

# KÜTLE ÖLÇME LABORATUVARININ GEREKLİLİĞİ

MEHMET AKYÜREK

Mak. Yük. Müh.

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ

METROLOJİ VE KALİBRASYON DAİRE BAŞKANLIĞI

Kilogram: SI birimler içerisinde ve temelbirimlerden olan, 1960 yılında toplanan ölçüler ve ağırlıklar genel konferansınca yedi tane temel birimlerden biri de kutle ölçmede kullanılan kilogramdır.

1 kg 1889 tarihinde kabul edilen PT-İr alışımı (%90 Platin % 10 İridyum) 39 mm Çapı ve 39 mm yüksekliği olan silindirik kütledir. Bu prototip Fransanın Sevr Şehrindeki BIPM müzesinde muhafaza altında İnternasional referans standard vazifesi yapmaktadır. Türkiye'nin kutle ölçme standarı olan PT-İr alışımı 54 nolu Prototipi  $m_{54} = 1 \text{ kg} + 0.234 \text{ mg}$  UME'de muhafaza edilmektedir.

Kütle ölçme laboratuvarının gerekliliğini kısaca izah edecek olursam, şöyle sıralayabiliriz. Örneğin:

*Pazardan, çarşidan veya bakkaldan aldığımız her çeşit madde ve mamuller karşılığında ödediğimiz paralar acaba bir veya iki kilogram diye aldığımız şeylerin tam karşılığımızdır? Yoksa bir kg'dan eksik veya fazla mı? Eksik ise, ne kadar eksik, fazla ise, ne kadar fazla. Acaba bizlerin bir kg diye ödediğimiz fiyat gerçekten kaç gramın karşılığı bunu hiç düşündünüz mü?*

Yine eczanelerde kullanılan ağırlık veya teraziler, eczaneler bilindiği gibi insan sağlığı ile direk ilgisi olan yerlerdir. Bu yerlerdeki ölçümlerin ve ağırlıkların tam duyarlı ve sıhhatli olmaması insan sağlığında ne gibi sonuçlar doğurur malumunuzdur.

Yine fabrikalardaki paketlemelerde kullanılan ağırlık ve teraziler ne derece hassastır. Hemen hemen her gün karşılaşduğumuz, ambalajlar üzerinde yazan net ağırlık diye okuduğumuz ağırlıklar, gerçekten o ağırlıktamıdır.

Kuyumcuların kullandığı terazi ve ağırlıklara gelince, altın madeninin Türk toplumu üzerindeki etkinliğini düşünerek olursak, altın Türk toplumu için bir sigorta durumundadır. Bu durum kırsal kesimde etkinliğini daha fazla belirgin bir vaziyette sürdürmektedir. Bu nedenlerden dolayı toplumumuzun altına olan zaafi nedeniyle ve gramı şu günlerde 1.500.000.-TL'nin üzerinde olan ve gün geçikde değeri artan bu kıymetli madenin alanında ve satışında terazi ve ağırlıklardan kaynaklanan hatalar tüketiciye nelere mal olmaktadır. Daha fazla açıklamaya lüzum görmüyorum.

İşte bütün bu sebeplerden dolayı Kütle Laboratuvarının önem ve gerekliliği kaçınılmaz ve zaruridir. Eğer bu laboratuvarlar kurulup çalışmaya başlarsa üretici ve tüketici otomatik olarak korunmuş olur.

Kütle Laboratuvarlarında aranan şartlar;

-Kütle Laboratuvarı direk güneş ışısına maruz kalmayacak tarzda olmalıdır.

-Yaz ve Kış devamlı klima çalışır vaziyette olmalıdır.

-Gürültü ve titreşimden etkilenmeyecek bir şekilde yapılmış olmalıdır.

Buda ancak zeminde yapılmış odalarla mümkündür. Şöyledir ki, yan yana yapılmış üç tane oda, odaların hacmi yaklaşık  $130 \text{ m}^3$  odaların dış duvarları tamamen toprak içerisinde kalacak şekilde tasarlanmış ve toprak içerisinde kalan duvarların kalınlıkları 50 cm'den az olmamak kaydıyla yapılmış olmalıdır. Böylece yaz ve kış sabit sıcaklık elde etmekte mümkündür. Bu odaların kalorifersiz oda sıcaklıkları yaklaşık kışın  $18^\circ\text{C}$  yazında  $20^\circ\text{C}$  'dir. Sıcaklık farkını ayarlamak için kalorifer yerine İnfrarat elektrik ampülleri kullanılmaktadır. Bu ampuller ( 100 W/kişi) olarak tesbit edilmiştir. Laboratuvardaki insan sayıları göz önüne alınırsa insan sayısına göre bu lambaları açıp ve kapamak suretiyle oda içerisindeki sıcaklığı ayarlamak mümkündür. Bu laboratuvariçin gerekli sıcaklık  $20 \pm 0.2^\circ\text{C}$  'yi garanti etmektedir. Bu laboratuvara nem oranı % 50 ile % 60 olmalıdır.

Bilindiği gibi tartılarda ağırlık önemini kaybetmiş durumdadır. Buna karşılık önemli olan ağırlıklarda hassasiyetin korunması v ekarşılıştırma veya mukayese aracı olarak önemli bir değer kazanmıştır. Dünya milletlerinin meydana getirmiş olduğu internasyonel ölçü ve ağırlık teşkilatı ve kısa adı OIML olan "Organisation Internationale de Metrologie Legale" OIML, Avrupa topluluğu ülkelerin yanında daha bir çok ülkelerinde üye olduğu kuruluşa göre Ağırlıklar doğruluk sınırları  $\approx$  E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, ve M<sub>1</sub> diye ayrılmaktadır.

100 gram olan ağırlıkların doğruluk sınıflarındaki toleransları aşağıda örnek olarak verilmiştir.

$$E_1 = \pm 0.05 \text{ mg}$$

$$E_2 = \pm 0.15 \text{ mg}$$

$$F_1 = \pm 0.5 \text{ mg}$$

$$F_2 = \pm 1.5 \text{ mg}$$

$$M_1 = 5 \text{ mg}$$

Bu doğruluk sınıflarına bakacak olursak birbiri arasındaki tolerans farkı yaklaşık ( $\approx$ ) üç katı olarak görmekteyiz.

Ölçüm Belirsizliği: Herhangibir ölçüm veya kontrol yaptığımızda cihazlardan, ölçmede veya yardımcı aletlerden ve ölçüm yapan şahıslar gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanan, hata paylarında gözönünde bulundurmak gerekmektedir. Bir ölçme neticesi meydana gelen sonucu yüzde yüz doğru kabul etmek yersiz ve yanlış olur. İşte bütün bu nedenlerden dolayı karşımıza ölçme belirsizliği diye bir kavram çıkmaktadır. Aşağıdaki orandanda anlaşılacağına göre ölçme sayısı fazlalaştıkça ölçü belirsizliği küçülmeye başlar.

$$1 / \sqrt{n} \quad \text{burada } n = \text{ölçme sayısı}$$

Tabiki bütün bunlar standard sapması belirli bir(terazi) ve önceden verilen ölçü sonucunun standard sapması ile gerçekleşmektedir.

Genelde terazilerin,

$$m = \pm \frac{u}{\sqrt{n}} \Sigma \leq \frac{1}{3} fp$$

Ölçü belirsizliği, ağırlığı belirlenecek olan herhangi bir Prüflingin müsade edilen hata payının üçte birinden büyük olmamalıdır.

Pratikte  $u=3$  alınır. Buradan standard sapma yüzde 99,73 alınıp eşitlikten  $n$  çekilecek olursa en az kaç ölçüm yapabileceğimiz ortaya çıkmaktadır. Teorik olarak “ $n$ ” sayısı kesirli çıkarsa tam sayıya tamamlamak suretiyle gerçekleşmektedir. Ölçüm sonucu yalnız bir değer ise standard sapma aşağıdaki tablodan alınarak hesap edilir.

$$\pm \Sigma 68,27 \%$$

$$\pm 2\Sigma 95,44 \%$$

$$\pm 3\Sigma 99,73 \%$$

$$\pm 4\Sigma 99,99 \%$$

Eğer birden fazla ölçüm yapılmış ise o zaman ölçüm belirsizliği aşağıdaki formülle hesaplanabilir. Buradan,

$$m = \pm \frac{u}{\sqrt{n}} \Sigma$$

$m$ = ölçüm belirsizliği

$\Sigma$ = ölçü aletinin (terazinin) standard sapması

$u$ = tesadüfi değişken

$n$ = kontrol olan ağırlık parçasının ölçüm sayısı Laboratuvara kalibrasyon için uygun ortam sağlandığı takdirde, kalibre yapmak sorun olmaması kanaatindeyim.

Aşağıdaki çizelgede verilen, çeşitli sınıflardaki (1 mg'dan 50 kg'a kadar olan) ağırlıkların hata sınırlarını vermektedir.

**Çizelge 1: Hata Sınırları**  
**Konvensiyonel Ağırlık Değerinin Hata Sınırları**

Anma Değeri	E <sub>1</sub> Sınıfı mg	E <sub>2</sub> Sınıfı mg	F <sub>1</sub> Sınıfı mg	F <sub>2</sub> Sınıfı mg	M <sub>1</sub> Sınıfı mg	Hassas Ağırlıklar mg(M <sub>2</sub> )	Piyasa Ağırlıklar mg (M <sub>3</sub> )
1 mg	± 0.002	± 0.006	± 0.020	± 0.06	± 0.20	± 0.2	
2 mg	± 0.002	± 0.006	± 0.020	± 0.06	± 0.20	± 0.4	
5 mg	± 0.002	± 0.006	± 0.020	± 0.06	± 0.20	± 0.5	
10 mg	± 0.002	± 0.008	± 0.025	± 0.08	± 0.25	± 1.0	
20 mg	± 0.003	± 0.010	± 0.03	± 0.10	± 0.3	± 1.0	
50 mg	± 0.004	± 0.012	± 0.04	± 0.12	± 0.4	± 1.0	
100 mg	± 0.005	± 0.015	± 0.05	± 0.15	± 0.5	± 2.0	
200 mg	± 0.006	± 0.020	± 0.06	± 0.20	± 0.6	± 2.0	
500 mg	± 0.008	± 0.025	± 0.08	± 0.25	± 0.8	± 2.0	
1 g	± 0.010	± 0.030	± 0.10	± 0.3	± 1.0	± 5.0	
2 g	± 0.012	± 0.040	± 0.12	± 0.4	± 1.2	± 5.0	
5 g	± 0.015	± 0.050	± 0.15	± 0.5	± 1.5	± 10	
10 g	± 0.020	± 0.060	± 0.20	± 0.6	± 2.0	± 20	± 20
20 g	± 0.025	± 0.080	± 0.25	± 0.8	± 2.5	± 20	± 30
50 g	± 0.030	± 0.10	± 0.30	± 1.0	± 3.0	± 30	± 50
100 g	± 0.05	± 0.15	± 0.5	± 1.5	± 5	± 30	± 60
200 g	± 0.10	± 0.30	± 1.0	± 3.0	± 10	± 50	± 100
500 g	± 0.25	± 0.75	± 2.5	± 7.5	± 25	± 100	± 250
1 kg	± 0.50	± 1.5	± 5	± 15	± 50	± 200	± 400
2 kg	± 1.0	± 3.0	± 10	± 30	± 100	± 400	± 600
5 kg	± 2.5	± 7.5	± 25	± 75	± 250	± 800	± 1250
10 kg	± 5	± 15	± 50	± 150	± 500	± 1600	± 2500
20 kg	± 10	± 30	± 100	± 300	± 1000	± 3200	± 4000
50 kg	± 25	± 75	± 250	± 750	± 2500	± 8000	± 10000

Buna göre kalibre (ölçüm) yapıldığında, bu hata paylarında göz önünde bulunduracak olursak, herhangibir ağırlık parçasını mukayese yoluyla kalibre edebiliriz.

Ağırlık parçalarının hangi sınıfı dahil olacağı önceden belirlenmiş veya bilinen ağırlıklar sınıflarına göre ayırt edilerek ve kendi sınıflarındaki hata sınırı ile karşılaştırılarak mukayese edilirler. Hata payları, o sınıfın hata payının içerisinde veya tolerans dışındakalıp kalmayacağı hakkında karar vermemizi sağlamış olur.

Ağırlık parçalarının (gr ve kg) imalatında istenen özelliklerden birisi de kendi sınıflarındaki hata paylarından artı olmasıdır. Sebebine gelince yekpare olarak imal edilen ağırlıklar, zaman aşamından dolayı, aşınmaya ve korozyana karşı birtedbir olarak düşünülmüştür. Çünkü, zamanla mg mertebesinde eksilmeler olacağından kayba uğramaktadırlar. İşte bu kaybı önlemek için artı değerde olması tercih sebebidir. Kullanma ömrüleri daha uzun olmaktadır. Ağırlık parçalarının artı toleranslı olması ve bu ağırlıkları normale düşürmek sorun olmayacağından tercih sebebidir.

KAYNAKÇA: M. Kochsieck (Hrsg) Handbuch des Weagens

Dr. D. Baumgarten Sonderdruck  
Neues Weagezentrum des Berliner  
Landesamtes für das mess -und Eichwesen