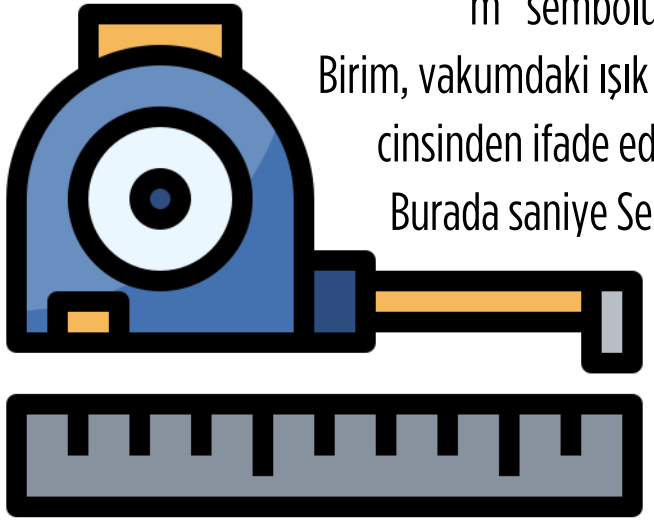


TEMEL SI BİRİMLERİ



Uluslararası Birimler Sistemi'nin (SI) temel birimleri TÜBİTAK UME'de gerçekleştirilmektedir. Bu birimler ülkemizde ticarete, sağlıkta, bilimde, sanayide ve güvenlik amacıyla kullanılmaktadır. Modern bilimin temel yapı taşları SI birimlerinin tanımlanması ve gerçekleştirilmesi kapsamında daha hassas ve daha güvenilir ölçüm yöntemleri geliştirilmesi sürekli bir araştırma faaliyetidir.

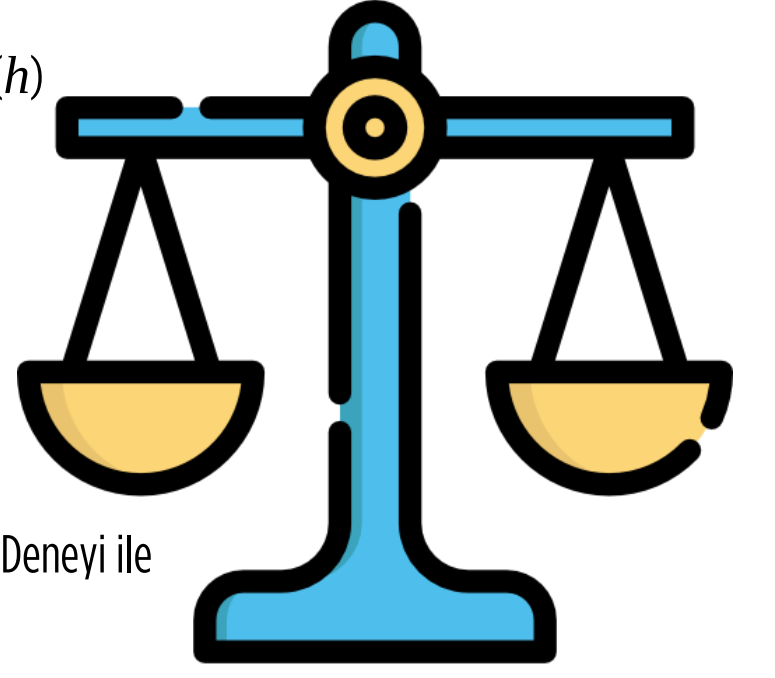
UZUNLUK **METRE** (m)



"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. TÜBİTAK UME'de metre, tanımına uygun olarak 633 nm dalga boyuna sahip Helyum Neon kararlı lazer ile 50×10^{-12} (50 pikometre) belirsizlikle elde edilmektedir.

KÜTLE **KİLOGRAM** (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. Evrensel bir sabit olan Planck sabiti, kilogram biriminin kişi, zaman ve konumdan bağımsız tanımlanmasına izin verir. Günümüzde, birimin gerçekleştirilmesi için kabul görmüş Kibble Balans Deneyi ve X-Işını Kristal Yoğunluğu deneyi olarak bilinen iki yöntem bulunmaktadır. TÜBİTAK UME, kendi bünyesinde bir Türkiye markası olarak geliştirdiği Kibble Balans Deneyi ile dünya çapında yürütülen çalışmalara katkı vermektedir.



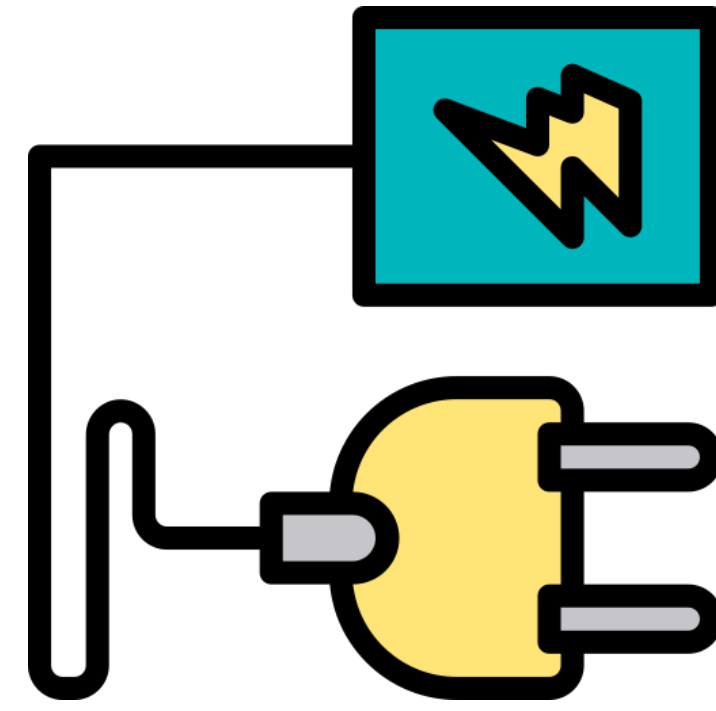
ZAMAN **SANİYE** (s)

"s" sembolü ile ifade edilen saniye, zamanın SI birimidir. Birim, Sezyum 133 atomunun temel enerji seviyesindeki iki süper 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. TÜBİTAK UME 1995 yılından beri zaman birimini muhafaza etmekte ve zaman bilgisinin dağıtımını yapmaktadır. TÜBİTAK UME aynı zamanda Evrensel koordine zaman skalasının oluşturulmasına sahip olduğu beş adet Sezyum 133 atom saatiyle katkı sağlamaktadır.



ELEKTRİK AKIMI **AMPER** (A)

"A" sembolü ile ifade edilen amper, elektrik akımının SI birimidir. Birim, elementer elektrik yükünün (e) sabitlenmiş sayısal değeri $1,602\,179\,634 \times 10^{-19}$ C alınarak tanımlanmıştır. Burada C birimi A s 'ye eşit olup, saniye de $\Delta\nu_{Cs}$ üzerinden tanımlanmıştır.

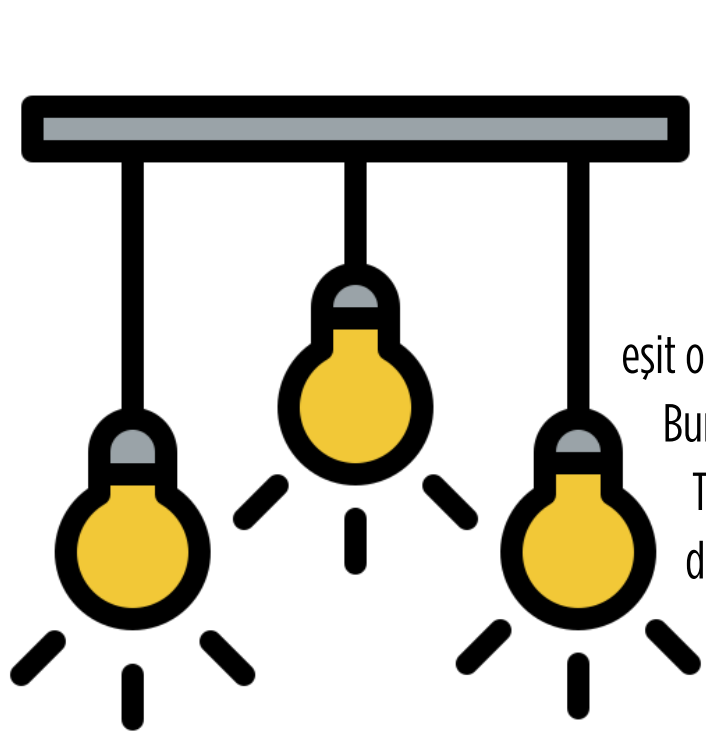


2019 yılında revize edilen SI sisteminde amperin gerçekleştirilmesi için üç teknik önerilmektedir:

Ohm Yasası: $A = V / \Omega$ birim ilişkisi ile Josephson ve Kuantum Hall etkilerine dayanan türetilmiş SI birimleri olan volt (V) ve ohm (Ω) üzerinden gerçekleştirilmesi.

Tek Elektron Transferi (SET): SET veya benzeri cihazlar kullanılarak $A = C/s$ birim ilişkisi ile SI amper tanımında verilen e değeri ve SI temel birimi saniye (s) üzerinden gerçekleştirilmesi.

Kapasitör Şarjı: $I = C \times dU/dt$ eşitliğinde belirtilen $A = F \times V/s$ birim ilişkisi ile SI türetilmiş birimleri farad (F) ve volt (V) ile SI temel birimi saniye (s) üzerinden gerçekleştirilmesi. TÜBİTAK UME'de amper, Ohm yasası ve kapasitör şarjı teknikleri üzerinden gerçekleştirilmektedir.

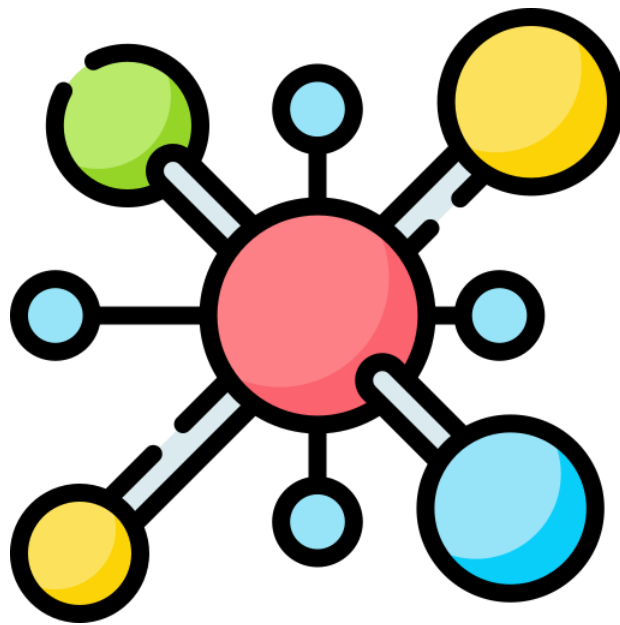


IŞIK ŞİDDETİ **KANDELA** (cd)

"cd" sembolü ile ifade edilen kandela, belli bir doğrultudaki ışık şiddetinin SI birimidir. Birim, 540×10^{12} Hz frekansındaki monokromatik ışının ışıksal veriminin sabitlenmiş sayısal değeri (K_{cd}), $cd sr W^{-1}$ veya $cd sr kg^{-1} m^{-2} s^3$ 'e eşit olan $lm W^{-1}$ birimi cinsinden ifade edildiğinde, 683 olacak şekilde tanımlanmıştır. Burada kilogram, metre ve saniye birimleri h , c ve $\Delta\nu_{Cs}$ zerinden tanımlanmıştır. TÜBİTAK UME'de kandela; lazer ışınının optik gücünün (Watt) % 0,01'den daha düşük belirsizlikle ölçülebildiği mutlak kriyojenik radyometri sistemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ölçülen lazer ışını ile insan gözünü simüle eden fotometre başlığı, fotometre başlığı kullanılarak ta kandela biriminde akkor lambanın (veya farklı ışık kaynaklarının) ışık şiddeti % 0,3 belirsizlikle ölçülmektedir.

MADDE MİKTARI **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, 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.



Kimyasal ölçümler çoğunlukla madde miktarının mutlak olarak belirlenmesinden ziyade, karışımların bileşiminin tayinini içerir (örneğin suda kurşun derişimi). Bu yüzden doğrudan madde miktarını belirlemekten çok, madde miktarlarının oranı ölçülür.

TERMODİNAMİK SICAKLIK **KELVİN** (K)

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

Günümüzde, termodinamik sıcaklık biriminin gerçekleştirilmesi için kabul görmüş çeşitli mutlak birincil ölçüm yöntemleri mevcuttur.

TÜBİTAK UME, bu yöntemler içinde en düşük belirsizliği elde etmesiyle ön plana çıkan Akustik Gaz Termometre sistemini kurmaktadır. Akustik Gaz Termometre sistemi, tek atomlu soygaz içindeki mutlak ses hızı ölçümleri ile termodinamik sıcaklık arasındaki bağıntıyı temel almaktadır.



TÜBİTAK
ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ

ÖLÇÜM İÇİN
DOĞRU MERKEZ