Teorisi'yle tanınan Albert Einstein'ın gösterişli ve aşırı resmî olması nedeniyle hazzetmediği fahri doktora töreni için olduğu düşünüldüğünde, teorinin babasının o zamanlar aşağı yukarı 250 öğrencisiyle küçük bir üniversite olan Lincoln'den gelen daveti reddetmesi tuhaf karşılanmazdı. Ancak Profesör Einstein buna rağmen daveti memnuniyetle kabul etti, çünkü 3 Mayıs 1946'daki bu ziyaret kendisinin de dediği gibi *değerli bir amaç* içindi. Afroamerikan bir öğrenciye diploma veren ilk Amerikan üniversitesi olduğu için Lincoln Üniversitesi'nin ünü gitgide artıyordu. 1854 yılında kurulan üniversiteye, kurucularının ve ilk öğretim üyelerinin New

Jersey üniversitesiyle bağları ve Afroamerikan öğrenciler için bir referans noktası olması nedeniyle "Siyahi Princeton" lakabı verilmişti.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra da ırk ayrımı Afroamerikan toplumunu baskı altında tutmaya devam etti. Beyaz Amerikalıların büyük kısmının bu dramı inatla görmezden gelmesine rağmen Einstein sözünü esirgemezdi. Henüz 1937 yılında, 20. yüzyılın en ünlü opera sanatçılarından biri olan ve konser için geldiği Princeton'da ten rengi nedeniyle bir otelde oda verilmeyen Marion Anderson'ı evinde ağırlamıştı. 1946 yılında çoğunlukla beyazlar tarafından okunan *Pageant* dergisine yazdığı bir makalede ayrımcılık hakkında şunları söylemişti: "Kendimi ne kadar Amerikalı hissedersem bu durum bana o kadar acı veriyor. Suç ortaklığı yapmış gibi hissetmekten ancak konuşarak kurtulabilirim." Dönemin bir öğrencisinin hatırladığı üzere, bir deri bir kemik kalmış yüzü ve sade tavırlarıyla neredeyse İncil'deki bir karaktere benzeyen Nobel Ödülü sahibi, 3 Mayıs'taki onur töreninde daha sonra çok meşhur olacak bir konuşma yaptı ve ırkçılığa karşı sert sözler söyledi: "Irkçılık; siyahilerin değil, beyazların hastalığıdır. Ve bu konuda sessiz kalmaya niyetim yok."

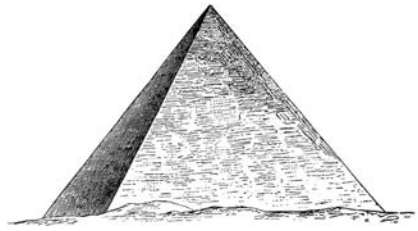
Otobüsün ön tarafındaki koltuklarla arka taraftakileri –ilki beyazlar, ikincisi siyahiler içindi– birbirinden ayıran birkaç metrenin, bu mesafeyi yürümeyi reddeden Rosa Parks'ın cesareti sayesinde insan hakları mücadelesinin başlangıcını işaret etmesine daha dokuz yıl vardı. Takvimler 1 Aralık 1955'i gösteriyordu ve Einstein bunu görememişti. Modern fizikteki en büyük devrimlerden birinin kahramanı; görelilik teorisiyle yalnızca kendi disiplinini değil insanlığın tüm bilgisini altüst eden bilim insanı –Nobel Ödüllü birçok araştırmaya ilham kaynağı olsa da ironiktir ki görelilik teorisiyle Nobel kazanmamıştır–; sanatçılar, filozoflar ve entelektüeller için bir referans noktası ve fiziğin pop ikonu haline gelen o kişi, aynı yılın 18 Nisan'ında hayatını kaybetmişti.

Bu nedenle Einstein'ın devriminin ölçü birimleri konusunda da kayda değer bir etkiye sahip olması son derece doğaldır. Görelilik teorisi belirli bir olguyu değil, tüm fiziksel olguların meydana geldiği

ortamı, yani uzay-zamanı tanımlar. Doğanın hikâyesini anlatan o büyük senaryonun yalnızca bir bölümünü yazmakla kalmaz, genel doğa kurallarını da ortaya koyar. Görelilik bir uzay ve zaman teorisidir, bu nedenle kendisiyle tutarlı olması gereken diğer tüm teorilerden önce gelir.

Binlerce yıldır insan bilgisinin, dünyayı ve bizi çevreleyen doğayı tanımlayıp anlamak için sınırları ve egemenliği aşan ve herkesin mirası olan küresel ve evrensel bir ölçü birimleri sistemine sahip olma arzusu taşıdığı düşünüldüğünde, görelilik teorisinin, bu bölümde dünyanın ölçülerini keşfetme yolculuğumuza başladığımız birim olan metrenin evrenselleştirilmesine giden yolda bir kilometre taşı haline gelmesi şaşırtıcı değildir. Hem etimolojisinden dolayı – Yunanca *μέτρον* (ölçü)– hem de 1875 yılında on yedi ülke tarafından Paris'te imzalanan ölçü birimlerine ilişkin ilk uluslararası anlaşmaya, *Convention du Mètre*'e adını verdiği için bu ismin kendisi ölçüm ilkesini simgeler. Tarih kitaplarında nadiren yer alan bu olay, uygarlığın şafağında başlayan binlerce yıllık bir yolun ilk kilometre taşını oluşturmuştur.

NİL'DEN TİBER'E



Uzunluk ölçümü, tarım gibi temel yaşamsal faaliyetlerle bağlantılı olduğu için zaman ve kütle ölçümüyle birlikte en eski ve insanlığın en aşina olduğu konulardan biridir. Eski Mısır'da arazi ölçümü büyük önem taşıyan bir faaliyetti, Mısır'ın "geometrinin kökeni" olmasının sebeplerinden biri de budur. Her yıl, şiddetli yağmur mevsiminin ardından Nil taşar ve geniş bölgeleri sular altında bırakarak alüvyon biriktirirdi. Bu tortu, nehir boyunca uzanan toprakların büyük verimliliğinin kaynağıydı. Sular çekildiğinde selin alıp götürdüğü tarlaların sınırlarını yeniden belirlemek gerekiyordu. Tarihçi Herodot,