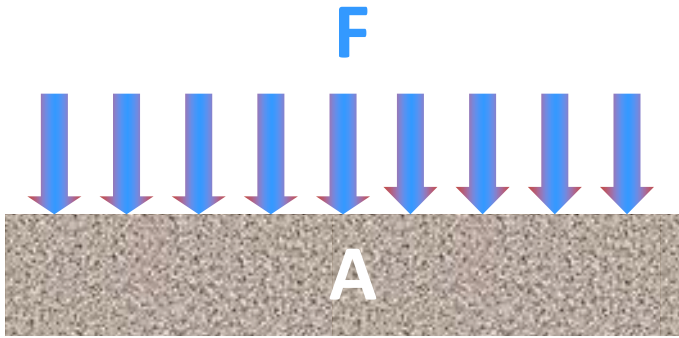


Basınç

Herhangi bir kuvvetin ona engel olan yüzeye yaptığı zorlamadır. Başka bir deyişle, birim alana düşen dikey kuvvettir. Basınç ölçerlerin ölçü birimleri ülke standartlarına ve kullanım amacına göre birçok farklı şekilde kullanılmaktadır.

?



$$P = \frac{F}{A}$$



P

Basınç

Pascal (Pa)

F

Kuvvet

N

A

Alan

m²

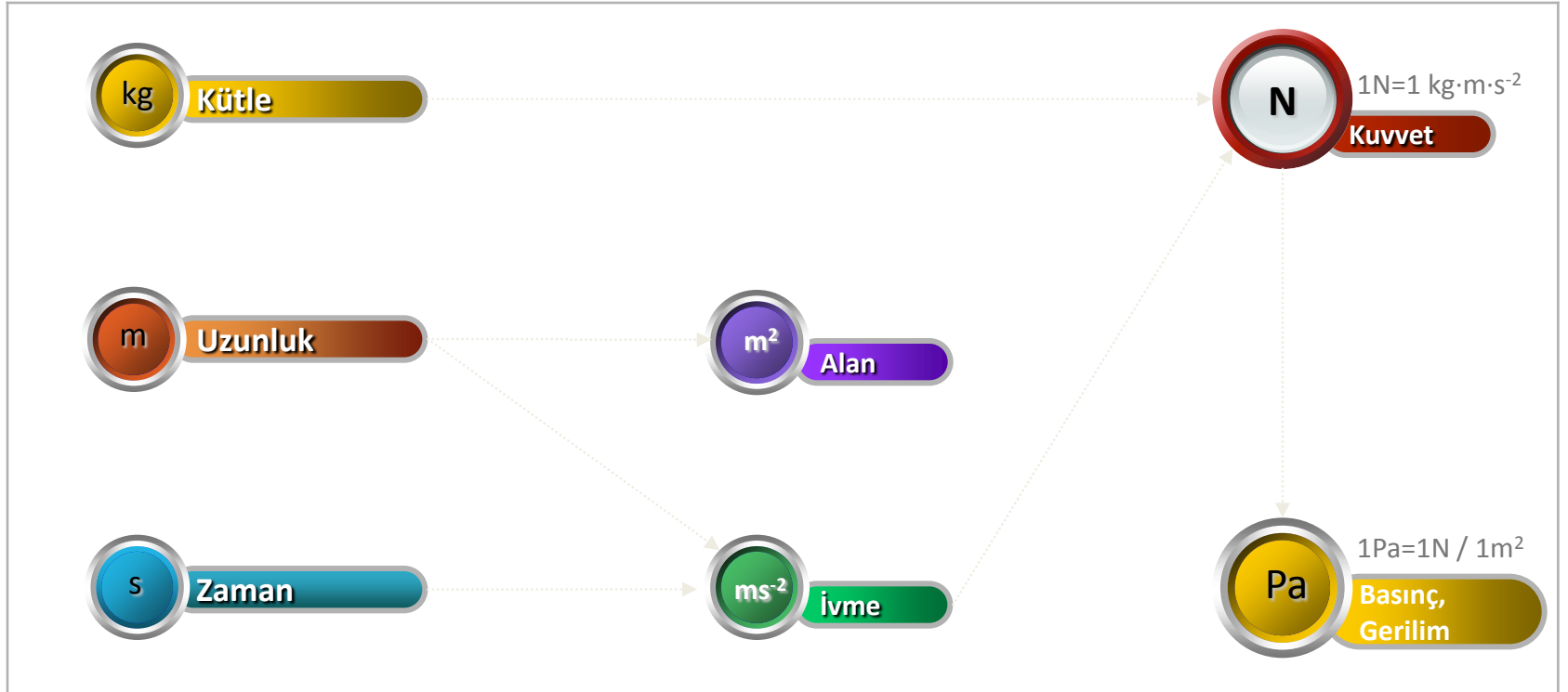


BASINÇ BİRİMİNİN TÜRETİLMESİ



SI TEMEL BİRİMLER

SI TÜRETİLMİŞ BİRİMLER





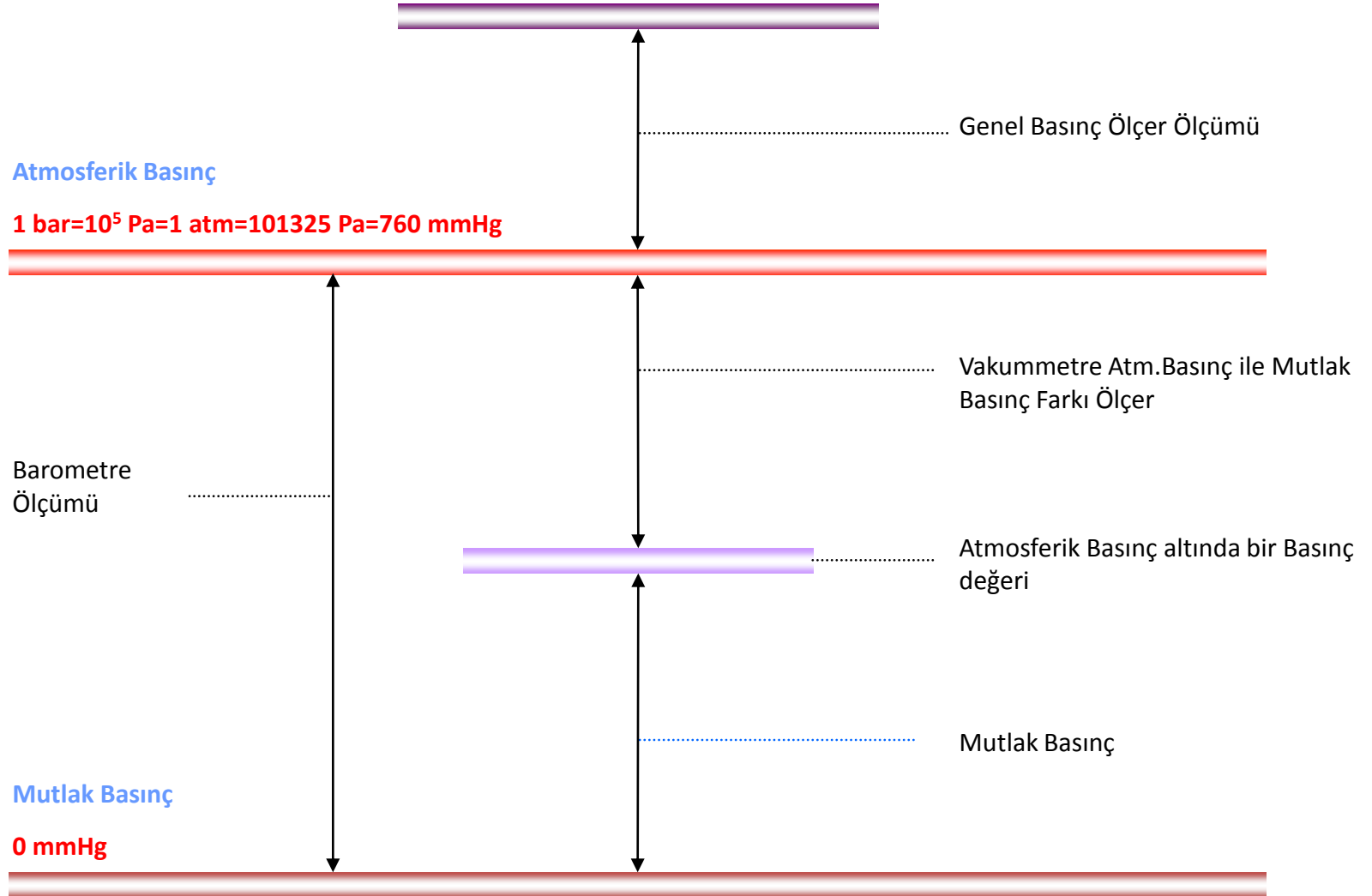
SIK KULLANILAN BASINÇ BİRİMLERİ VE ÇEVİRİM KATSAYILARI



	bar	Pa (N/m ²)	Kg/cm ²	mmH ₂ O	mmHg	atm	psi	inH ₂ O	inHg
1 bar	1	10 ⁵	1,01972	1,01972.10 ⁴	750,064	0,986923	14,5038	401,463	29,530
Pa (N/m²)	10 ⁻⁵	1	1,01972.10 ⁻⁵	1,01972	7,50064.10 ⁻³	9,86923.10 ⁻⁶	1,45038.10 ⁻⁴	4,01463.10 ⁻³	2,9530.10 ⁻⁴
Kg/cm²	0,980665	9,80665.10 ⁴	1	10 ⁻⁴	735,562	0,967841	14,2234	393,701	28,9590
mmH₂O	9,80665.10 ⁻⁵	9,80665	10 ⁻⁴	1	7,35562. 10 ⁻²	9,67841. 10 ⁻⁵	1,42234. 10 ⁻³	3,93701. 10 ⁻²	2,89590. 10 ⁻³
mmHg	1,33322.10 ⁻³	133,322	1,35951.10 ⁻³	13,5951	1	1,31575. 10 ⁻³	1,93369. 10 ⁻²	0,535240	3,93701. 10 ⁻²
atm	1,01325	1,01325.10 ⁵	1,03323	1,03321. 10 ⁴	760	1	14,6959	406,782	29,9213
psi	6,89476.10 ⁻²	6,89476.10 ³	7,03037.10 ⁻²	703,067	51,7146	6,80462. 10 ⁻²	1	27,68	2,03603
inH₂O	2,49089.10 ⁻³	249,089	2,54.10 ⁻³	25,4	1,86832	2,45832. 10 ⁻³	3,61272. 10 ⁻²	1	7,35561. 10 ⁻²
inHg	3,38639.10 ⁻²	3,38639.10 ³	3,45316.10 ⁻²	345,316	25,4	3,34210. 10 ⁻²	0,491152	13,5951	1



BASINÇ TERMİNOLOJİSİ



Atmosferik Basınç

(Atm)

Havanın dünyanın yerçekimi nedeniyle yeryüzüne dik olarak uyguladığı kuvvetle oluşan basınca "atmosferik basınç" denir. Atmosfer Basıncının birimi "Atmosfer (Atm)" dir. Atmosfer basıncı, havayla tüm yönlere eşit şekilde iletilir. Yüzey üzerindeki havanın yoğunluğundaki sıcaklık ve iklim çeşitliliği nedeni ile meydana gelen değişim, atmosfer basıncının sürekli olarak değişmesine neden olur.

?

Rakım azaldıkça her 10 metrede basınç 1 mbar artar

Rakım arttıkça her 10 metrede basınç 1 mbar azalır.

1 Standart atmosfer = 101325 Pa





BASINÇ STANDARLARI



1- Primer (Birincil) Basınç Standartları

- Sıvı Sütunlu Basınç Ölçerler
- Pistonlu Basınç Ölçerler



2- Sekonder (İkincil) Basınç Standartları

- Manometreler
- Basınç Dönüştürücüleri

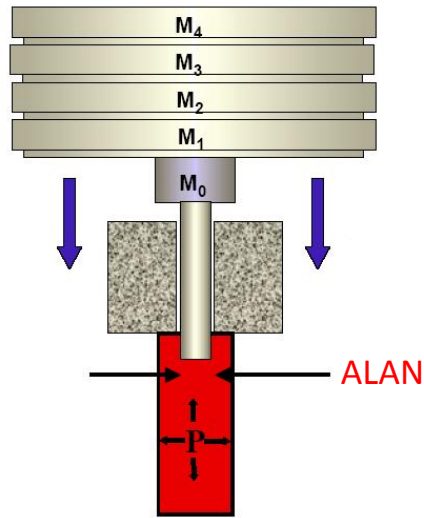


Hidrolik Pistonlu Basınç Ölçerler

- Yüksek ve çok yüksek basınçlarda kullanılır
- Gauge ve fark basıncı ölçümleri yapılır

Pnömatik Pistonlu Basınç Ölçerler

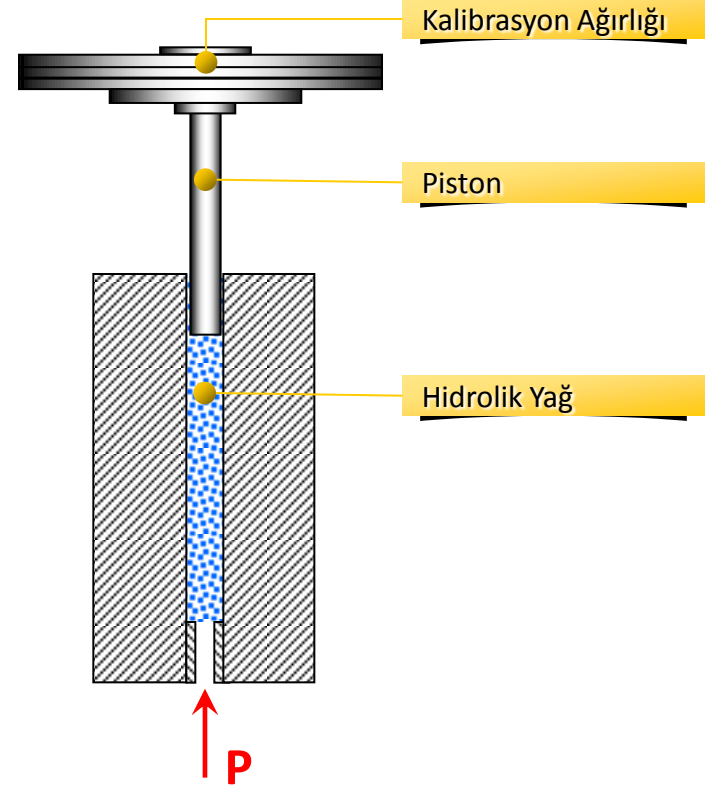
- Atmosfer basıncında ve yüksek basınç aralığındaki düşük basınçlarda kullanılır
- Gauge ve mutlak basınç ölçümleri yapılır



$$\Sigma M = M_0 + M_1 + M_2 + M_3 + M_4$$

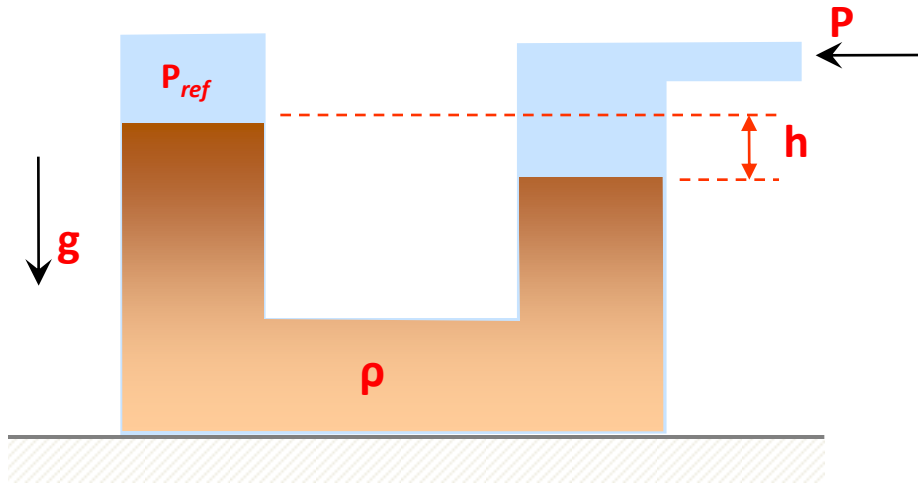
$$F = \Sigma M \cdot g$$

$$P = \frac{F}{A_{eff}}$$



Sıvı Sütunlu Basınç Ölçerler

- Araştırma ve Basınç ölçümlerinde kullanılır
- Atmosfer basıncı ölçümlerinde ve uçaklarda aynı amaç için kullanılan **altimetrelerin** kalibrasyonlarında kullanılır
- Manometrelerde çok değişik sıvılardan yararlanılmasına rağmen yüksek doğruluğa sahip birçok manometrede sıvı olarak civa kullanılmaktadır



$$P = \rho \cdot g \cdot h + P_{ref}$$

P: Uygulanan basınç

ρ : Sıvının Yoğunluğu

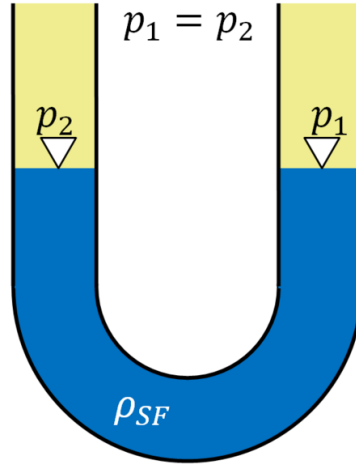
h: Yükseklik değişimi

g: Yerçekimi ivmesi

P_{ref} : Referan basınç (Bu değer sıfır olmayacak)

U-Manometre

Alçak basınçlı sistemlerde basınç farkını daha pratik ölçmek amacıyla U-Manometrelerin kullanımı tercih edilir..



$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p = 0,760 \times 13600 \times 9,80665$$

$$p = 101361,53 \text{ Pa}$$

Yada

$$p = 1,0136153 \text{ bar}$$

p: Basınç

ρ : Sıvının Yoğunluğu

h: Yükseklik değişimi

g: Yerçekimi ivmesi



BASINÇ STANDARLARI / Sekonder (ikincil) Basınç Standardları



Sekonder (ikincil) Basınç Standardları

Maddelerin fiziksel özelliklerinden yararlanarak basınç ölçümü gerçekleştiren cihazlara sekonder standartlar adı verilir.

Manometreler ve basınç dönüştürücüleri sekonder standartlarına örnek olarak verilebilir

Mekanik basınç ölçerlerde bağlantıların tekrarlanabilirliği ve ibrenin gösterdiği değerin gözle okunması sırasındaki hatalarda en iyi basınç ölçerin belirsizliği % 0,1 ile sınırlanmıştır.

Basınç ölçerin tekrarlanabilirliği ise imalatında kullanılan malzemenin özelliğine ve uygulanan basıncın yarattığı gerinime bağlı olan Burdon (Bourdon) tüpünün elastik olmayan davranışı ile sınırlanmıştır. Ayrıca yapı elemanlarının termal genleşmeleri ve elastik katsayılarının (termoelastik katsayı) sıcaklık değişmesi, sıcaklık farkları basınç ölçerdeki okunan değerleri değiştirebilmektedir.



Manometreler

Manometrelerin çalışma prensibi, içerisinde bulunan elastik elemanın uygulanan basıncı orantılı harekete çevirmesine dayanmaktadır. Oluşturulan hareket manometre içinde uygun dişliler ve kollar yardımıyla, uygulanan basıncı gösterecek gösterge üzerindeki ibreye aktarılır. Ölçülen değerin hassasiyeti ve güvenilirliği, hareketi oluşturan elastik elemanın tipine bağlıdır.

?





ÇEŞİTLİ TİPTE MANOMETRELER



Konsantrik İbrelili Manometre



Eksantrik İbrelili Manometre



Vakummetre



Sıvı Dolgulu Manometre



Yüksek Basınç Manometresi



Kontak Manometre



Fark Basınç Manometresi





1

Diyaframlı Basınç Ölçerler

- Düz Diyaframlı
- Kıvrımlı Diyaframlı

2

Bourdon Tüplü Basınç Ölçerler

- C Şekli verilmiş Bourdon Tüpü
- Spiral Bourdon Tüpü
- Helisel şekli verilmiş Bourdon Tüpü

3

Körüklü Basınç Ölçerler

4

Kapsüllü Basınç Ölçerler

5

Silindir Basınç Ölçerler

Bourdon Tüplü Basınç Ölçerler

1849 Yılında Fransız bilim adamı Eugene Bourdon tarafından bulunan "Bourdon Tüplü Basınç Ölçer" günümüzde en yaygın kullanılan basınç ölçerlerdir.

Bourdon tüplü manometreler, içlerinde bulunan Bourdon Tüpünün şekline göre 3 gruba ayrılırlar.

?



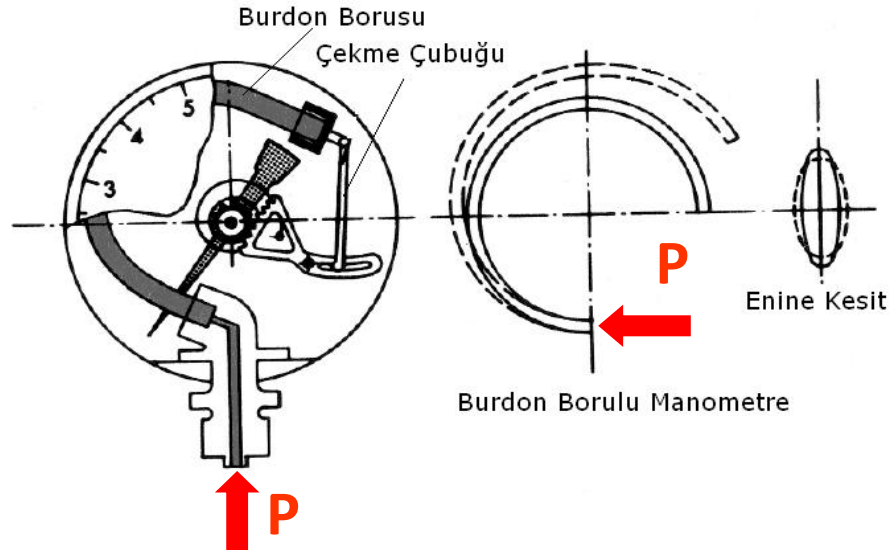
C Şekilli



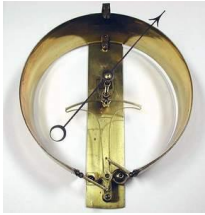
Spiral Şekilli



Helisel Şekilli



Eugene Bourdon



İlk Bourdon Tüplü Manometre



Çalışma Prensibi

Bourdon Tüpü Malzemeleri : Pirinç, Bronz, Paslanmaz Çelik, Nikel-Krom Çeliği mazemeli Bourdon tüpleri için en düşük belirsizlik değeri %0,1'dir.

Ergimiş Kuvars malzemeli Bourdon tüpleri için en düşük belirsizlik %0,01'dir. (Yüksek doğruluğun istendiği düşük basınç ölçümlerinde)

Bourdon tüplü basınç ölçerlerin hassasiyetleri ve ölçüm aralıkları, tüp imalinde kullanılan malzeme boyutlarının ve mukavemetinin seçilmesiyle belirlenir.



MANOMETRELERİN SINIFLANDIRILMASI / Skala ve Gösterge Tiplerine Göre



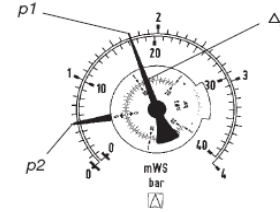
Bileşik (Kombine) Manometreler

Birleşik (Kombine) manometre ile ortam basıncı altındaki ve üsteki bir başka deyişle pozitif (+) ve negatif (-) basınçlar ölçülebilmektedir.(Manovakummetre)



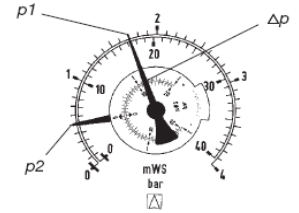
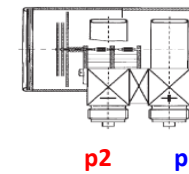
Çift İbrelili Manometreler

Farklı iki basınç kaynağına bağlanmış birbirinden bağımsız iki elastik elemandan ve kendilerine ait elastik elemanlara mekanik olarak bağlanmış iki ibrelili manometrelerdir



Fark Basıncı Ölçen Manometreler

Farklı iki basınç kaynağına bağlanmış birbirinden bağımsız iki elastik eleman ve iki basınç arasındaki farkı gösteren bir ibre tasarlanmış manometrelerdir



Doğruluk Sınıfı ve Müsaade Edilebilir Hata Sınırları

Ölçme cihazının ölçülen büyüklüğün gerçek değerine yakın gösterge değerleri verme kabiliyetine, ölçme cihazının doğruluğu denir. Tablo'da, 20°C (68F) referans sıcaklıkta, doğruluk sınıflarına karşılık gelen, ölçme aralığının müsaade edilebilir hata yüzdesi sınırları verilmiştir.

TS EN
837-1

Doğruluk Sınıfı	Müsaade Edilebilir Hata Sınırları (Ölçme Aralığının Yüzdesi Olarak)	Test Sıcaklığı
0,1	% ± 0,1	Referans Sıcaklık ± 2 °C
0,25	% ± 0,25	Referans Sıcaklık ± 2 °C
0,6	% ± 0,6	Referans Sıcaklık ± 2 °C
1,0	% ± 1,0	Referans Sıcaklık ± 4 °C
1,6	% ± 1,6	Referans Sıcaklık ± 4 °C
2,5	% ± 2,5	Referans Sıcaklık ± 4 °C
4,0	% ± 4	Referans Sıcaklık ± 4 °C

$$\% \text{ Doğruluk} = \left[\frac{P_{\text{test}} - P_{\text{ref}}}{\text{Ölçüm Aralığı}} \right] \times 100$$



MANOMETRE / Ölçüm Noktası Sayısı ve Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

TS EN
837-1

Doğruluk Sınıfı	Ölçüm Alınması Gereken Nokta Sayısı (En Az)
0,1	10
0,25	10
0,6	10
1,0	5
1,6	5
2,5	5
4,0	4



Her nokta artan ve azalan basınç için denenmelidir



Maksimum skala değeri bir ölçüm noktası olarak alınmalıdır



Serbest olduğunda , sıfır bir ölçüm noktası olarak alınmalıdır



Okumalar, basınç ölçer hafif tıklatıldıktan sonra elde edilmelidir



İki skala çizgisi arasındaki mesafe gözle $\frac{1}{4}$ ile $\frac{1}{10}$ 'u kadar bölümlendirilir



Okuma esnasında harcanan zaman kısa olmalıdır (30s'den az)



Maksimum noktada 2 dakika yada 5 dakika beklenmelidir



Çevrim sayısı manometrenin sınıfına göre belirlenir



MANOMETRE KALİBRASYON ZİNCİRİ

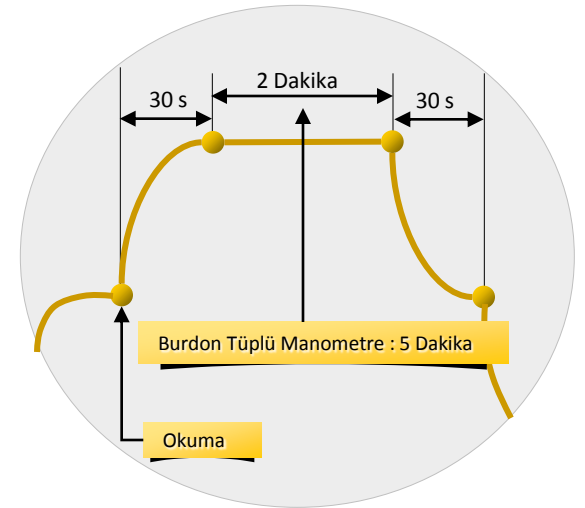
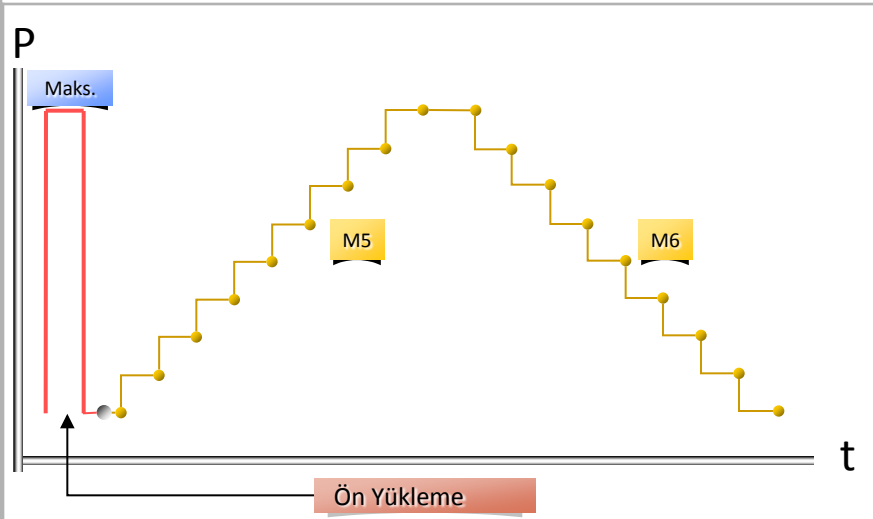
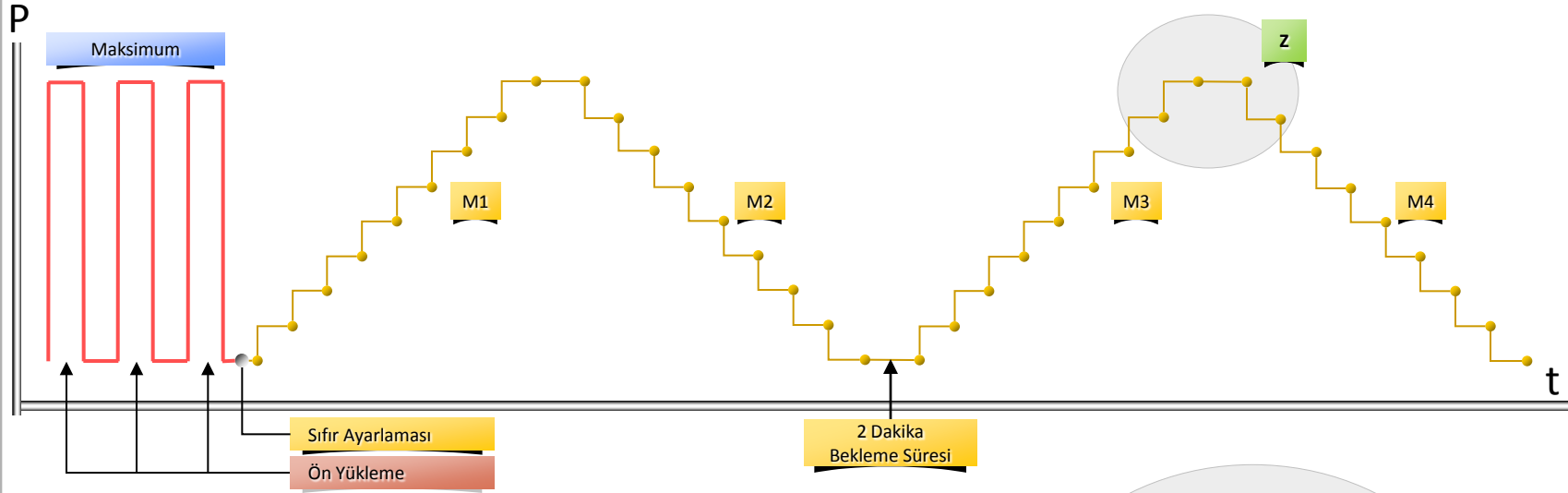


Kalibrasyon Zinciri	Ölçme Haddinin Yüzdesi olarak Ölçüm Belirsizliğinin Kastı (Sınıf)	Ölçüm Noktası Sayısı	Ön Yüklemelerin Sayısı	Yük Değişirme Süresi + Bekleme Süresi	Ölçme Aralığının Üst Limitinde Bekleme Süresi	Ölçme Serisi Sayısı	
		Sıfır Dahil Artan / Azalan		Saniye	Dakika	Artan	Azalan
A	< 0.1	9	3	> 30	2	2	2
B	0.1.....0.6	9	2	> 30	2	2	1
C	> 0.6	5	1	> 30	2	1	1



MANOMETRE KALİBRASYON ZİNCİRİ

A

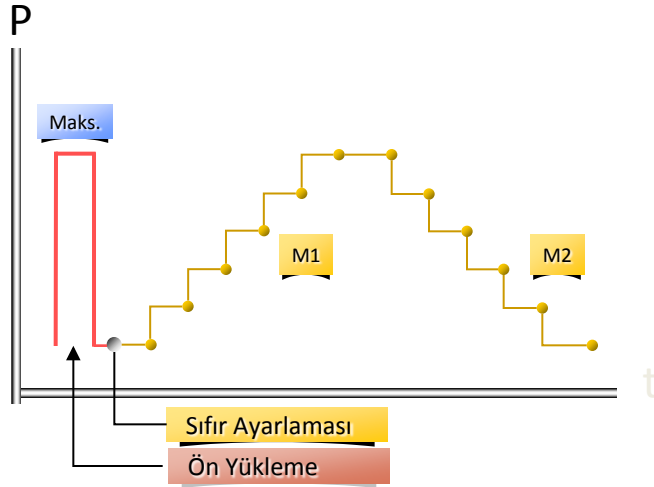




MANOMETRE KALİBRASYON ZİNCİRİ

C

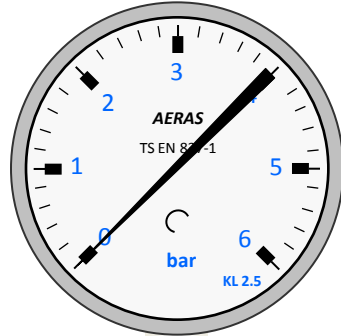
Kalibrasyon Zinciri	Ölçme Haddinin Yüzdesi olarak Ölçüm Belirsizliğinin Kasti (Sınıf)	Ölçüm Noktası Sayısı Sıfır Dahil Artan / Azalan	Ön Yüklemelerin Sayısı	Yük Değişirme Süresi + Bekleme Süresi Saniye	Ölçme Aralığının Üst Limitinde Bekleme Süresi Dakika	Ölçme Serisi Sayısı	
						Artan	Azalan
C	> 0.6	5	1	> 30	2	1	1





KALİBRASYON İŞLEMİ / Manometre

ÖRNEK

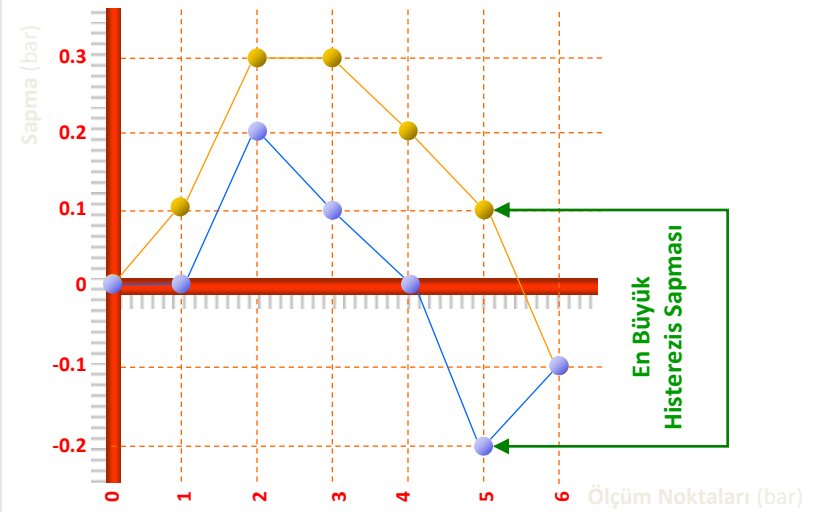


En Büyük Sapma Değeri : 0,3 bar

En Büyük Histerezis Değeri : 0,3 bar

En Büyük Full Skala Hatası %FS : ?

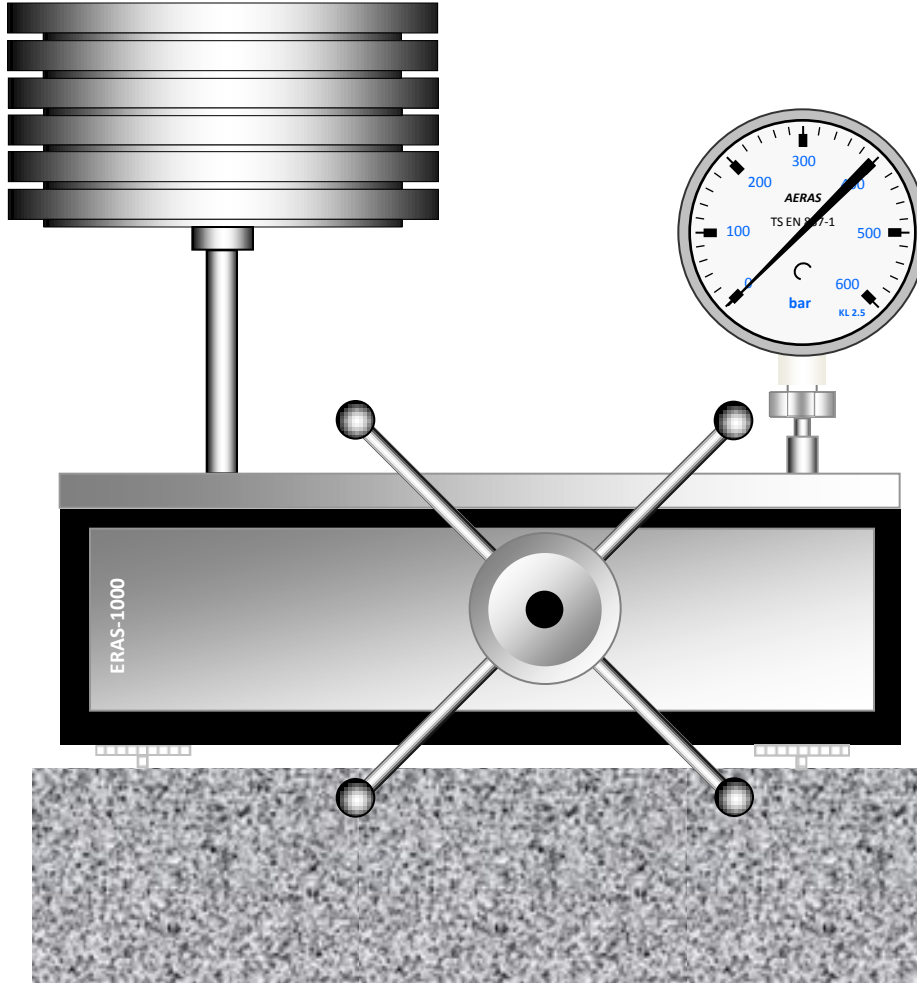
Ölçüm Noktaları (bar)	Ölçülen Artan (bar)	Sapma (bar)	Ölçülen Azalan (bar)	Sapma (bar)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	1,10	0,10	1,00	0,00
2,0	2,30	0,30	2,20	0,20
3,0	3,30	0,30	3,10	0,10
4,0	4,20	0,20	4,00	0,00
5,0	5,10	0,10	4,80	-0,20
6,0	5,90	-0,10	5,90	-0,10





KALİBRASYON İŞLEMİ / Manometre (Dead Weight Tester Kullanarak)

ÖRNEK



Ölçüm Noktaları (bar)	Ölçülen Artan (bar)	Sapma (bar)	Ölçülen Azalan (bar)	Sapma (bar)
0,0	0	0	0	0
100,0	95	-5	90	-10
200,0	195	-5	198	-2
300,0	300	0	302	+2
400,0	405	+5	405	+5
500,0	515	+15	510	+10
600,0	615	+15	615	+15

En Büyük Sapma Değeri : 15 bar

En Büyük Histerezis Değeri : 5 bar

En Büyük Full Skala Hatası %FS : ?



MANOMETRE KALİBRASYONU



İlgili Standardlar / Direktifler	TS EN 837-1-2-3 , DKD-R6-1
Kullanılan Referans ve Çalışma Standardları	Manometre Kalibratörü
Yardımcı Teçhizat	Sızdırmazlık elemanları (Teflon bant, O-Ring vs), Anahtar ve Tornavida takımı, Temizlik malzemeleri
Tanımlama	Ait olduğu Firma ve Cihaz bilgileri forma kaydedilir.
Kondüsyonlanma süresi	Manometre en az 6 saat laboratuvar şartlarında bekletilir.
Temizlik	Kalibrasyona başlamadan önce manometre temizlenir.
Görsel Kontrol	Kalibrasyonu engelleyici herhangi bir kusurun olup olmadığı gözle kontrol edilir. (Bağlantı ağzı, gövde, ibre,skala çizgileri, dijitaler vs.)
Fonksiyonel Kontrol	Tüm ölçüm aralığı boyunca ibrenin hareketi kontrol edilir.
Anma Değerlerinin Kontrolü	Manometrenin doğruluk sınıfına göre standartta belirtilen sayıda, aynı ölçüm noktalarından artan ve azalan yönde ölçümler alınır.
Tekrarlanabilirlik Testi	Doğruluk sınıfı 0.1'den daha iyi olan manometrelere uygulanır
Dökümantasyon	Elde edilen bilgiler Rapor haline getirilir.



KALİBRASYON SIKLIĞI TAYİNİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR



Hata Sınırları

Çevresel Şartlar

Eğitim

Cihazın Kararlılığı

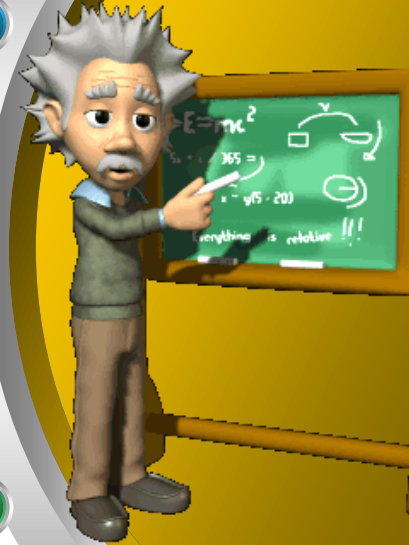
Tecrübe

İlgili yayınlar / Standardlar

Kullanım amacı ve sıklığı

Kalibrasyon Sertifikaları arasındaki ilişki

Üretici Firma tavsiyeleri

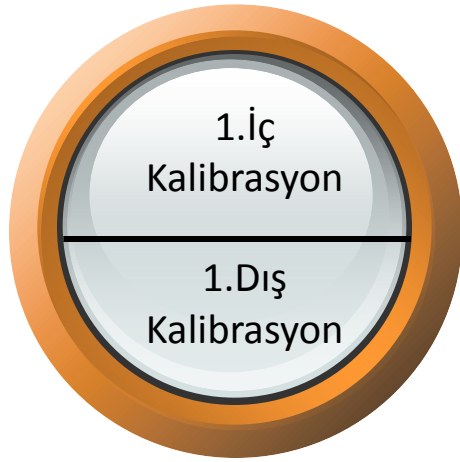




KALİBRASYON VE ARA KONTROL



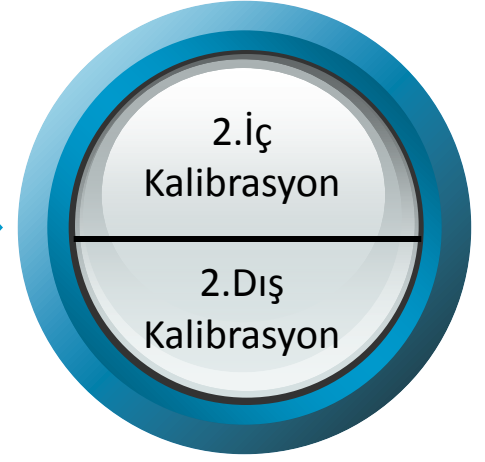
**Basınç Sensörü
(Hassas Manometre)**



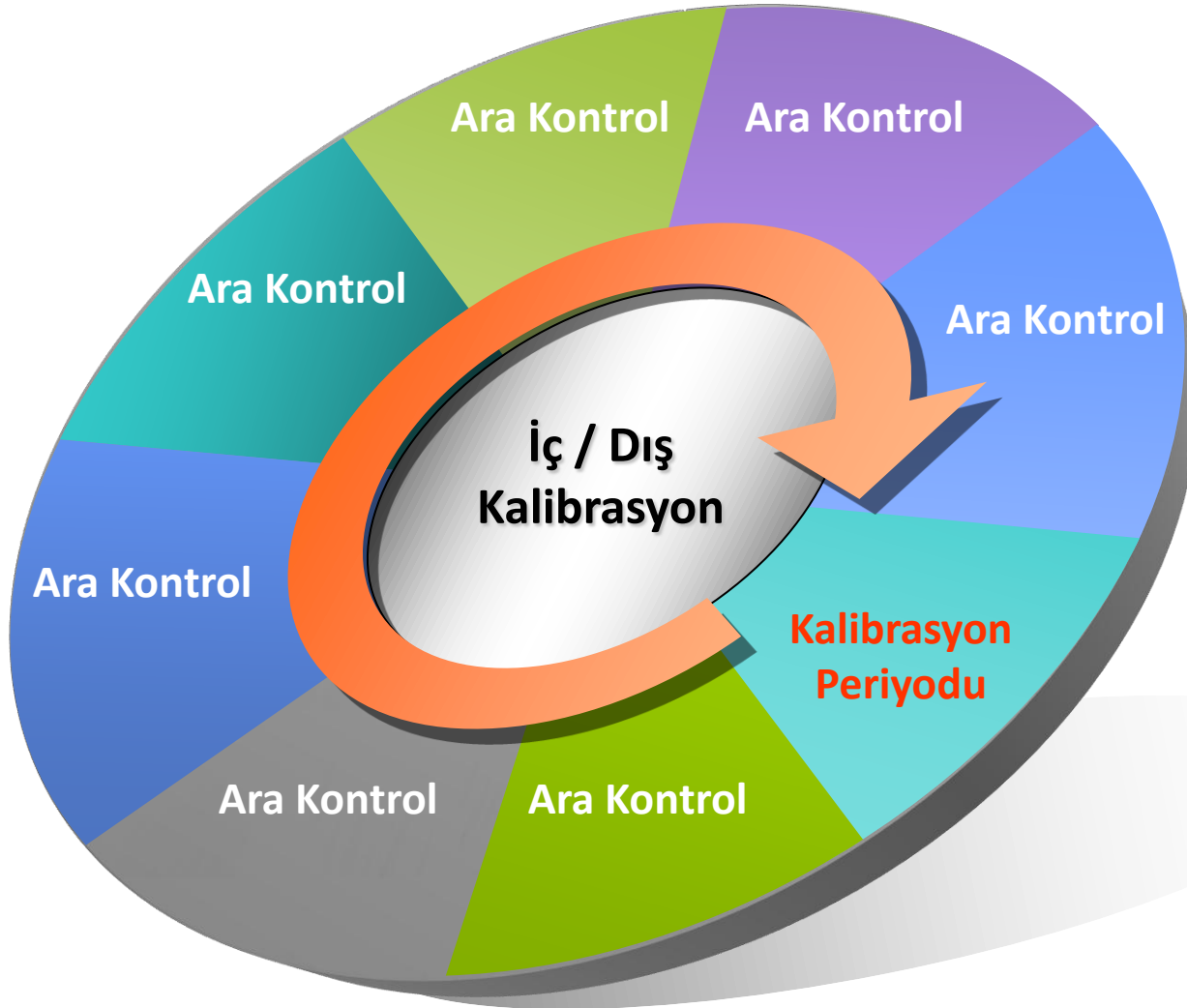
Manometre



Manometre



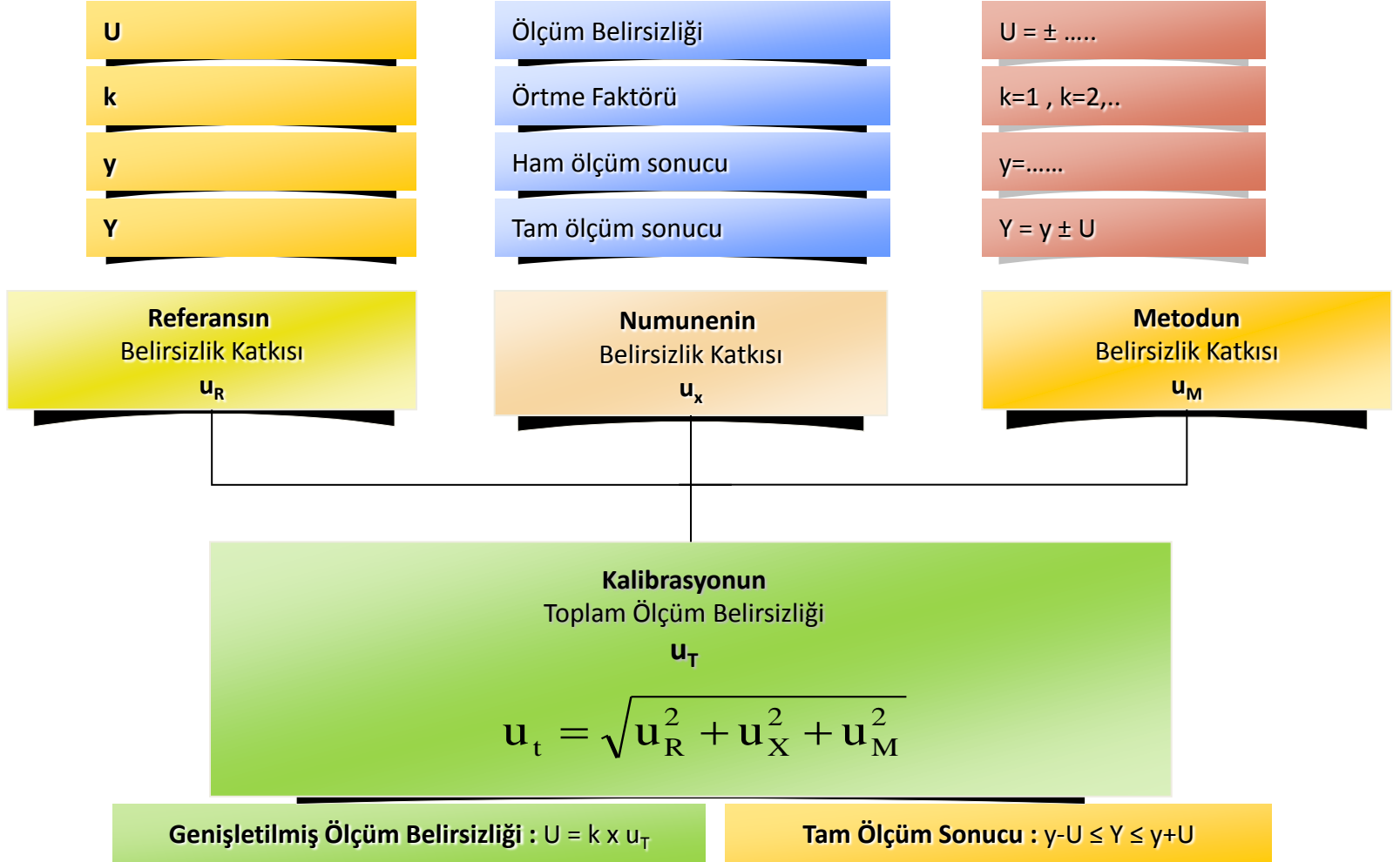
Manometre



Ölçüm Belirsizliği

Ölçülen değerin, gerçek değerini de ihtiva eden değerler aralığını karakterize eden istatistik-matematik metotlara dayalı bir tahmindir.

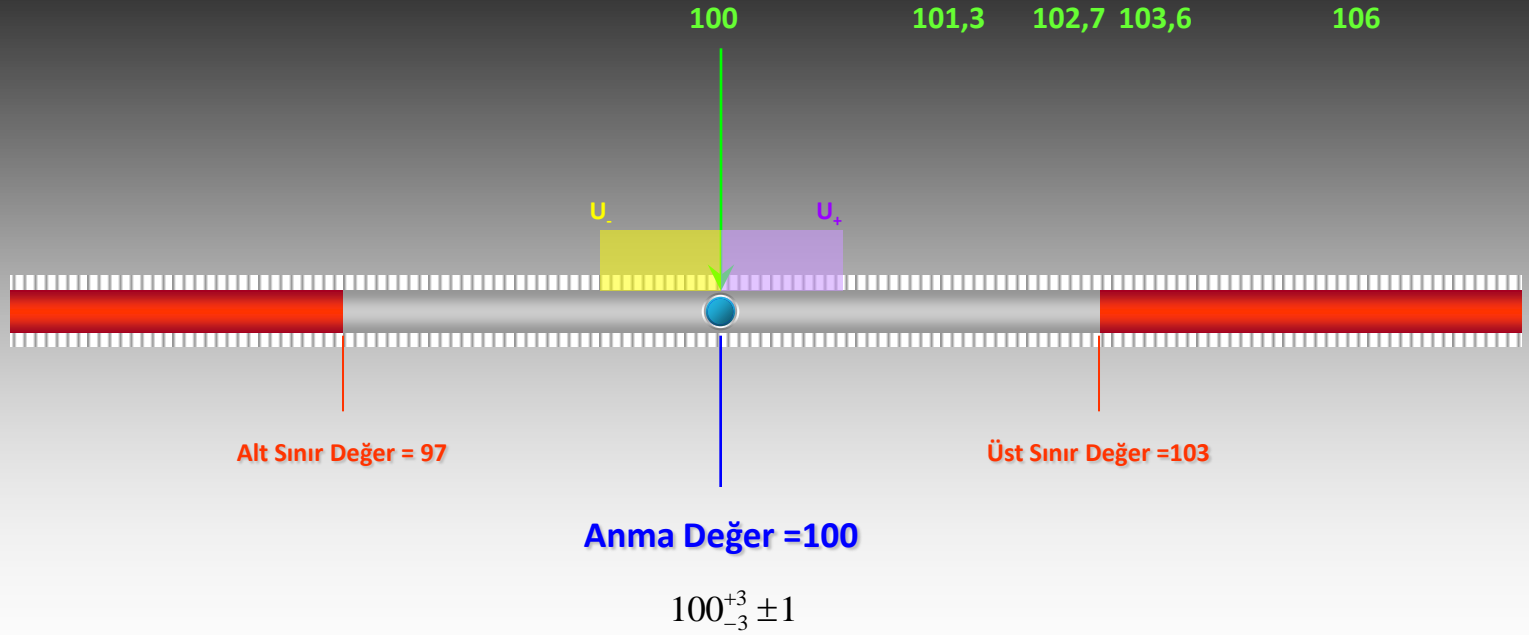
?





ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ – TOLERANS İLİŞKİSİ

Örnek





KAYMA (DRIFT)



2005

Sapma : -2 mbar

Kayma = ?

2006

Sapma : -4 mbar

Kayma = 2 mbar

2007

Sapma : -5 mbar

Kayma = 3 mbar

2008

Sapma : -50 mbar

Kayma = ???

ÖN EKLER

Çok küçük veya çok büyük sayısal değerlerden kaçınmak için, SI birimlerinin üs kat ve as katları ilave edilebilir.

SI

FAKTÖR	ÖN EK	SEMBOL
$10^{24}=(10^3)^8$	Yotta	Y
$10^{21}=(10^3)^7$	Zetta	Z
$10^{18}=(10^3)^6$	Heksa	E
$10^{15}=(10^3)^5$	Peta	P
$10^{12}=(10^3)^4$	Tera	T
$10^9=(10^3)^3$	Giga	G
$10^6=(10^3)^2$	Mega	M
$10^3=(10^3)^1$	Kilo	k
10^2	Hekto	h
10^1	Deka	da

FAKTÖR	ÖN EK	SEMBOL
$10^{-24}=(10^3)^{-8}$	yokto	y
$10^{-21}=(10^3)^{-7}$	zepto	z
$10^{-18}=(10^3)^{-6}$	atto	a
$10^{-15}=(10^3)^{-5}$	femto	f
$10^{-12}=(10^3)^{-4}$	piko	p
$10^{-9}=(10^3)^{-3}$	nano	n
$10^{-6}=(10^3)^{-2}$	mikro	μ
$10^{-3}=(10^3)^{-1}$	mili	m
10^{-2}	santi	c
10^{-1}	desi	d



BİRİMLERİN DOĞRU KULLANILMASI

Örnek

Doğru

m/s^2 yada $m \cdot s^{-2}$

$10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ mg}$

$t=30.2 \text{ }^\circ\text{C}$

$l= 10.234 \text{ m}$

51 mm X 51 mm X 25 mm

$63.2 \text{ m} \pm 0.1 \text{ m}$ yada $(63.2 \pm 0.1) \text{ m}$

$129 \text{ s} - 3 \text{ s} = 126 \text{ s}$ yada $(129-3) \text{ s} = 126 \text{ s}$

$x_B=0.0025 = 0.25 \%$

Yanlış

$m/s/s$

$10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ } \mu\text{kg}$

$t=30.2^\circ\text{C}$ yada $t=30.2^\circ \text{C}$

$l=10 \text{ m } 23 \text{ cm } 4 \text{ mm}$

51X51X25 mm

$63.2 \pm 0.1 \text{ m}$ yada $63.2 \text{ m} \pm 0.1$

$129 - 3 \text{ s} = 126 \text{ s}$

$x_B=0.0025 = 0.25\%$ yada $x_B=0.25$ yüzde

Akreditasyon

Yetkili bir kuruluş tarafından laboratuvarların, muayene ve belgelendirme kuruluşlarının ulusal ve uluslar arası kabul görmüş teknik kriterlere göre değerlendirilmesi, yeterliliğinin onaylanması ve düzenli aralıklarla denetlenmesi işlemidir.

