

OTOMATİK OLMAYAN TERAZİ KALİBRASYONU

MEHMET ÇOLAK

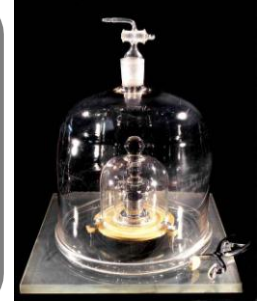
2

KÜTLE

M

kg
(kilogram)

Uluslararası kilogram prototipinin kütlesine eşittir.
Türkiye'nin Tubitak-UME'de bulunan prototipin
numarası 54'tür.

İridyum
%10Platin
%90Yoğunluk
21,5 g/cm³

kg - PROTOTİPİ



BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ



1 ton

1000 kg

1×10^3 kg

1 kg

1000 g

1×10^3 g

1 g

1000 mg

1×10^3 mg

1 mg

1000 μ g

1×10^3 μ g

1 mg

0.001 g

1×10^{-3} g

1 mg

0.000 001 kg

1×10^{-6} kg



SAPMANIN HESAPLANMASI

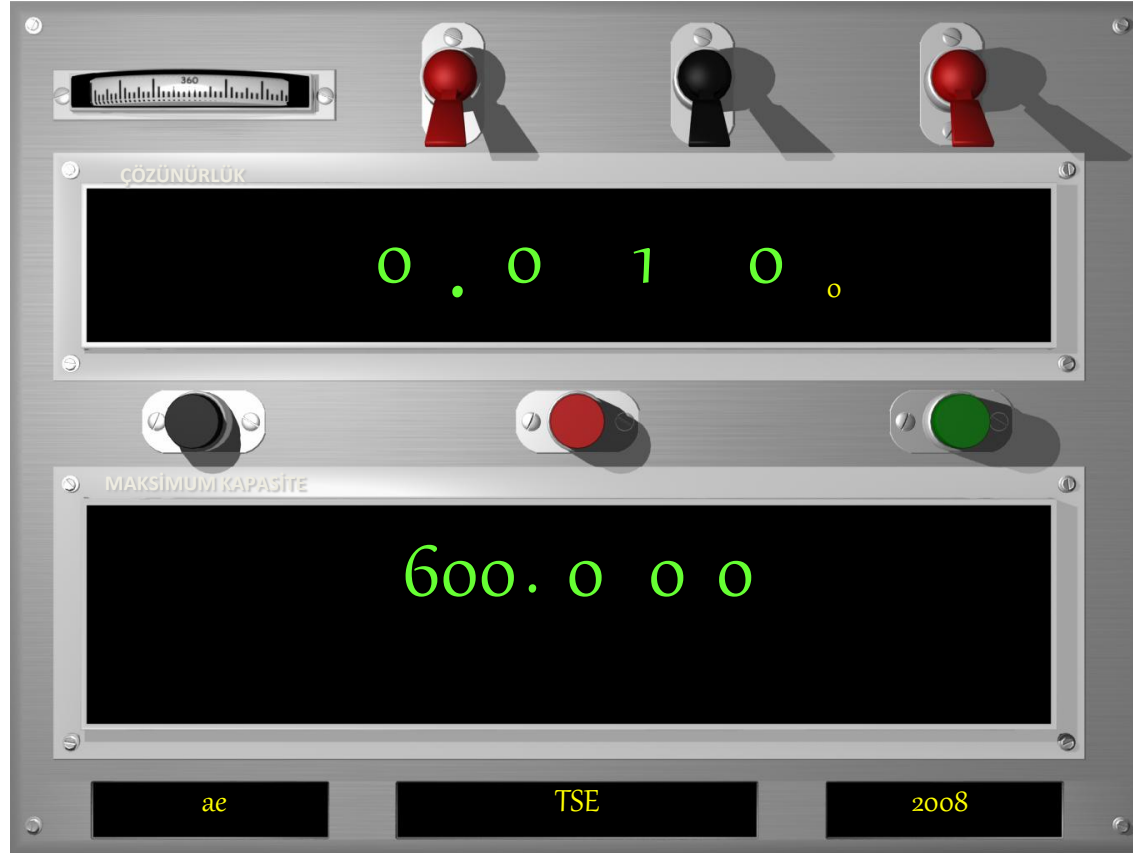


	Referans Değer	Ölçülen Değer	Sapma
ÖRNEK	g	g	g
	200	199,999	-0,001

	Referans Değer	Ölçülen Değer	Sapma
ÖRNEK	kg	kg	kg
	50	51,50	+1,50



ÇÖZÜNÜRLÜK - HASSASİYET - ÖLÇÜM ARALIĞI



Ağırlık

Ağırlık bir çeşit kuvettir. Kütlenin bulunduğu yerdeki yerçekimi ivmesi ile çarpımından elde edilir. Yerçekimi ivmesi, coğrafi konuma göre değişiklik göstererek bulunduğu yerdeki yerçekimi ivmesine bağlıdır.

?

$$F_G = G = m \times g$$

F_G	Ağılık Kuvveti	$kg \cdot m/s^2$
G	Ağırlık	$kg \cdot m/s^2$
m	Kütle	kg
g	Yerçekimi ivmesi	m/s^2

OIML

Organisation Internationale de
Metrologie Legale

ULUSLAR ARASI YASAL METROLOJİ ORGANİZASYONU

Her bir ülke ile beraber Yasal Metrolojide birliği sağlayarak Ölçüler ve Ayarlar yönetmeliklerini çıkartmak için çalışmalar yapar. Devamlı bürosu Paris'te BIPM'de (**Uluslar arası Ölçü ve Ağırlıklar Bürosu**) bulunur.

?



Kontrol Ağırlıkları

Kontrol ağırlıkları, elektronik ve mekanik terazilerin ayar ve kontrolünde kullanılır. Terazilerin doğruluğu, yerçekimi ivmesine bağlı olduğu için, kontrol ağırlıklarının önemi daha da artmaktadır. Bu nedenle, teraziler yerleri değiştiği zaman ağırlıklar ile tekrar ayarlanıp kalibrasyonu yapılmalıdır.

?



Yaprak Ağırlıklar



Tel Ağırlıklar



Başlıklı Ağırlıklar



Ağırlık Seti



Silindir Ağırlıklar



Blok Ağırlıklar



AĞIRLIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

OIML

E_1

- Ulusal ağırlık standartları ile E_2 sınıfı arasında izlenebilirliği sağlar
- Yüksek vasıflı paslanmaz çelik
- Antimanyetik
- Tek parça
- Yüzeylerinde sınıf ve nominal değer ibaresi yoktur.

E_2

- Analitik terazilerin ve F_1 sınıfı ağırlıkların kalibrasyonunda kullanılır
- Yüksek vasıflı paslanmaz çelik
- Antimanyetik
- Tek parça
- Yüzeylerinde sınıf ve nominal değer ibaresi yoktur.

F_1

- I. ve II. Sınıf terazilerin ve F_2 sınıfı ağırlıkların kalibrasyonunda kullanılır
- Yüksek vasıflı paslanmaz çelik
- Antimanyetik
- Ayar haznelidir
- Yüzeylerinde nominal değer ibaresi vardır

F_2

- II. Sınıf terazilerin ve M_1 sınıfı ağırlıkların kalibrasyonunda kullanılır
- Yüksek vasıflı paslanmaz çelik
- Antimanyetik
- Ayar haznelidir
- Yüzeylerinde sınıf ve nominal değer ibaresi vardır

M_1

- III. Sınıf terazilerin ve M_2 sınıfı ağırlıkların kalibrasyonunda kullanılır
- Çelik, Pirinç, Dökme demir malzemeli
- Antimanyetik
- Ayar haznelidir
- Yüzeylerinde sınıf, nominal değer ve Üreticisini belirten ibareler vardır

M_2

- III. ve IV. Sınıf terazilerin ve M_3 sınıfı ağırlıkların kalibrasyonunda kullanılır
- Çelik, Pirinç, Dökme demir malzemeli
- Antimanyetik
- Ayar haznelidir
- Yüzeylerinde sınıf, nominal değer ve Üreticisini belirten ibareler vardır



AĞIRLIK KALİBRASYON METODLARI



Doğrudan Okuma

- Ağırlığın değeri direkt olarak terazinin göstergesinden okunur
- Terazinin sapması ölçüm sonucunun içerisindedir.

-Kalibrasyondan önce terazinin hassasiyeti belirlenir.

Yerini Değiştirme

-Numune ve Standard ilk önce terazinin iki kefesine ayrı ayrı konur, daha sonra ağırlıkların kefelere değiştirilir.Böylece iki kollu terazinin iki kolu arasındaki uzunluk farkı giderilir.

-Elde edilen iki değer kullanılarak numunenin sapma değeri bulunur.

Yerine Koyma

-Bir ağırlığın kendisinden bir üst doğruluk seviyesinde olan ağırlıkla tek kefeli bir terazi kullanılarak karşılaştırılmasıdır.

-SNS (NPN) veya SNNS (NPPN) çevrimleri kullanılır.
[S(N) : Standard , N(P) : Numune]

-Bu çevrimler istenen belirsizliğe ve doğruluğa ulaşıncaya kadar birkaç kez yapılabilir.

Tek Kefeli Terazi

Otomatik Olmayan

Yükün, yük taşıyıcısı üzerine konulmasında, kaldırılmasında ve tartım sonuçlarının alınmasında bir kullanıcının müdahalesini gerektiren tartım cihazıdır.

?

Tek Skalalı Teraziler

Bütün ölçme sahasında çözünürlüğü (d) sabittir.

Ölçme Sahası : (0-1000) g

Çözünürlük (d): 0.01 g



Çok Skalalı Teraziler

Sıfırdan tam kapasiteye kadar farklı çözünürlüğe (d) sahiptir.

1. Ölçme Sahası : (0-1000) g

1. Çözünürlük (d_1) : 0.01 g

2. Ölçme Sahası : (0-2000) g

2. Çözünürlük (d_2) : 0.1 g

Çok Bölümlü Teraziler

Tek bir ölçme skalasına sahiptir. Bu tip terazilerde hem yükleme hem de boşaltma esnasında çözünürlük otomatik olarak değişir.

1. Ölçme Sahası : (0-1000) g

1. Çözünürlük (d_1) : 0.01 g

2. Ölçme Sahası : (1000-3000) g

2. Çözünürlük (d_2) : 0.1 g



TERAZİ KALİBRASYONUNDA LABORATUVAR FAKTÖRLERİ

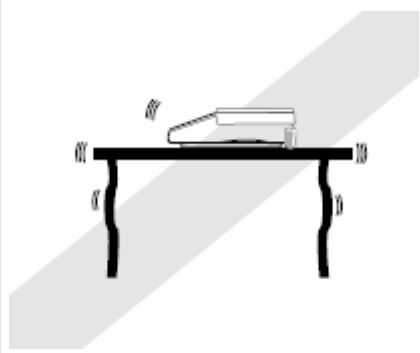


- Gerekli Ortam Sıcaklığı
- Atmosferik Basınç
- Havanın Kalitesi (Nem, Toz vs.)
- Şartlandırılmış Havanın Hızı
- Bağıl Nem Oranı
- Sismik ve Akustik Titreşim
- Radyasyon
- Besleme Gerilimi ve Değişimler
- Laboratuvarın Topraklama Sistemi
- Magnetik Alan ve Düşük Frekans Etkisi
- Elektrik Alan Etkisi



UYGUN OLMAYAN TERAZİ KULLANIM ALANLARI

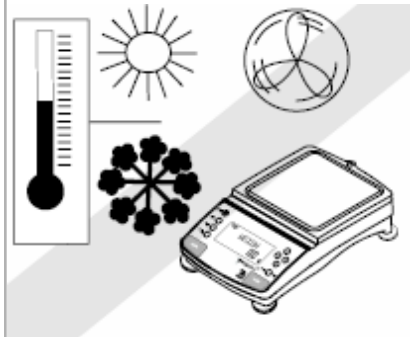
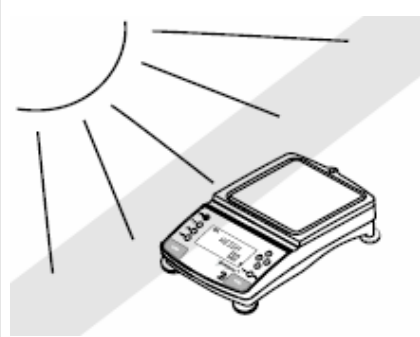
Örnek



-Hava akımı ve sıcaklık dalgalanmasının fazla olduğu açık kapı ve pencere yanı

-Fanlı ısıtıcı veya soğutucu yanı

-Titreşimli, ileri-geri hareket eden veya dönme hareketi yapan cihazların yanı



-Manyetik alan veya manyetik alan üreten cihazların yanı

-Düzgün olmayan çalışma yüzeyi

-Tartımların rahat yapılabilmesini engelleyen dar çalışma alanları

-Tek yönlü Güneş ışınları alan ortamlar



TERAZİLERİN ISINMA SÜRELERİ



Maksimum / d \geq 1 000 000	En Az 12 Saat
1 000 000 > Maksimum / d \geq 300 000	En Az 4 Saat
300 000 > Maksimum / d \geq 30 000	En Az 2 Saat
30 000 > Maksimum / d \geq 6 000	En Az 30 Dakika
6 000 < Maksimum / d	En Az 10 Dakika



Ağırlıkların Sıcaklık Kompensasyonu

Kalibrasyonda kullanılan ağırlıkların, terazinin ve ortam sıcaklığının kompensasyonunun sağlanmış olması gerekmektedir. Aksi takdirde, kalibrasyonda ölçüm hataları ortaya çıkar.

?

m (kg)	20 K		15 K		10 K		7 K		5 K		3 K		2 K		1 K	
	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t	Δm_{conv}	t
50	113.23	-	87.06	149.9	60.23	225.3	43.65	212.4	32.27	213.1	20.47	347.9	14.30	298.0	7.79	555.0
20	49.23	-	38.00	96.2	26.43	144.0	19.25	135.2	14.30	135.0	9.14	219.2	6.42	186.6	3.53	345.5
10	26.43	-	20.47	68.3	14.30	101.9	10.45	95.3	7.79	94.8	5.01	153.3	3.53	129.9	1.96	239.1
5	14.30	-	11.10	48.1	7.79	71.6	5.72	66.7	4.28	66.1	2.76	106.5	1.96	89.7	1.09	164.2
2	6.42	-	5.01	30.0	3.53	44.4	2.61	41.2	1.96	40.6	1.27	65.0	0.91	54.4	0.51	98.8
1	3.53	-	2.76	20.8	1.96	30.7	1.45	28.3	1.09	27.8	0.72	44.3	0.51	37.0	0.29	66.7
0.5	1.96	-	1.54	14.3	1.09	21.0	0.81	19.3	0.61	18.9	0.40	30.0	0.29	24.9	0.17	44.7
0.2	0.91	-	0.72	8.6	0.51	12.6	0.38	11.6	0.29	11.3	0.19	17.8	0.14	14.6	0.08	26.1
0.1	0.51	-	0.40	5.8	0.29	8.5	0.22	7.8	0.17	7.5	0.11	11.8	0.08	9.7	0.05	17.2
0.05	0.29	-	0.23	3.9	0.17	5.7	0.12	5.2	0.09	5.0	0.06	7.8	0.05	6.4	0.03	11.3
0.02	0.14	-	0.11	2.3	0.08	3.3	0.06	3.0	0.05	2.9	0.03	4.5	0.02	3.7	0.01	6.4
0.01	0.08	-	0.06	1.5	0.05	2.2	0.03	2.0	0.03	1.9	0.02	2.9	0.01	2.4	0.01	4.2

m = 1 kg

$\Delta T_1 = 20$ K

$t_1 = 20.8$ Dakika

$\Delta T_2 = 10$ K

$t_2 = 30.7$ Dakika

$\Delta T_3 = 7$ K

$t_3 = 28.3$ Dakika

Toplam Bekleme Süresi
79.8 Dakika

Δm_{conv} : Standard ağırlıkların mg olarak değişimi

ΔT : Sıcaklık farkı (K)

t : Bekleme Süresi (Dakika)



AĞIRLIKLARIN SAPMA SINIRLARI (OIML R111)

OIML

Max = 1 200 g

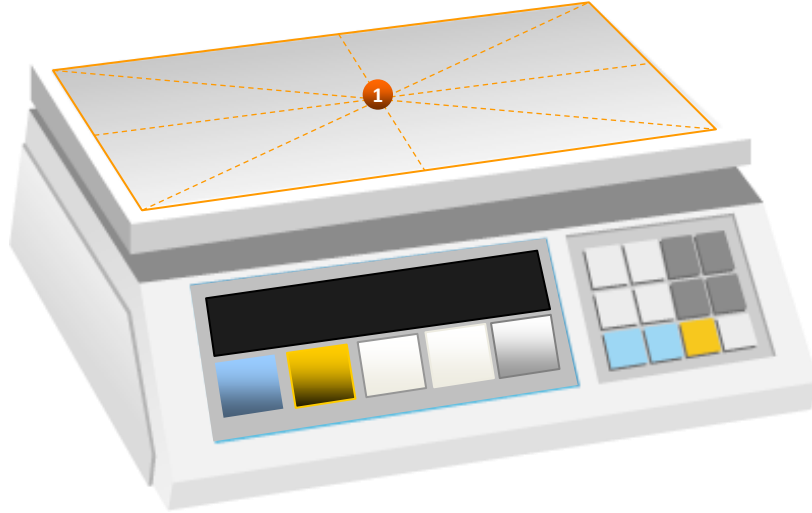
d = 10 mg

Nominal Değer		E ₁ Sınıfı	E ₂ Sınıfı	F ₁ Sınıfı	F ₂ Sınıfı	M ₁ Sınıfı	M ₁₋₂ Sınıfı	M ₂ Sınıfı	M ₂₋₃ Sınıfı	M ₃ Sınıfı
		±mg	±mg	±mg	±mg	±mg	±mg	±mg	±mg	±mg
1	mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20	-	-	-	-
2	mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20	-	-	-	-
5	mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20	-	-	-	-
10	mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25	-	-	-	-
20	mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3	-	-	-	-
50	mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4	-	-	-	-
100	mg	0.005	0.015	0.05	0.16	0.5	-	1.6	-	-
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	-	2.5	-	-
1	g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0	-	3.0	-	10
2	g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2	-	4.0	-	12
5	g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6	-	5.0	-	16
10	g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0	-	6.0	-	20
20	g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5	-	8.0	-	25
50	g	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0	-	10	-	30
100	g	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0	-	16	-	50
200	g	0.10	0.3	1.0	3.0	10	-	30	-	100
500	g	0.25	0.8	2.5	8.0	25	-	80	-	250
1	kg	0.5	1.6	5.0	16	50	-	160	-	500
2	kg	1.0	3.0	10	30	100	-	300	-	1 000
5	kg	2.5	8.0	25	80	250	-	800	-	2 500
10	kg	5.0	16	50	160	500	-	1 600	-	5 000
20	kg	10	30	100	300	1 000	-	3 000	-	10 000
50	kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000

Tekrarlanabilirlik Testi

Bu test, terazinin mümkün olduğunca normal çalışma şartları ve sabit test koşulları altında, aynı yükün terazi kefesi üzerine tekrar tekrar konmasından oluşmaktadır.

?



Tekrarlanabilirlik Test Ağırlığı = 500 g

Ölçüm No	Ölçülen Değerler (W_i) g	Sapma g
1	500	0
2	500	0
3	499	-1
4	501	+1
5	498	-2

Ölçüm Değerleri Ortalaması

$$\bar{W} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n W_i$$

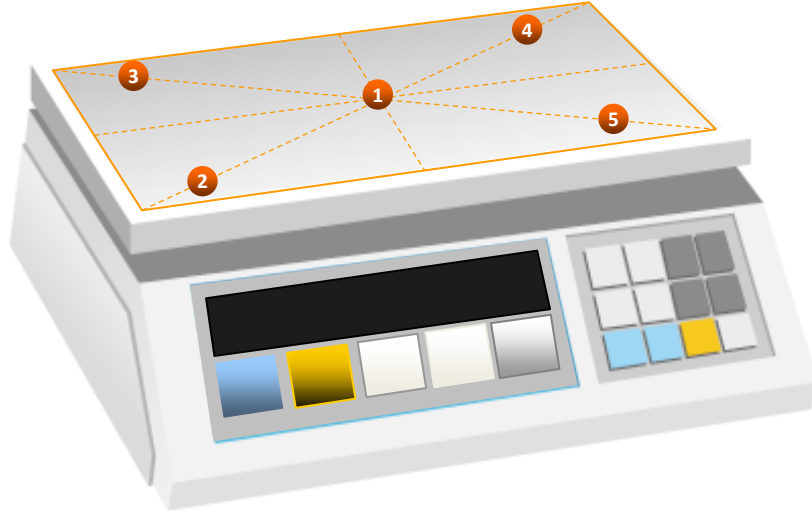
Standard Sapma

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (W_i - \bar{W})^2}$$

Köşe Yüğü Testi

Bir test yükünün terazi kefesine üzerine yükün aşağıdaki resimde belirtilen pozisyonları alacak şekilde farklı pozisyonlara yerleştirilmesinden oluşur.

?



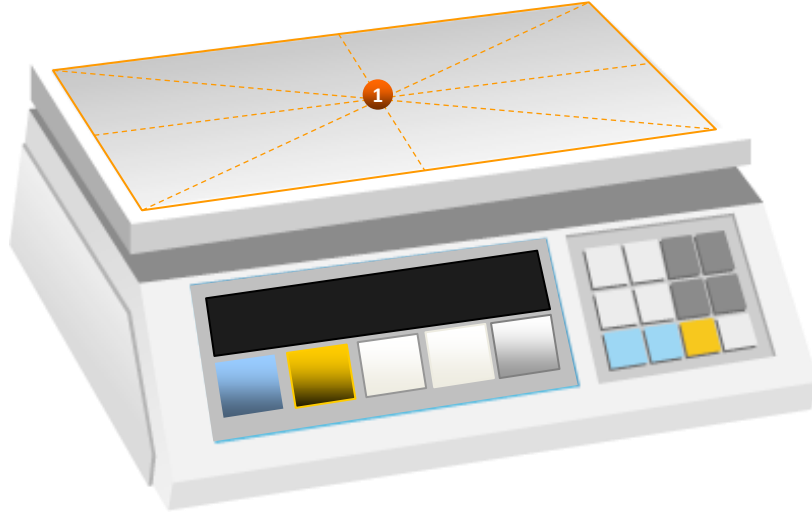
Köşe Yüğü Test Ağırlığı = 1 000 g

Pozisyon No	Ölçülen Değerler g	Sapma g
1 (Merkez)	999	-
2 (Sol Ön)	1002	+3
3 (Sol Arka)	998	-1
4 (Sağ Ön)	1000	+1
5 (Sağ Arka)	1001	+2

Doğruluk Testi (Linearite Testi)

Bu test, normal tartım aralığında veya müşterinin belirlemiş olduğu minimum ve maksimum test noktalarında oldukça eşit şekilde dağıtılan en az 5 farklı test yükleri ile yapılır. Bu testin amacı, cihazın performansının tüm tartım aralığında değerlendirilmesidir.

?



Maksimum Kapasite = 1000 g

Test Ağırlıkları	Ölçülen Değerler (W_i)	Sapma
g	g	g
Minimum = 100	99	-1
Maks %25 = 250	251	+1
Maks %50 = 500	500	0
Maks %75 = 750	749	-1
Maksimum = 1000	998	-2



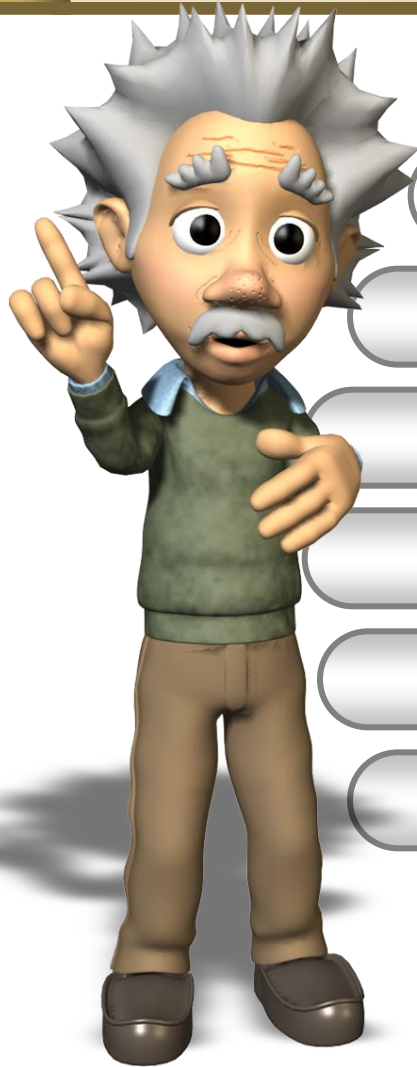
TERAZİ KALİBRASYONU



İlgili Standardlar / Direktifler	DKD-R7 , EA-10/18 , TÜRKAK R20.12
Kullanılan Referans ve Çalışma Standardları	Kalibrasyon Ağırlıkları (Sınıf E ₁ -E ₂ -F ₁ -F ₂ -M ₁ -M ₂ -M ₃)
Yardımcı Teçhizat	Dijital Termometre , Temizlik Malzemeleri (Bez,Etil alkol,Güderi) , Pamuklu tüy bırakmayan eldiven
Tanımlama	Ait olduğu Firma ve Cihaz bilgileri forma kaydedilir.
Kondüsyonlanma süresi	Terazinin Bölüntü değerine göre tespit edilir.
Temizlik	Kalibrasyona başlamadan önce terazinin kefesi temizlenir.
Görsel Kontrol	Kalibrasyonu engelleyici herhangi bir kusurun olup olmadığı gözle kontrol edilir. (Hasar, segmanlar, dijitler, vs.)
Ön Yükleme	Maksimum kapasiteye yakın bir ağırlıkla yapılır.
Ayarlama	Terazinin üreticisi tarafından tavsiye edilen değerde yapılır.
Tekrarlanabilirlik Testi	Terazinin tipine göre tek bir ağırlıkla yapılır.
Doğruluk Testi	Terazini tipine göre ve müşteri talebine göre minimum ve maksimum değerler arasında en az 3 farklı noktada yapılır.
Köşe Yüğü Testi	Maksimum değerın 1/3 'ü oranında tek bir ağırlıkla yapılır.
Dökümantasyon	Elde edilen bilgiler Rapor haline getirilir.



KALİBRASYON SIKLIĞI TAYİNİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR



Hata Sınırları

Çevresel Şartlar

Eğitim

Cihazın Kararlılığı

Tecrübe

İlgili yayınlar / Standardlar

Kullanım amacı ve sıklığı

Kalibrasyon Sertifikaları arasındaki ilişki

Üretici Firma tavsiyeleri

