

KÜTLE VE İZLENEBİLİRLİK

Tülay Tok, Sevda Kaçmaz, Ümit Yüksel Akçadağ

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü(UME), PK 21, 41470, Gebze- Kocaeli

Özet

Kütle ölçüm büyüklüğüne ait ölçüm birimi kg olup, Fransa'da Paris yakınlarındaki Sevres'de muhafaza edilen uluslararası kilogram prototipinin kütlesi bir kg olarak kabul edilmiştir. Kütle, bir cismin üzerine etki eden bir kuvvete karşı o cismin gösterdiği eylemsizlik yada yerçekimi ivmesi nedeniyle cismin sahip olduğu ağırlık olarak ifade edilir. Bir cismin kütlesi tartımla belirlenir. Kütlede izlenebilirlik yapılan ölçüm sonuçlarının Ulusal Kilogram Prototipine, kesintisiz bir karşılaştırma zinciri boyunca bağlanabilmesidir.

1.Giriş

Bir fiziksel büyüklüğü ölçebilmek için referans bir büyüklüğe, bu büyüklüğü ifade edebilecek birime ve ölçüm cihazına ihtiyaç vardır. 1960 yılında yapılan 11. Ölçüler ve Ağırlıklar Genel Konferansında kısaca bütün dillerde SI olarak gösterilen uluslararası birim sistemi kabul edilmiş olup, bunlar metre, kilogram, saniye, Amper, Kelvin, mol ve kandeladır.

Kütle birimi kilogram, Fransa'da Paris yakınlarındaki Sevres'de BIPM'de (*Bureau International des Poids et Mesures*) muhafaza edilen Uluslararası Kilogram Prototipinin kütlesi olarak 1889 yılında yapılan birinci Ölçüler ve Ağırlıklar Konferansında kabul edilmiştir.[1]

Kütle birimi kilogram, yoğunluğu 21.5 kg/m^3 olan %90 platin ve %10 iridyum alaşımından yapılmış, 39 mm yüksekliğinde ve 39 mm çapındaki silindir biçimindeki ağırlık olarak kabul edilir.

Kütle birimi diğer temel birimler ile karşılaştırıldığında temel farklılıklar ortaya çıkar, en belirgin fark kilogram biriminin tanımlanması ve gerçekleştirilmesinde belirli bir nesneye bağlı kalınmasıdır, yani temel birimler arasında sadece el yapımı olan nesneden bir kilogram tanımlanmak zorunda kalınmıştır. Basınç, kuvvet, enerji gibi türetilmiş birimlerin, ayrıca temel birim olan Amperin, molün ve kandelanın tanımlanması kütle birimine bağlıdır. Bu temel birimler arasındaki bağlantıyı anlayabilmek için, bu birimlerle ilgili kabul edilmiş olan tanımlar incelenirse;

Amper (A), elektriksel akım şiddetine ait temel ölçüm birimidir. Boşlukta birbirlerinden bir metre uzaklıkta bulunan ihmal edilebilir dairesel kesitli sonsuz uzunluktaki paralel iki doğrusal iletkenlen geçirildiğinde, bu iletkenler arasında metre başına 2×10^{-7} Newtonluk bir kuvvet oluşturan, zamanla değişmeyen elektrik akım şiddetidir. Bu tanım kütleyle ait ağırlık kuvveti ile akım şiddetinin yarattığı elektrodinamik kuvveti dengeleyen bir akım terazisi ile gerçekleştirilir.

Mol(n), 0.012 kilogram karbon ^{12}C elementinin içerdiği atomların sayısı kadar madde yapısı elemanları bulunduran bir sistemin madde miktarına eşittir.

Kandela(cd), belirli bir doğrultuda 540×10^{12} Hz frekanslı monokromatik ışınım yayan ve o doğrultudaki ışınımın şiddeti $1/683 \text{ W} \cdot \text{sn}^{-1}$ olan kaynağın şiddetidir.[2] Sonuçta birimlerin kütle birimine bağılılığı açıkça görülmektedir.

2. Kütle Tanımı

Kütle, doğa olaylarını araştırmakta yardımcı olmak üzere bilim adamları tarafından kabul edilmiş kavramlardan biridir. Bu kavram kendiliğinden doğanın gösterdiği şekliyle bulunmayıp, insanlar tarafından ortaya çıkarılmıştır. Fiziksel bir büyüklük olan kütle, bir cismin iç özelliğini gösteren bir büyüklüktür.

Kütle, bir cismin üzerine etki eden bir kuvvete karşı o cismin gösterdiği eylemsizlik, ya da yerçekimi ivmesi nedeniyle cismin sahip olduğu ağırlık olarak ifade edilir.

Klasik mekanikte kütle kavramı, 1700'lü yıllarda Newton tarafından getirilmiştir. Kütlelerin modern soyut kavramını fiziğe getiren Euler olmuştur. Böylece bir cismin kütlesi, kuvvetin ivmeye oranından hesaplanan bir nümerik değer olarak bulunmuştur. $[F = ma]$

Bir cismin madde miktarı olan kütle bulmak için tartı aletleri ve ağırlık parçaları kullanılır. Yapılan tartım işleminin sonunda, bir takım düzeltmeler yapılarak özellikle "havanın kaldırma kuvveti" düzeltilmesi yapılarak elde edilen değer değer kütlelerdir. Havanın kaldırma kuvveti düzeltilmesi yapılmaksızın elde edilen değer konvensiyonel kütle değeridir.

Konvensiyonel tartım değeri, 8000 kgm^{-3} yoğunluğundaki bir referans ağırlık, 20°C 'de bir ağırlığı $1,2 \text{ kgm}^{-3}$ hava yoğunluğunda dengede tutuyorsa, bu ağırlığa aynı birimin kullanılması şartıyla referans ağırlığın kütlelerinin sayısal değerine eşit bir sayısal değerdir denir.

Bu tanım, kütle belirlemelerinde daha kolay bir tartım işlemini sağlamak için OIML (*Organisation Internationale de Metrologie Legale*) tarafından tanımlanmıştır. [3]

Konvansiyonel tartım değeri kesin olarak tanımlanmış ve belirlenmiş yan şartları olan bir değerdir. Yan şartlar; referans ağırlığın yoğunluğu, hava yoğunluğu ve ortam sıcaklığıdır.

Yeryüzünde duran bir cisim yerçekimi kuvvetinden başka dünyanın dönmesi sebebiyle oluşan merkezkaç kuvvetinin etkisinde kalır. Bu iki kuvvetin vektörel toplamı ağırlık kuvvetini verir. CIPM (*International Committee for Weights and Measures*)'in 3. konferansında alınan karara göre ağırlık, bir çeşit kuvvet olup yerel yerçekimi ivmesi ile cismin kütesinin çarpımı olarak kabul edilmiştir. [$G = mg$]

Klasik mekanikte kullanılan formüllere göre eylemsizlik kütesi ve ağırlık kütesinin birbirleriyle orantılı olduğu açıkça görülmektedir. Bu orantılılık kütlelerin karşılaştırılması için terazilerin(komporatorların) kullanılmasının uygunluğunu gösterir.

3. Kütlede İzlenebilirlik

Metre Konvansiyonuna dahil olan ülkelere Uluslararası Kilogram Prototipinden türetilmiş olan Ulusal Kilogram Prototipleri verilmiştir. Kilogram fizik sabitlerinden herhangi birine bağlı olmayıp, kütesi sabit kabul edilen bir cisme bağlanmıştır. Bunun neticesinde birimin mümkün olan en büyük doğrulukla iletilebilmesi için kütle standartları hiyerarşik yapısı kurulmuştur. Tablo 1' de görüleceği gibi kütle biriminin ilettilmesinde hiyerarşik zincirin en üstünde BIPM'deki Uluslararası Kilogram Prototipi bulunmaktadır. Ükelere ait olan Ulusal Kilogram Prototipleri BIPM'in primer standartları ile karşılaştırılırlar. Bu karşılaştırma işlemleri uzun aralıklarla yapılır. Böylelikle Ulusal Kilogram Prototiplerin zarar görmesi önlenmiş olur.

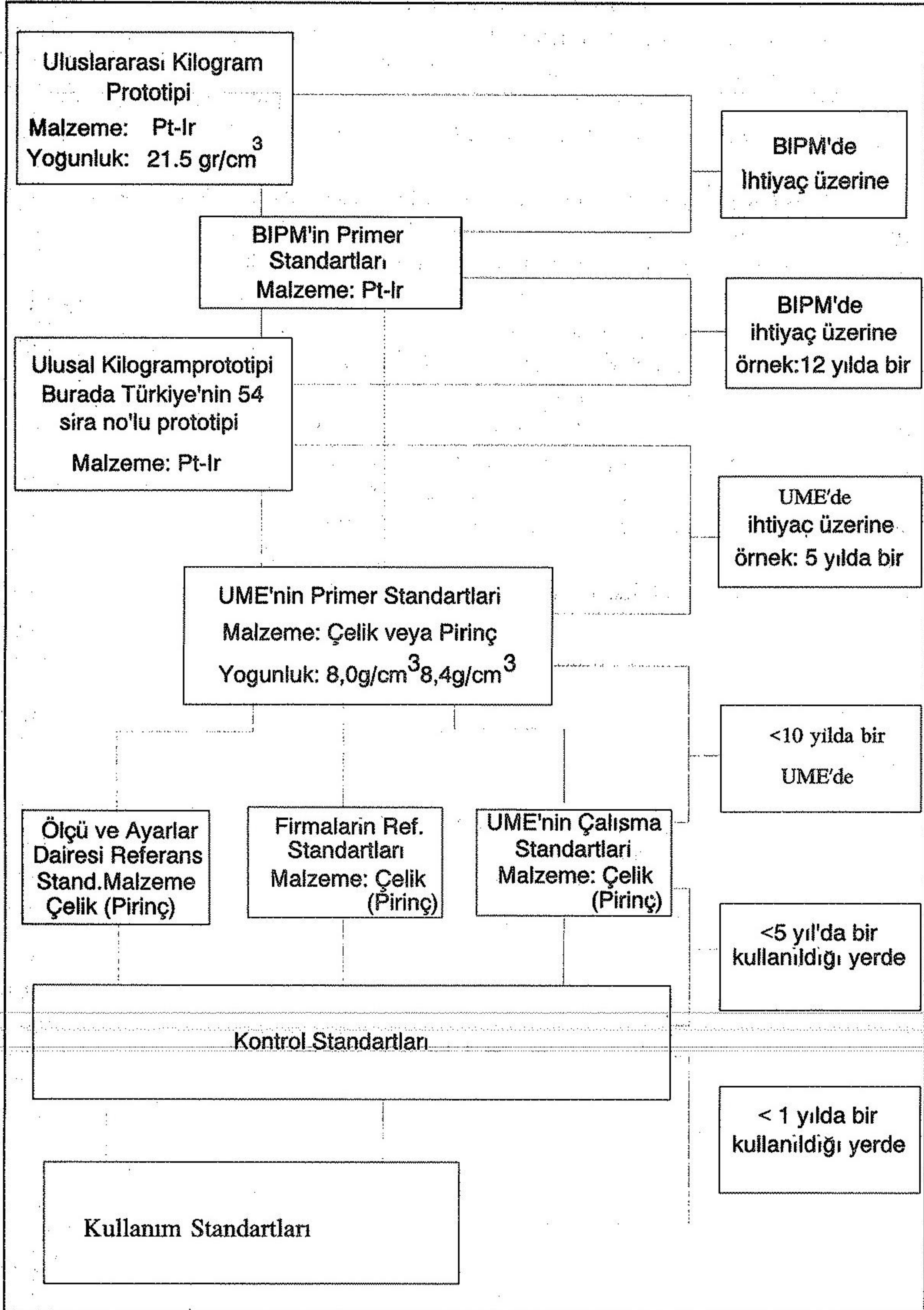
Türkiye 54 nolu Ulusal Kilogram Prototipine sahiptir. 1953 ve 1993 yıllarında BIPM' de yapılan karşılaştırmalara katılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Ulusal Kilogram Prototipinin kütesi:

$$m_{54} = 1 \text{ kg} + 0.234 \text{ mg}$$

Toplam belirsizliği:

$$u_c = \pm 0.0023 \text{ mg} \text{ olduğu bulunmuştur.}$$

Ulusal Metroloji Enstitülerinde izlenebilirlik, Ulusal Kilogram Prototiplerden gidilerek o enstitüye ait olan primer standartlara aktarılır. Bu standart kütleler genellikle paslanmaz çelikten yapıldığı gibi pirinçten de yapılabilir. Bu işlem çok önemli olup, titizlikle yapılmalıdır. Çünkü $21,5 \text{ gcm}^{-3}$ (Pt-Ir) yoğunluktan, yaklaşık $8,0 \text{ gcm}^{-3}$ (Çelik, Pirinç) olan



Tablo 1. Kütle Standartları Hiyerarşik Yapısı

yoğunluğa geçerken havanın kaldırma kuvveti etkisinin belirsizliği terazinin ve diğer etki eden faktörlerin belirsizliğinden daha büyüktür.

Primer standart; kütle standartları içerisinde en yüksek metrolojiksel özelliğe sahip olan standarttır. Bu primer standartla ülke içindeki Ölçü ve Ayar Dairelerinin, firmaların ve enstitülerin referans standartları kalibre edilir.

Referans standart; genelde kütle standartları içerisinde en yüksek metrolojiksel vasfa sahip olan ve bu kütle standartlarıyla yapılan ölçümlerin kendisinden elde edildiği standarttır. Bu referans standartlar ile de kontrol ve kullanım standartları kalibre edilir.

Kontrol standardı; terazi veya ağırlık kalibrasyonlarında veya kontrollerinde rutin olarak kullanılan ve genelde referans standardı ile kalibre edilmiş standarttır.

Bu hiyerarşik zincirle pazardan bir kilogramlık bir elma almak için kullanılan ağırlıkların doğrulukları belirlenerek, ayrıca bir ilaç firmasının 100 mg'lık bir ilacı üretebilmesi için, bu amaçla kullandığı terazisinin doğruluğundan emin olmak zorunda olduğundan, bunun içinde terazisini kalibre etmede kullandığı ağırlıkların doğrulukları belirlenerek kalitenin kontrol altına alındığını, hem üreticiyi hemde tüketiciyi koruduğunu, halkın yaşam seviyesini yükselttiği ve halkın sağlıklı bir şekilde yaşamasını sağladığı anlaşılır.

Kaynaklar

1. The International Bureau of Weights and Measures (1875-1975)
2. Uluslararası Birimler Sistemi(1994),(UME 94-007)
3. The Determination of Mass, Part 1, Dissemination of the Unit of Mass-Balances, Weights and Testing Rooms, M. Kochsiek, PTB, December 1983.