

UME GAZ DEBİ ÖLÇÜM SİSTEMLERİ VE LDA İLE HIZ ÖLÇÜM TÜNELİ

Dr.Vahit Çiftçi, Hakan Kaykısızlı, Alper Elkatmış

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

ÖZET

Ulusal Metroloji Enstitüsü, UME gaz debi ve hava hızı ölçüm sistemlerini hemen hemen tamamladı. Bu bildiri UME'deki atmosferik basınçta gaz debi ve hızı ölçüm sistemleri kısaca tanıtılacaktır.

Yeni Gaz Akışı laboratuvarlarında hava hızı ölçümleri içinde 2 boyutlu hız ölçümlerinin yapılabildiği Lazer Doppler Anemometre kullanılmakta ve 40 m/s ye kadar olan hızlar 500 X 500 mm ve 250 X 250 mm' lik iki değişik kesitteki hava tüneline test edilebilmektedir.

Yüksek debi gaz debi ölçüm Sistemi, Rüzgar Tüneline paralel olarak kurulmuştur. Bu sistem üzerinde paralel çalışan ve toplam olarak 320- 20 000 m³/h debi aralıklarında hizmet veren üç adet referans türbinmetre aracılığıyla 0,5 % belirsizlikle ölçümler alınabilmektedir.

Diğer bir test sistemi de yine referans türbinmetrelerden kurulmuş olan 5 – 5 000 m³/h arası gaz sayaçları kalibrasyonları için kullanılan düşük debi test sistemidir. Ulusal standardı Bell Prover ve çalışma standartları Wet Gas Meter ile Bubble Generators atmosferik basınçta gaz debi ölçüm sistemleri için izlenebilirlik zincirini tamamlamaktadır.

Diğer sistemler de, Yüksek Basınç Test ve PVTi (Sabit Basınç-P,Hacim-V, Sıcaklık-T ve Zaman-t) Ulusal Gaz Standardı sistemleridir. Bu sistemler ile, Referans türbinmetre kullanılarak, yüksek basınçta G65' e kadar Gaz sayaçları kalibrasyonları ile sayaç ve vanalar Tip onay testleri ve PVTi tankı yardımıyla da 0 - 1000 Sm³/h debi aralığındaki referans gaz sayaçlarının izlenebilirliği sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: LDA, hava hızı, debi, kalibrasyon, izlenebilirlik, PVTi.

GİRİŞ

UME Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarları; Akışkan debi ve Hız ölçümleri, Sıvı ve Katı Hacim ve yoğunluk ölçümleri ve Sıvı Viskozite ölçümleri olmak üzere üç ana konuda çalışmaktadır.

Bu bildiri UME gaz hızı ve debi ölçüm sistemlerine ait sistem şemaları, sistem ölçüm yetenekleri ve her bir sisteme ait belirsizlikler anlatılacaktır. UME yaklaşık 0-40 m/s arası gaz hızı ve 0-20 000 Sm³/h' a kadar gaz debisi ölçüm yeteneğine sahiptir.

Bu makalede ayrıca, UME Akışkanlar Mekaniği laboratuvarında sürdürülen AR-GE çalışmalarına da değinilecektir.

UME Gaz ölçüm laboratuvarları iki ana kısımdan oluşmaktadır:

1- Gaz hızı ve davranışları ölçüm laboratuvarı

2- Gaz Debi ölçüm Laboratuvarları .

Gaz debi Ölçüm Laboratuvarlarında dört sistemden oluşmaktadır.

1- Düşük debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

2- Orta debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

3- Yüksek debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

4- Yüksek Basınç Ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

1 GAZ HIZI VE DAVRANIŞLARI ÖLÇÜM LABORATUVARI

1.1 Ulusal Gaz Hızı Ölçüm Standartları –LDA (Laser Doppler Anemometre)

UME LDA sistemi, Dantec tarafından üretilmiş 2 boyutlu hız ölçümü yapabilen 5 watt gücünde Argon – Ion lazer kaynaklı bir ölçüm sistemidir. İşlemcisi 0,21 Hz ile 180 MHz aralığındaki Doppler frekansını ölçebilmektedir. Ölçüm için 514,5 nm, 488 nm ve 476,5 nm dalga boylarında üç renkte lazer ışığı 40 Mhz'lik bir Bragg Cell yardımıyla ayrıştırılmakta ve yansıyan ışın foto duyarlı hücrede toplanarak yükseltilmekte ve Doppler sinyali olarak yazılım üzerinde görüntülenmektedir.

LDA ile ölçüm yapabilmek için akış içerisinde akışla birlikte hareket edecek parçacıklara ihtiyaç vardır. Bu parçacıkların seçimi önemlidir, çünkü parçacığın hızı akışın hızı anlamına gelmektedir. Parçacıklar birkaç _m çapında olacağı için akış içerisinde kaplayacakları hacim, akışkan hacminin ölçülmesinde hesaba katılmayacak derecede önem-

sizdir. Parçacığın hızının hangi yönde olduğunu anlamak için brag cell kullanılır ve laser ışınlarından birinin frekansı kaydırılarak parçacığın hızının hangi yönde olduğu tespit edilir.

Laser Doppler Anemometre kullanılarak;

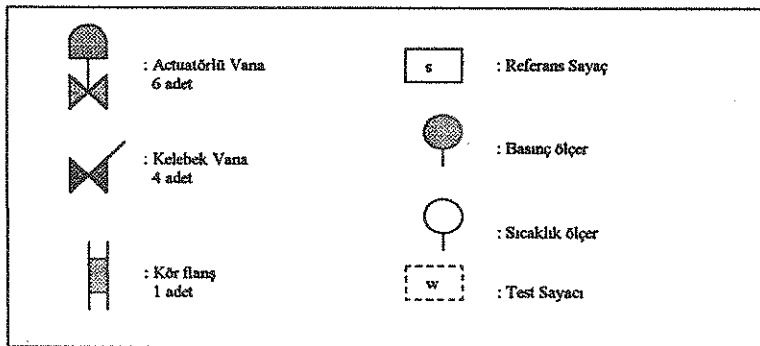
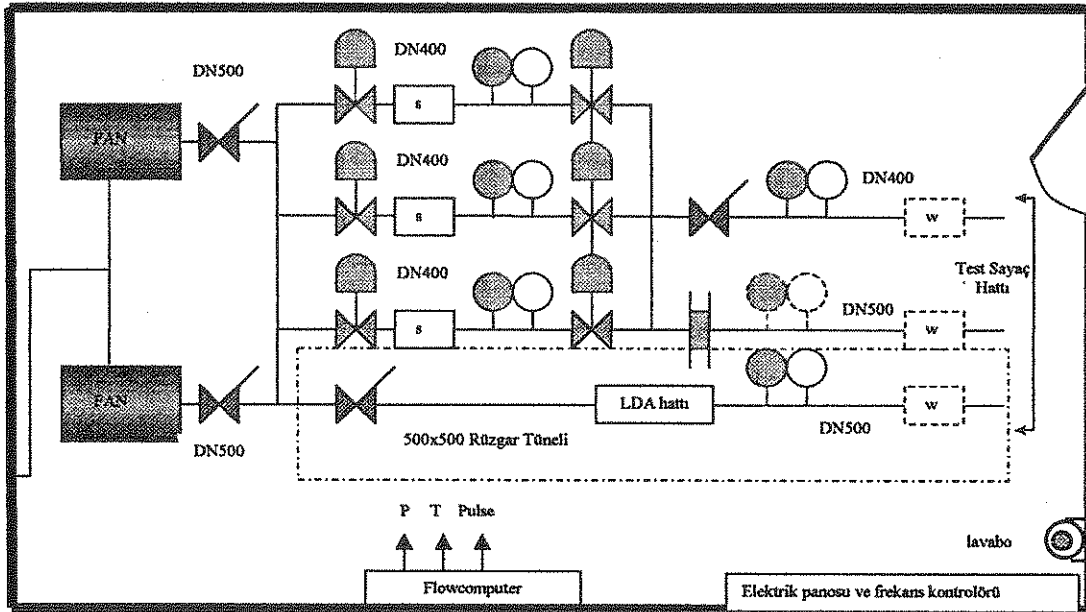
- v Rüzgar tüneli içerisine yerleştirilen 0-40 m/s aralığında hava hızı ölçerlerin kalibrasyonunda,
- v Debi metrelerin izlenebilirlik zincirinin oluşturulmasında,
- v Akışkan hızı ve davranışı ölçümlerinde,
- v CFD (Computational Fluid Dynamics) -Hesaplamalı Akışkanlar dinamiği çözümleri için deneysel ölçümlerinde,
- v Akışkan sınır tabakası davranışı etüdünün incelenmesinde,
- v Dirseklerin sayaç debi ölçüm sistemine etkilerinin incelenmesinde,
- v Anemometre drenaj etkilerinin incelenmesinde
- v v.b. birçok AR-GE çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

LDA'nın toplam belirsizliği %0.07 (k=2) dir.

UME'de, frekans kontrollü 20 000 m³/h' debi değerinde iki adet aspiratörle beslenen 500x500 ve 250x250 mm boyutlu karesel kesitlerde, kolaylıkla değiştirilebilen hem LDA ve hem de diğer anemometrelerin kullanmalarına elverişli Rüzgar tüneli sistemi mevcuttur. LDA ve rüzgar tüneli yerleşim planı Şekil - 1'de görülmektedir.

1.2 Referans Gaz Hızı Ölçüm Standartları - Statik Pitot Tüp Anemometresi

İzlenebilirliğini UME primer standardı LDA'dan alan, UME referans standardı Statik Pitot Tüplü Anemometre kullanılarak, 1-20 m/s hız aralığında ve yukarıda bahsedilen rüzgar tüneli içerisinde anemometre kalibrasyonları gerçekleştirilir. Bu anemometrenin belirsizliği %0.90 (k=2) dir.



Şekil - 1 LDA ve Yüksek Debi Gaz Ölçüm Sistemleri Laboratuvarı yerleşim şeması

2 GAZ DEBİ ÖLÇÜM LABORATUVARI

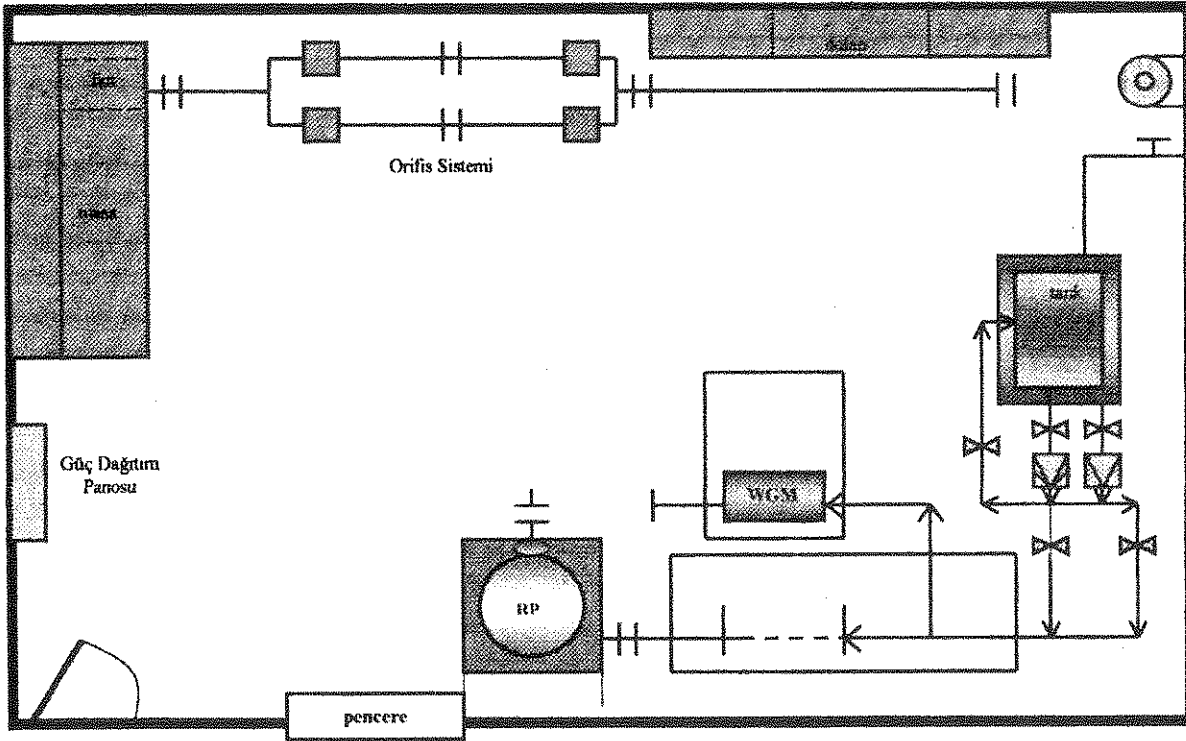
2.1 Düşük debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

Bubble Generatorler : İzlenebilirliklerini UME Bell proverdan alan üç adet Bubble Generator'un referans sayaç olarak kullanıldığı bu sistemde ölçümler, 1 mL/min – 30 L/min aralığında ve %0,9-0.5 belirsizlik ile gerçekleştirilmektedir.

Wet Gas Meter Referanslı Düşük Debi Test Sistemi: İzlenebilirliklerini PTB'den alan Wet Gas Meter'in referans sayaç olarak kullanıldığı bu sistemde ölçümler 2-200 l/h aralığında ve %0,2 belirsizlik ile gerçekleştirilmektedir. Gelecek yıllar bu sistemin izlenebilirliği UME PVTt Sistemi ile gerçekleştirilecektir.

Bell Prover – G 40 : Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarı'nın Ulusal Standardı olan, daha hassas bir basınç regülatörü ve vanaların montajı ile revize edilmiş Bell Prover ile, 0,2-85 m³/h debi aralığındaki gaz debisi ölçüm cihazlarının kalibrasyonu yapılabilmektedir. İzlenebilirlik UME Boyutsal, Basınç, Zaman-frekans ve Sıcaklık laboratuvarlarından alınmaktadır. Bu sistem, sabit basınç ve sıcaklık koşulları altında debimetreden geçen gazı toplayarak gazın yer değiştirme hacmini ve debisini kendisine bağlı olan bir software yardımıyla belirler. Bell Prover, %0.08 (k=2) belirsizlik ile ölçüm yapmaktadır.

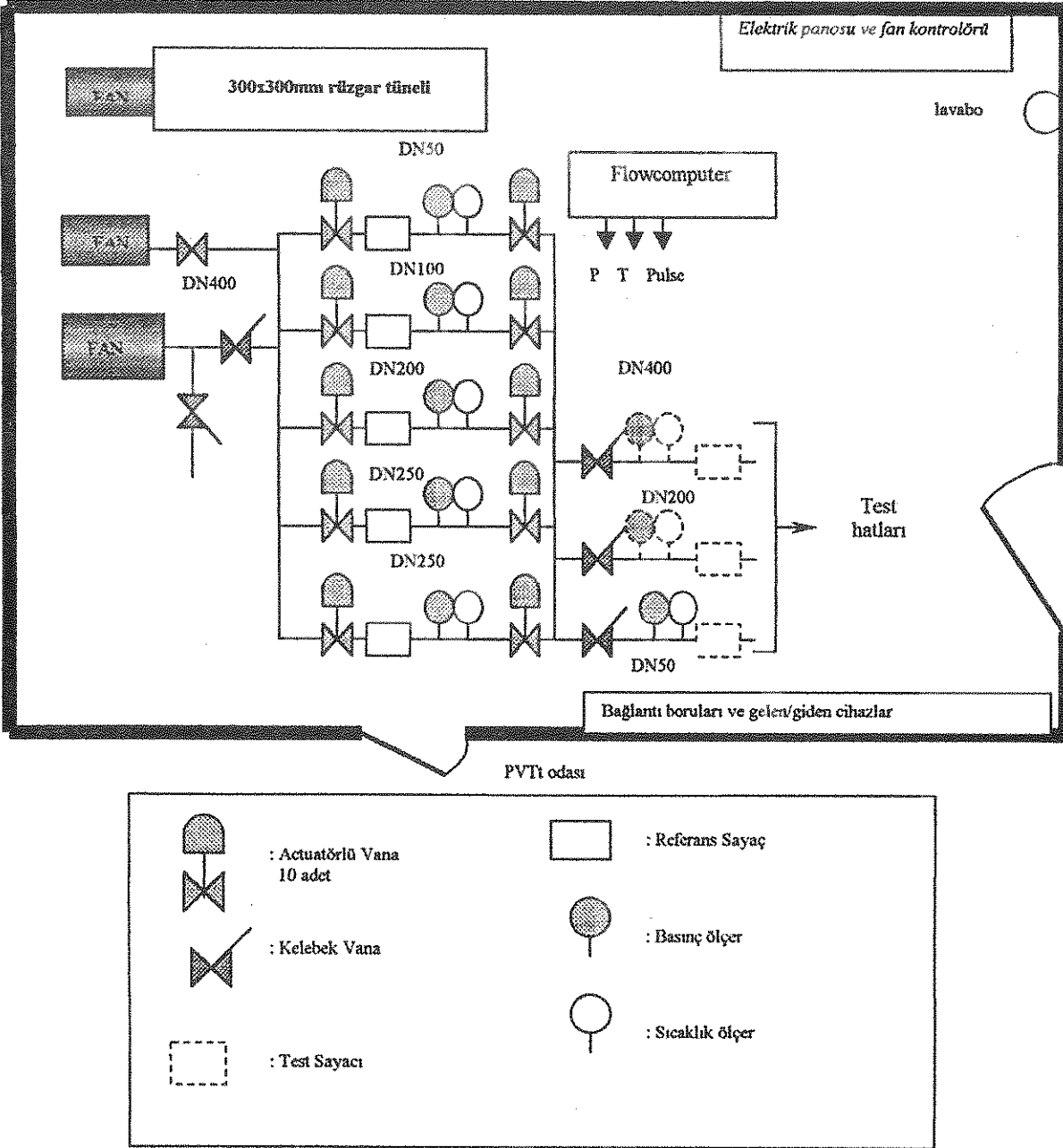
Bu sistemleri içeren yerleşim planı Şekil – 2 de görülmektedir.



Şekil – 2 Düşük Debi Gaz Ölçüm Sistemleri Laboratuvarı yerleşim şeması

2.2 Orta debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı :

Frekans kontrollü 10 000 m³/h' debi değerinde bir adet aspiratörle beslenen ve beş adet referans sayaçtan oluşan bu test sistemi ile 6500 m³/h e kadar (G4000) gaz sayaçlarının testleri gerçekleştirilmektedir. Tüm sistem yarı otomatik olarak çalışmaktadır. Sistem de bir adet Flow Computer mevcuttur, tüm veriler buradan alınarak değerlendirilir. Ölçüm belirsizliği %0.3 dür. Referans sayaçların Kalibrasyon sertifikası NMI (Hollanda Metroloji Enstitüsü)' dandır. Gelecek yıllar bu sistemin izlenebilirliği PVTt Sistemi ve LDA ile gerçekleştirilecektir. Bu sistemleri içeren yerleşim planı Şekil – 3 de görülmektedir.



Şekil – 3 Orta Debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı yerleşim Şeması

2.3 Yüksek debi Gaz ölçüm Sistemleri Laboratuvarı :

Frekans kontrollü 20 000 m³/h' debi değerinde iki adet aspiratörle beslenen, Şekil –1 de görülen LDA sistemiyle paralel çalışan ve üç adet referans sayaçtan oluşan, bu test sistemi ile toplam 19500 m³/h (G16000)'e kadar Sayaç kalibrasyonları gerçekleştirilebilir. Ölçüm belirsizliği %0.5 dir. İzlenebilirlik NMI (Hollanda Metroloji Enstitüsü)' dandır. Gelecek yıllar bu sistemin izlenebilirliği UME Orta debi Test Sistemin üzerinden gerçekleştirilecektir. Bu sistemleri içeren yerleşim planı Şekil – 1 de görülmektedir.

2.4 Yüksek Basınç Ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

Sistemde, her birinin debisi 2.25 m³ /h (veya 67.2 Sm³ /h) olan 2 adet kompresör, 7,5 m³ 'lük maksimum 30 bar basınçta hava ihtiva edecek bir basınçlı hava tankı, 0-30/ 0-15 bar, 0-15/2-0.5 bar, 1-0.5/ 0.1-0 bar aralıklarında seri halde kademeli olarak çalışan PI kontrollü üç adet regülatör, 6 bar basınçta 4 m³ 'lük PVTt (Pressure-Volume-Temperature-time)

standardına hava beslemek için kullanılacak, sıcaklığı dışarıdan ayarlanabilen bir su banyosu içerisine oturtulmuş hava tankı, regülatörler sonrası sistem üzerinde bir adet pulse çıkışlı türbin tip yüksek basınç referans gaz sayacı ve tüm bu sistemi kontrol eden, veri toplayan ve değerlendiren otomasyon sistemi mevcuttur. Sistem şeması Şekil 4'de görülmektedir.

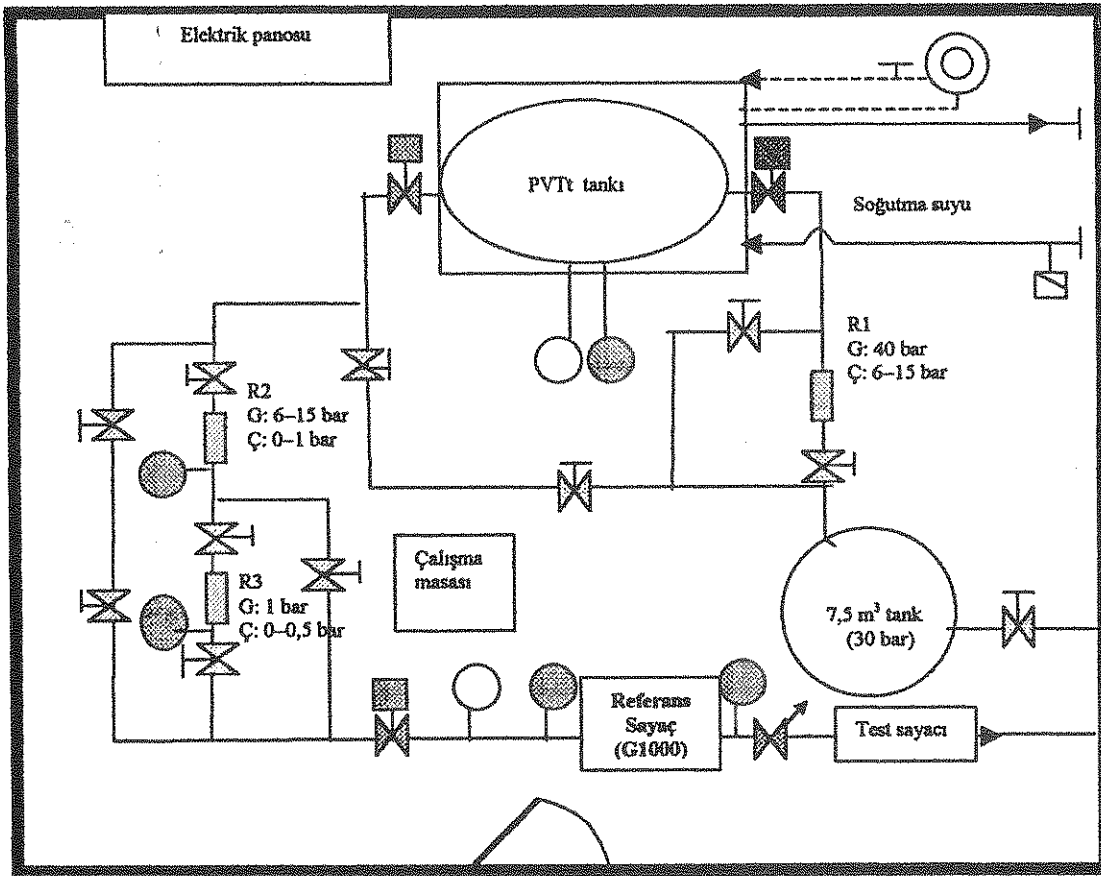
2.4.1 Yüksek Basınç Gaz debi ölçüm Sistemleri Laboratuvarı

Yüksek Basınç Test Sistemi: Sistemde, 30 barda 7.5 m³ hacminde basınçlı tanktan 0- 30 bar arası ayarlanabilen üç adet regülatörden beslenen bir adet, ölçüm aralığı 10 – 1000 Sm³/h ve belirsizliği %0.3 olan referans sayaç mevcuttur. Bu sistem ile Yüksek basınçta 16 bar'a kadar sayaç kalibrasyonları yapılır. Bilgisayar – SCADA Otomasyon programı kullanılarak sayaç kalibrasyonları yapılır. Referans sayacın izlenebilirliği NMI (Hollanda Metroloji Enstitüsü)' dandır. Gelecek yıllar bu sistemin izlenebilirliği PVTt Sistemi LDA ile gerçekleştirilecektir.

Ayrıca bu sistem ile sayaçların, vanaların ve diğer bağlantı elemanlarının yüksek basınç dayanıklılık testleri yapılabilmektedir. Sistem şeması Şekil 4'de görülmektedir.

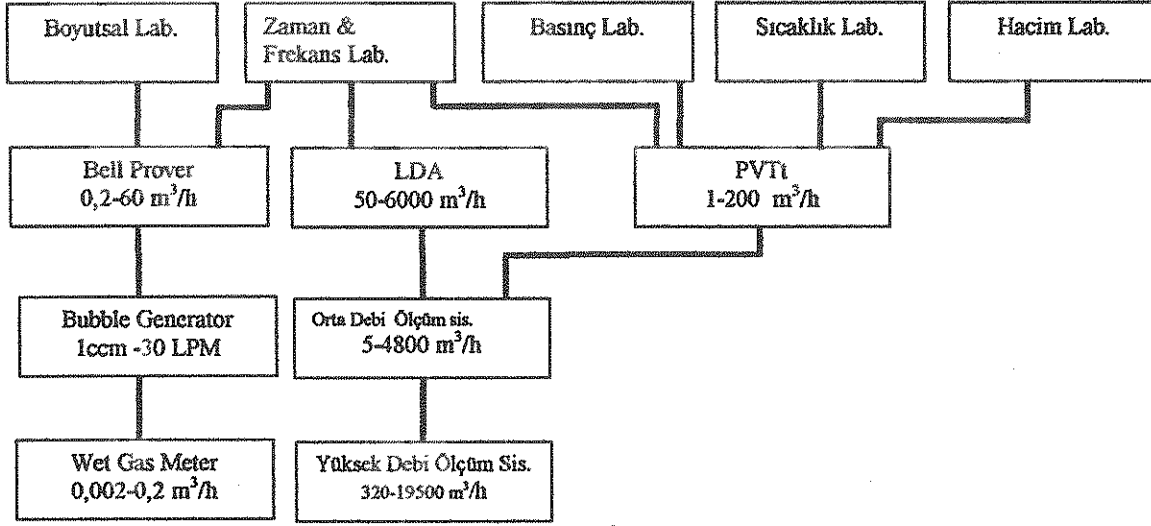
2.4.2 PVTt (Sabit Basınç-P, Hacim-V, Sıcaklık-T ve Zaman-t) Ulusal Gaz Sayaçları Standardı Sistemi :

PVTt Ulusal gaz ölçüm tankına, 30 bar basınçtaki depolama hava tankından otomasyon kontrol sistemi yardımıyla bir regülatörden geçirilerek, 6 bar'a kadar kuru basınçlı hava doldurulur. PVTt tankına doldurulmuş bu kuru havanın sıcaklığı sabit kalıncaya kadar tank çevresindeki mevcut su banyosu yardımıyla ısıtma veya soğutma işlemi uygulanır. Sabit fiziksel şartlar altındaki bu hava yine otomasyon kontrol sistemi yardımıyla iki adet regülatörden geçtikten sonra yaklaşık atmosferik şartlarda referans sayaçtan geçirilerek sayaç kalibrasyonu yapılır. Bilgisayar – SCADA Otomasyon programı kullanılarak hava akış sistemi sürekli rejime geldikten sonra ilk değer ve test bitimi son değerler okunarak ve genel gaz kanunları kullanılarak referans sayaçların kalibrasyonları ve izlenebilirlikleri gerçekleştirilir. Sistem şeması Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil – 4 Yüksek Basınç Ölçüm Sistemleri Laboratuvarı yerleşim Şeması

3 İZLENEBİLİRLİK ZİNCİRİ



Şekil 5. UME Gaz Debi Ölçüm Sistemleri izlenebilirlik şeması

4 SONUÇ :

Yeni kurulan UME Akışkanlar Mekaniği Gaz Debi ve Hızı Ölçüm Sistemleri ile, 0-30 m/s anemometre ile 0-19500 m³/h debi aralığında gaz debimetre, vana ve aspiratör / Vantilatör testlerini, tip onaylarını yapabilecek kapasiteye büyük ölçüde ulaşılmıştır. Bu ölçüm sistemleri, bu konudaki ihtiyacı karşılamayı ve izlenebilirliği sağlamayı amaçlamaktadır.