

0.0014 MPa'DAN 160 MPa'A KADAR TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT BASINÇ ÖLÇEĞİ

Namık Bostan, Haluk Orhan

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME), P.K. 21, 41470, Gebze, Kocaeli

Özet

Bu çalışmada, hidrolik ve pnömatik pistonlu basınç standartları kullanılarak Ulusal Metroloji Enstitüsü'nün Basınç Laboratuvarı'nda 0.0014 MPa'dan 160 MPa basınç değerine kadar gerçekleştirilen ve muhafaza edilen basınç ölçeği anlatılmıştır. Ayrıca, bu ölçek içinde yer alan basınç standartlarının belirsizlik değerleri verilmiş, izlenebilirlikleri anlatılmıştır. Basınç biriminin hiyerarşik dağılımını açıklama amacı taşıyan bu çalışmada, son olarak, UME Basınç ve Vakum Laboratuvarlarının yakın gelecekteki faaliyetleri özetlenmiştir.

1. Giriş

UME Basınç Laboratuvarı, ülke içerisinde basınç ölçümlerinde birliği sağlamak, uluslararası basınç birimi Pa (Pascal)'ı ve ülke ihtiyaçları doğrultusunda basınç ölçeğini (skalasını) oluşturarak, bunu alt seviye laboratuvarlara transfer etmek amacıyla faaliyetlerini 1992 yılından beri sürdürmektedir.

Basınç birimi, kütle, uzunluk ve zaman birimlerine bağlı olarak türetilmektedir. Bu birimin oluşturulmasında kullanılan farklı primer standartlar birbirinden bağımsız iki değerlendirme metodunu biraraya getirmektedir (bu metotlar 2. bölümde anlatılmıştır). UME Basınç Laboratuvarında, bu standartlardan biri olan pistonlu basınç standartları kullanılarak, 0.0014 MPa'dan 160 MPa basınç değerine kadar bir basınç skalası oluşturulmuştur. Bu çalışmada, oluşturulan ve muhafaza edilen skala içerisinde yer alan standartlarla ilgili belirsizlik değerleri verilerek, ölçümlerin izlenebilirliği açıklanacaktır.

2. Primer Basınç Standartları

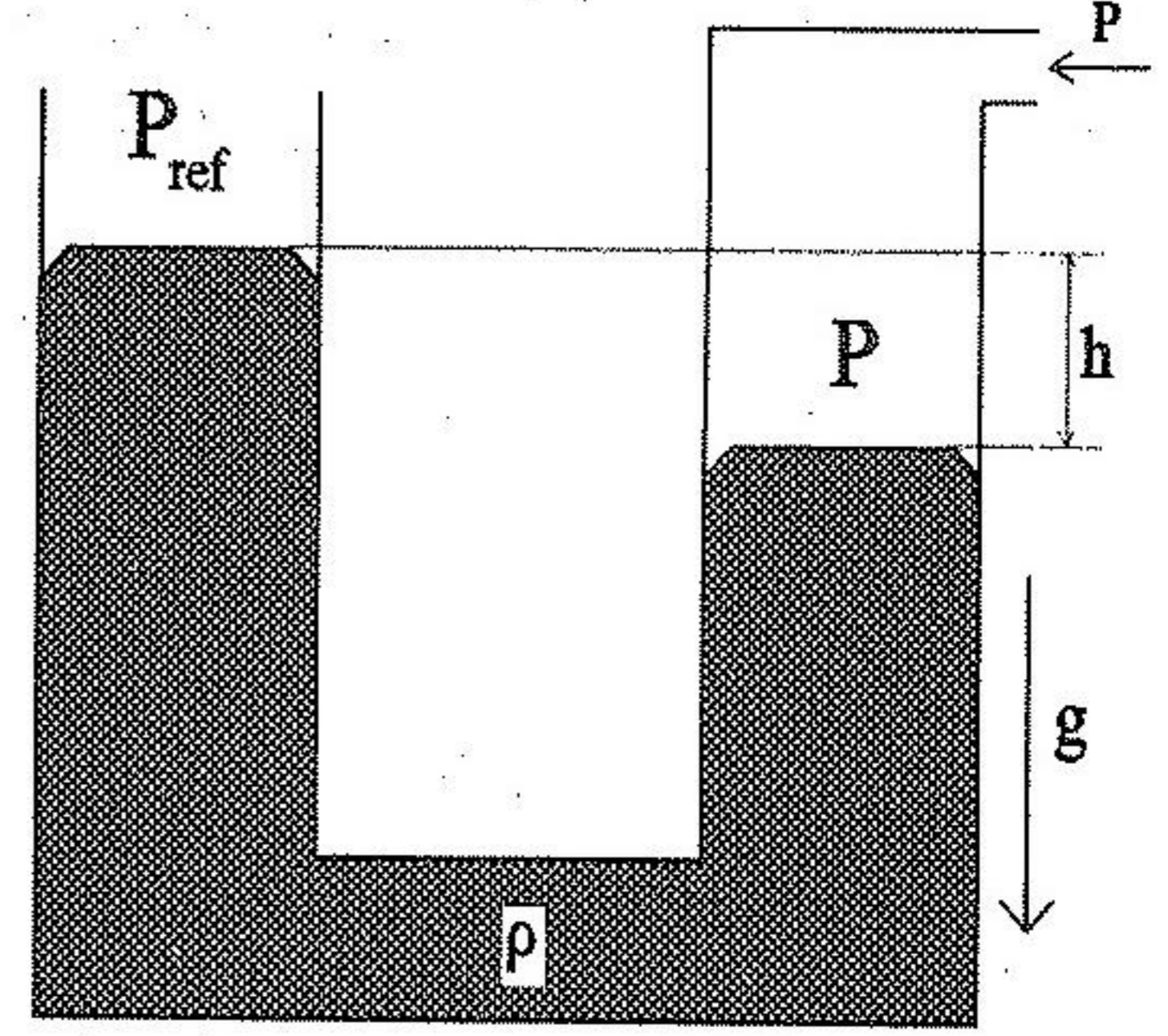
Primer standart, belirli bir mahaldeki en yüksek metrolojik vasfa sahiptir. Primer standart, ölçülecek büyüklük ve ona ait bileşenlerin ölçümleriyle ilişkili olarak, çok iyi tanımlanmış fiziksel yasalar üstüne kurulmalıdır. Bu fiziksel yasalar üstüne kurularak elde edilen pistonlu basınç standardı ve interferometrik manobarometre, birer primer basınç standardı olarak kullanılmaktadır.

Şekil 1.'de gösterilmiş olan civalı manometrede, U-tüpünün sağ kolonuna uygulanan P basıncı, civanın yoğunluğu ρ , yükseklik değişimi h, yerçekimi ivmesi g olmak üzere ΔP kadarlık bir basınç farklılığı oluşturur. Uygulanan basınç ile civanın yer değişimi dengede olduğunda, sol kolonda sıfır olmayan bir referans basınç için mutlak P basıncı aşağıdaki

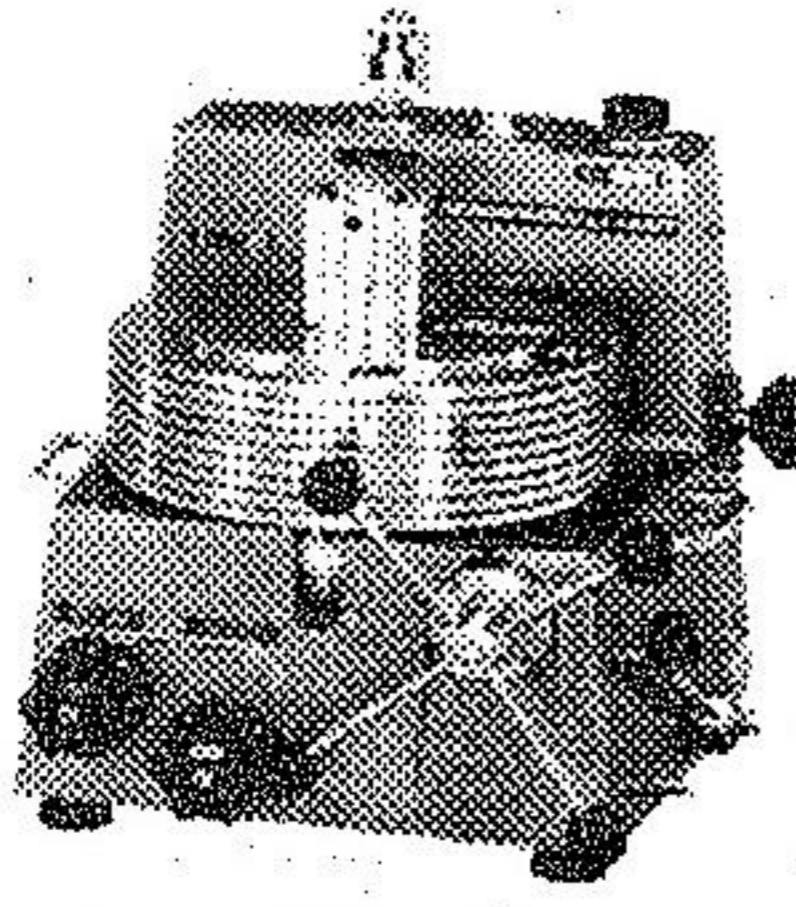
eşitlik ile verilir.

$$P = \rho \cdot g \cdot h + P_{ref} \quad (1)$$

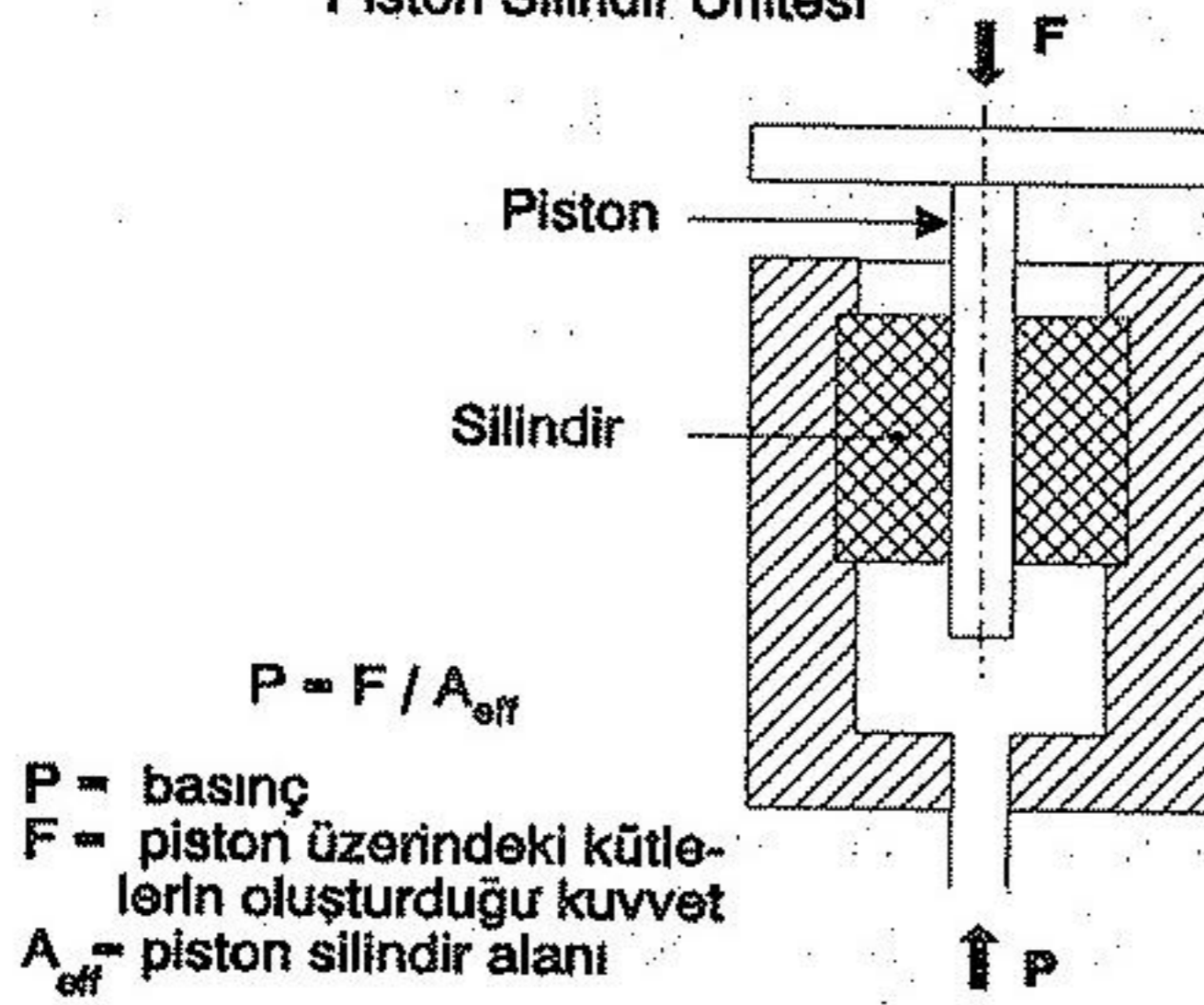
Atmosfer basıncı aralığında "h" yüksekliğinin belirlenmesinde en doğru sonucu interferometrik metot verir. Bu metot, interferometrik sistem kullanılarak, U-tüpündeki civa veya su, silikon yağı gibi değişik özellikte akışkanların bulunduğu kolonlar arasındaki akışkan yüzeyi seviye farkının, yüksek doğrulukla belirlenmesidir. İnterferometrik manobarometre sisteminde, basınç ölçümü üzerindeki belirsizlik 5-10 ppm mertebesinde olup belirsizliğe katkıda bulunan en önemli faktörler, civa yoğunluğunun belirlenmesindeki ve civa sıcaklığı ile referans basıncın ölçümündeki belirsizliklerdir [1].



Şekil 1. Civalı Manometre



Piston Silindir Ünitesi



Şekil 2. Pistonlu Basınç Standardı

Şekil 2.'de gösterilen pistonlu basınç standartları, atmosfer basıncı aralığından 1,3 GPa¹ basınca kadar kullanılmaktadır. Bu tip standartların en önemli elemanı piston silindir ünitesidir.

Yüzeyi çok iyi işlenmiş A_{eff} , efektif alanına sahip pistonun altına uygulanan akışkan basıncı, akışkan içerisinde serbestçe yüzen piston üzerindeki F kuvvetiyle dengede olduğu zaman oluşturulan basınç; $P = F / A_{eff}$ 'e eşit olur [2].

Yüksek doğruluğa ulaşabilmek için piston silindir arasındaki temas ve sürtünmenin minimize edilmesi gerekir. Birçok sistemde bu etkileri minimize edecek kuvvetler, silindir sabit kalmak üzere piston ve üzerindeki kütlelerin döndürülmesi ile sağlanmıştır.

Sistemin performansının iyi olabilmesi için piston ve silindirlerin düzgün, yüzeyinin iyi işlenmiş, kesitlerinin daireye çok yakın ve aralarındaki toleransın birkaç mikron (veya daha düşük) olması gerekir. Bu nitelikler özellikle pistonun ve silindirin gereğince temizlenmesine ihtiyaç duyulan ve yağdan veya parçacık kirlenmesinden arındırılmış gazların kullanıldığı

¹ 1 GPa = 10⁹ Pa

pnömatik ve gaz yağlamalı sistemler için önemlidir.

Pistonlu basınç ölçerler tarafından oluşturulan basınç üzerindeki belirsizlik değeri; yerçekimi ivmesi, kütleler, piston-silindirin efektif alanı ve mutlak basınç ölçümünde referans basınç ölçümü üzerindeki belirsizlik değerleri göz önünde bulundurularak hesaplanır [3].

3. UME Basınç Standartları

3.1 Düşük basınç standartları

UME Basınç Laboratuvarında mutlak basınç ölçümleri için, pnömatik pistonlu basınç standartları kullanılmaktadır. Mutlak basınç ölçümü yapan sistemlerde, piston silindir ünitesi ve üzerindeki kütleler cam fanus içerisine konularak, mekanik vakum pompaları ile içerideki hava alınır. Bu modda yapılan ölçümlerde kullanılan formül, p_{ref} kütlelerin üzerindeki basınç olmak üzere; $P = F/A_{eff} + p_{ref}$ 'dir.

Safılığı % 99.999 olan nitrojen gazının ortam basıncı olarak kullanıldığı UME pistonlu basınç standartlarının çalışma aralığı 0.0014 - 7 MPa 'dır. Bu aralığı, 0.0014 - 0.17 MPa, 0.012 - 0.7 MPa ve 0.4 - 7 MPa aralıklarında çalışan üç adet serbest deformasyonlu piston silindir ünitesi oluşturmaktadır. Bu piston silindir üniteleri kullanılarak yapılan mutlak basınç ölçümlerindeki belirsizlik değeri % 0.0035'dir ve ölçümlerin izlenebilirliği NIST (ABD) üzerinden sağlanmaktadır.

Bu sistemler, $p_{ref} = p_{atm}$ olduğu durumlarda, bir başka deyişle, cam fanusun ve vakum pompalarının kullanılmadığı durumlarda yapılan gage basıncı ölçümlerinde de kullanılmaktadır.

3.2. Yüksek basınç standartları

Gage basıncı ölçümlerinde kullanılan, 0.1 - 50 MPa, 0.2 - 100 MPa, 0.4 - 160 MPa basınç aralıklarında yağ ortamında çalışan üç adet piston silindir ünitesi içeren UME Yüksek Basınç Standartları, 0.1 MPa'dan 160 MPa'a kadarlık bir basınç ölçüm aralığını kapsamaktadır. Bu sistemler kullanılarak oluşturulan basınç üzerindeki belirsizlik değeri % 0.005 olup, ölçümlerin izlenebilirliği LNE (Fransa) üzerinden sağlanmaktadır.

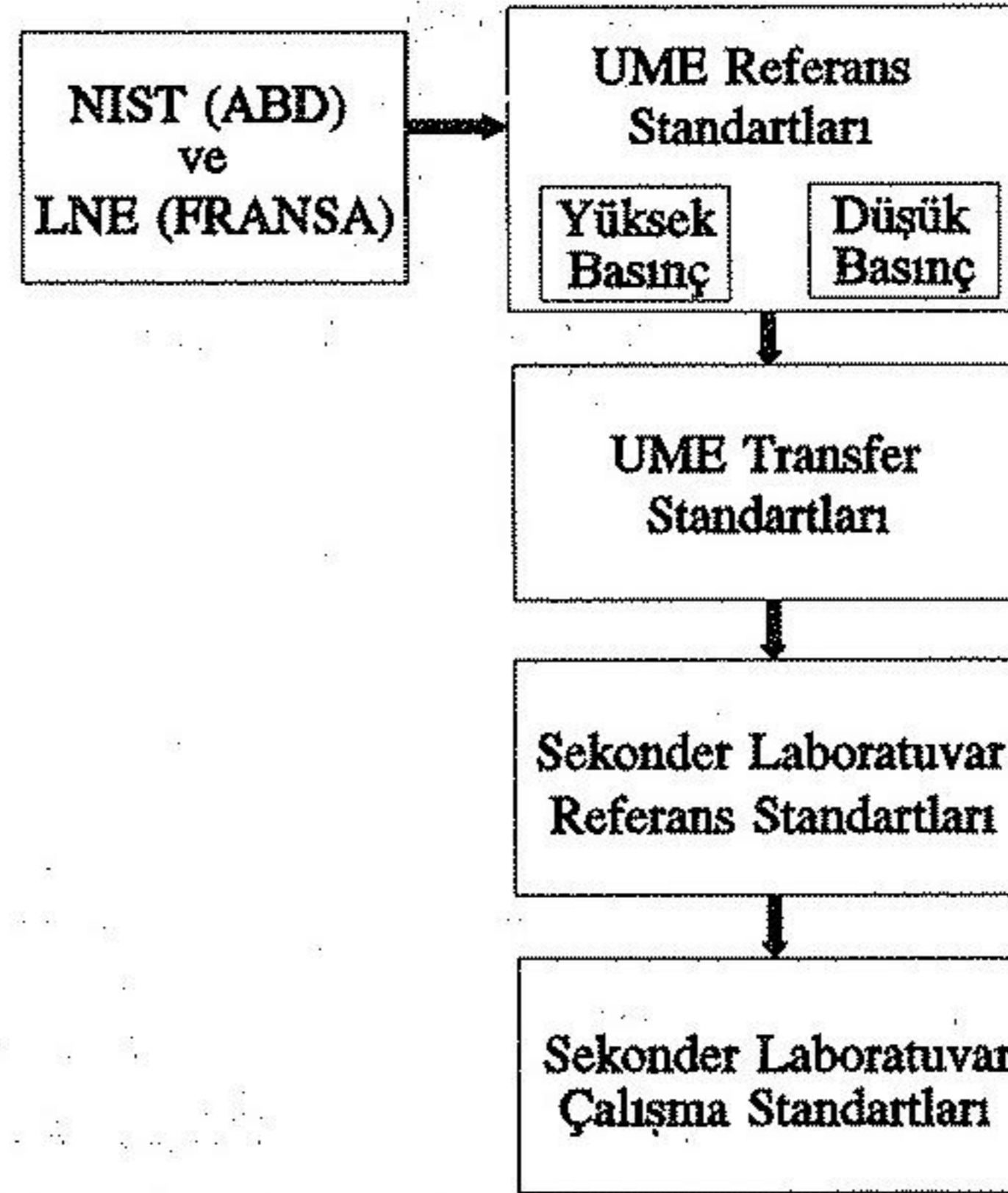
3.3. Transfer standartları

Ölçüm belirsizlik değerleri, UME Referans Standartları ile belirlenen UME Transfer Basınç Standartları, 0.01 MPa ile 0.7 MPa basınç aralığında pnömatik ve 0.1 MPa ile 60 MPa basınç aralığında hidrolik pistonlu basınç standartlarından oluşmaktadır.

Bu sistemler, sekonder laboratuvarlara ait referans basınç ölçerlerin ve standartların kalibrasyonunda kullanılmakta olup, oluşturulan basınç üzerindeki belirsizlik değeri % 0.04 mertebesindedir.

Sekonder Laboratuvarlar ise, UME tarafından kalibre edilen referans basınç standartlarını kullanarak, kendilerine ait çalışma standartlarını kalibre edebilmektedir.

4. Basınç Metrolojisinde İzlenebilirlik Zinciri



Şekil 3. İzlenebilirlik Zinciri Şeması

Şekil 3 'de gösterilmiş olan basınç ölçümlerindeki izlenebilirlik zinciri şemasından da anlaşılacağı üzere, UME ülke ihtiyaçları doğrultusunda basınç skalasını oluşturarak, izlenebilirliği alt seviye laboratuvarlara transfer etmektedir.

UME Basınç Laboratuvarı'nın yakın gelecekteki faaliyetleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. 1995 Ekim ayından itibaren $10^5 - 10^{-5}$ Pa aralığında sekonder laboratuvarlarda kullanılan vakum ölçerlerin kalibrasyonuna başlanacaktır.
2. 1995 Kasım ayından itibaren 0.2 ile 20 MPa basınç aralığında çalışan fark basıncı ölçerlerin kalibrasyonuna başlanacaktır.
3. UME Basınç Laboratuvarında kullanılan pistonlu basınç standartlarının kullanılmasıyla oluşturulan "Pa" biriminin, UME Kütle (kg) ve UME Uzunluk (m) Laboratuvarlarına izlenebilirliği 1996 yılı içerisinde sağlanacaktır.
4. 1997 yılında CCM² tarafından organize edilen ve 0.012 - 0.7 MPa ve 0.4 - 7 MPa basınç aralıklarını kapsayan uluslararası karşılaştırmaya girilecektir.

Kaynaklar

1. Molinar G.F., Pavese F., Modern Gas-Based Temperature and Pressure Measurements, s.280-295, Plenum Press (1992)
2. Molinar G.F., Pavese F., Modern Gas-Based Temperature and Pressure Measurements, s.307-334, Plenum Press (1992)
3. Mosher K.K., Measurement Correction Methods for the Piston Pressure Balance, Ruska Instrument Corporation, (1992)

² Comite Consultatif pour la Masse et les Grandeurs Apparentees