



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

HASTANE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN TEST AYAR VE DENGELENMESİ (HAVA TARAFI)

**AHMET KEMAL BABACAN
EGE NİSAN**



HASTANE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN TEST AYAR VE DENGELENMESİ (HAVA TARAFI)

Airside Testing Adjusting and Balancing in Human Health Activities

Ahmet Kemal BABACAN

ÖZET

Bu çalışma, sağlık hizmeti veren hastanelerde havalandırma sistemlerinin Doğrulama Sürecinde gerçekleştirilen Test Ayar ve Dengeleme (TAB) hizmetlerini kapsamaktadır. Hava tarafı TAB hizmetlerinin yüksek başarı ile tamamlanabilmesi için dikkat edilmesi gereken teknik detaylar hakkında yöntem odaklı anlatım yapılmıştır.

Bu çerçevede aynı sektör içerisindeki farklı iş kollarına sahip birey ve kurumların, hastane havalandırma sistemlerinin Doğrulama Sürecinde ihtiyaç duyulan TAB hizmetleri hakkında nitelikli bilgiye sahip olmaları ve konuyla ilgili farkındalık kazanmaları amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnsan Sağlığı Etkinlikleri, Hastaneler, Test Ayar ve Dengeleme, TAB, Hava Tarafı

ABSTRACT

In the context of Human Health Activities, this study covers the Testing Adjusting and Balancing services performed during the commissioning process in the ventilation systems of the hospitals. Technical details, which is to be considered in order to complete Airside Testing Adjusting and Balancing services with high success, are explained with procedure based approach.

It is aimed that individuals and organizations with different business lines within the same sector could have qualified knowledge about TAB services of commissioning process required for hospitals and have raise awareness about the subject.

Key Words: Human Health Activities, Hospitals, Testing Adjusting and Balancing, TAB, Airside

1. GİRİŞ

Hastaneler toplum hayatının önemli alanlarından ve hastane hizmetlerinin niteliği mali ve manevi yönden toplum refahını doğrudan etkilemektedir. Toplumlar sağlık için yüksek maliyetler öderler. Bilim ve teknolojinin gelişmesi, nitelikli yaşam şartlarının oluşturulmasına ve ödenmekte olan yüksek sağlık bedellerinin hafiflemesine olanak sağlar. Bu olanak, toplumların, geliştirmiş oldukları bilim ve teknolojinin esaslarına uygun olarak yürütme imkânları ve yürütme eğilimleri ile doğru orantılıdır. Toplumların bilim ve teknoloji yürütme imkânları, bunun gereği olan insan gücü, malzeme ve araçlara sahip olma imkânları ile doğrudan ilişkilidir. Toplumların bilim ve teknoloji yürütme eğilimleri ise doğrudan insan sağlığına verilen önem ile ilişkilidir. İnsan sağlığının yaşamın en önemli unsurlarından biri olması ve bu unsurun niteliğinin toplumlar tarafından ilgili bilimsel standartlar, kanunlar, tüzükler ve yönetmelikler ile sağlanarak geliştirildiği göz önünde bulundurulduğunda, toplumların bilim ve teknoloji yürütme eğilimleri için gerekli güdüye sahip oldukları açıktır. Bilim ve teknik 21. Yüzyılda yüksek bir ivme ile gelişmektedir. Bu durum, toplumlarda bilim ve teknolojinin yürütülmesi eğilimi ile yayımlanmış olan

kanunlar, tüzükler ve yönetmeliklerin güncel bilimsel esaslara göre eş zamanlı olarak geliştirilmelerinin gereğidir.

Türkiye Cumhuriyeti geliştirmiş olduğu bilim ve tekniği, esaslarına uygun olarak yürütme imkânı ve yürütme eğilimine sahiptir. Yayımlanmış olduğu kanun, tüzük ve yönetmeliklerini güncel bilimsel esaslara göre eş zamanlı olarak geliştirmek için gerekli çalışmaları ilgili kurumları ile yürütür.

1.1 Türkiye’de ve Dünyada Sağlık Harcamaları

WHO “Dünya Sağlık Örgütü” Birleşmiş Milletler’e bağlı, sağlık konusunda yetkili ve yönlendirici kuruluştur. Uluslararası çerçevede sağlık araştırma konularını, standartları, yönetmelikleri ve stratejik hedefleri belirler. Toplumlara teknik destek sağlamakla birlikte toplumların sağlık konusunda bilim ve tekniği yürütme eğilimlerini izler ve değerlendirir. Toplumlar sağlık stratejik planlarını oluştururken diğer toplumlar ile iş birliği çerçevesinde WHO’nun standartlarını, yönetmeliklerini ve küresel stratejilerini de dikkate alırlar. Ayrıca toplumlar, sağlık stratejik planlarını hazırlarken WHO’nun küresel sağlık stratejileri ile örtüşükleri ölçüde ulusal fayda ve refahın yanı sıra küresel fayda ve refaha da hizmet etmiş olurlar.

Toplumlarda yıllık “Gayri Safi Yurtiçi Hasıla”nın (GSYİH) sağlık için ayrılan yüzdesi sağlık hizmetine verilen önemin bir göstergesidir. EK-1’de tablo halinde görüldüğü gibi WHO tarafından Birleşmiş Milletler’in resmi olarak tanıdığı 193 adet ülkenin 1995 yılından itibaren 17 yıllık süre için yıllık GSYİH’lerinin sağlık için harcanan yüzde değerleri yayımlanmıştır [3]. 20.yy sonuna ve 21.yy başına denk gelen 17 yıllık dönem içerisinde ABD, Fransa, Hollanda, Danimarka, Almanya, Kanada, Türkiye, Portekiz, İsviçre, Belçika, Bulgaristan, Sırbistan, İtalya, İspanya, İngiltere, Gürcistan ve Brezilya gibi birçok toplum yıllık GSYİH yüzdesi olarak toplam sağlık harcamalarını artırmıştır. Rusya, Azerbaycan, Norveç, Yunanistan, Ürdün, Arjantin, Çek Cumhuriyeti, Ukrayna, Gine ve Birleşik Arap Emirlikleri gibi birçok toplumun yıllık GSYİH yüzdesi olarak toplam sağlık harcaması sabit kalmıştır. Palau, Bosna Hersek, Uruguay, San Marino, Lübnan, Makedonya, Grenada, Özbekistan, Dominik, Ermenistan, Umman ve Suriye gibi birçok toplumun ise yıllık GSYİH yüzdesi olarak toplam sağlık harcamaları düşmüştür. Toplumlar tarafından sağlık için ödenen bu iktisadi bedeller, konunun önemi ve ilgili hassasiyetin boyutunu her bir toplum için gözler önüne serer. Bu noktada, sağlık için ödenen yüksek iktisadi bedellerin karşılığında toplumların elde etmiş oldukları ürün veya hizmetlerden alınan verimin önemi ortaya çıkar. Alınan verimin hangi seviyelerde olduğu ve bu verimin, toplumların güncel bilim ve tekniği yürütme eğilimleri ile hangi oranda iyileştirilebileceği birden fazla bilim dalını ilgilendirir.

Türkiye Cumhuriyeti, sağlık için ödediği yüksek iktisadi bedellerin karşılığında elde etmiş olduğu ürün veya hizmetlerin niteliği açısından, almış olduğu verimi, bilim ve tekniğe uygun olarak değerlendirir. Sağlık harcamaları neticesinde alınan verimin iyileştirilmesi için bilim ve tekniği yürütme eğilimiyle farklı bilim dallarını konu üzerinde çalışmaya teşvik eder ve gerekli şartları ilgili kurumları ile sağlar. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı’nın 2013 – 2017 Stratejik Plan sunuş yazısında da belirttiği gibi;

“5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu’nun çıkarılması ile birlikte yeni bir kamu mali yönetimi tarzı benimsenmiştir. Yeni kamu mali yönetimi sürecinde mali disiplini sağlamak, kaynakları stratejik önceliklere göre dağıtmak, bu kaynakların verimli ve etkili kullanılıp kullanılmadığını izlemek ve bunun üzerine kurulu bir hesap verme sorumluluğu geliştirmek üzere Stratejik Yönetim Modeli tercih edilmiştir. [1]”

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı ’nın 2013 – 2017 Stratejik Plan çerçevesinde bir kısım stratejik hedefleri ve bu hedeflerin öngörülen maliyetleri milyon TRY “Türk Lirası” olarak Tablo 1.1’de belirtilmiştir.

Tablo 1.1 Stratejik Plan 2013 – 2017 hedeflerin bir kısmı ve maliyetleri [1].

Sağlık Bakanlığı Stratejik Hedefler	Milyon TRY
Sağlık hizmetlerinin kalitesini ve güvenliğini iyileştirme.	100.838
Sağlık altyapısının ve teknolojilerinin kapasitesini, kalitesini ve dağılımını iyileştirme ve sürdürülebilirliğini sağlama.	12.907
Bireylerin aldıkları sağlık hizmetinden ve sağlık çalışanlarının çalışma şartlarından duydukları memnuniyeti artırma.	10.293
Hizmet kalitesinden taviz vermeden kanıta dayalı politikalarla sağlık sisteminin finansal sürdürülebilirliğini koruma.	10.018
Sağlık hizmet sunumunun izlenmesi, değerlendirilmesi ve kanıta dayalı karar alma için sağlık bilgi sistemlerini geliştirme.	8.543
Sağlıkta insan kaynaklarının dağılımını, yetkinliğini ve motivasyonunu iyileştirmeye devam etme ve sağlıkta insan kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlama.	6.328
Türkiye’de sağlık turizmini güçlendirme.	4.752
Bulaşıcı hastalıklar ve risk faktörleri ile mücadele etme ve bunları izleme.	2.780
Koruyucu ve temel sağlık hizmetlerinin etkili kullanımını sağlama.	1.314
Çevresel tehlikelerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma.	957
Sağlık sektörünün ekonomiye katkısını artırma.	269
Sağlık sistemi performansını izlemek, sağlığa ve milli ekonomiye katkısını kanıtlarıyla ortaya koyma.	146
İlaçların, biyolojik ürünlerin ve tıbbi cihazların erişilebilirliğini, güvenliğini, etkinliğini ve akılcı kullanımını sağlama ve kozmetik ürünlerde güvenliliği tesis etme.	73

1.2 Hastanelerde Test Ayar ve Dengeleme

Sağlık hizmeti; kısa veya uzun süreli hasta yatışına imkân tanıyan ve yatan hastalara geniş tıbbi imkânlar dâhilinde tanı ve tedavi hizmetleri sunan hastaneler, psikiyatri hastaneleri, madde bağımlılığı hastaneleri, sanatoryumlar, cüzzam hastaneleri, huzurevleri, akıl hastaneleri, rehabilitasyon merkezleri ve diğer insan sağlığı kuruluşlarının etkinliklerini içermektedir [2].

Hastane steril alanlarının havalandırma sistemleri sürekli hijyenik koşulların sağlanması gerektiğinden otomasyon ve dengeleme ekipmanları (VAV, CAV, sabit debi kontrol ve ölçüm istasyonları vb.) içerir. Aynı zamanda yüksek kaliteye ve hava kaynaklı enfeksiyonların azaltılması için denetimine önem verilen bu sistemlerin kurulum ve ruhsat aşamasında kabul testlerinin (Partikül ölçümünde içeren Çalıştırma Testleri) ve periyodik olarak Performans Testlerinin yasal olarak yapılması gerekmektedir. Ancak hastanelerin açılış sürecinde yatırımın bir an önce hayata geçirilmesi kaygısı ve telaşı içinde yaşanan olumsuzluklar ve bilinç eksikliği hastanenin diğer kullanım alanlarında kurulmuş olan ve çoğu zaman otomasyon ve dengeleme ekipmanı içermeyen havalandırma sistemlerinin Test, Ayar ve Dengeleme (TAB) işlemlerinin hiçbir zaman yapılmamasına veya özensiz bir şekilde yapılmasına sebep olmaktadır. Oysa TAB işlemleri, Hastane Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC)

Sistemi Doğrulama Süreci'nin önemli adımlarındandır. Sistemin kurulmasının tamamlanmasının ardından tasarımda öngörülen başarının yakalanması, Kullanıcı Gereksinimleri'nin (URS) karşılanması, asgari işletme ve bakım maliyetleri ile çalışabilmesi için izlenebilirliği olan TAB kuruluşları tarafından yüksek başarı ile TAB çalışmalarının uygulanması gerekmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti, yetişmiş teknik personeli ve ilgili sivil toplum kuruluşları ile güncel uluslararası esaslara uygun olarak TAB tekniğini yürütme eğilimi olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Sektördeki ilgili sivil toplum kuruluşlarının kararlılığı ve tecrübeli teknik isimlerinin sürece katkı sağlamaları ile Türkiye'de ilk defa 27 Mayıs 2016 Cuma günü TAB uygulamalarında yetkin olarak görev alacak teknik personel için öğrenim, sertifikalandırma ve gözetim süreci ISKAV tarafından başlatılmış ve uzun zamandır ihtiyaç duyulan bu önemli adım atılmıştır. Türkiye'de büyük öneme sahip olan ve geç atılan bu adımın dünyada örnekleri ve hayata geçme tarihleri değerlendirildiğinde konu ile ilgili kaybedilecek zamanımızın olmadığı açıkça görülmektedir. Türkiye'nin yetiştirmiş olduğu teknik personel, sivil toplum kuruluşları ve ilgili düzenleyici kuruluşlar olarak her kesimin dünya çapında otorite olma yolunda ilerleyen diğer ülkelere göre daha hızlı ve nitelikli adımlar atmak zorunda olduğu açıkça ortadadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde günümüzden yaklaşık yarım asır önce 1971 yılında kurulan NEBB "Ulusal Çevresel Dengeleme Bürosu" bu durumun belirgin örneklerindedir. İlk olarak Ocak, 1972 tarihinde Amerika'da ulusal çerçevede TAB Standardı'nın birinci baskısını yayımlayan NEBB, artık uluslararası çerçevede kabul gören aynı standardın sekizinci baskısını 2015 yılında yayıma almıştır. Günümüze geldiğimizde NEBB'in tüm dünyada 700'den fazla firmayı ve 1000'den fazla sektör profesyoneli belgelendirdiği görülmektedir [4]. NEBB 'in yayımladığı standartların ve NEBB'in kurumsal hafızasının kuruluş yılı olan 1971 yılından daha da eski tarihlere ait tecrübelere dayandığı bilinmektedir. Ayrıca konu ile ilgili benzer hedeflere ilerleyen ACG, ICB vb. uluslararası çerçevede tanınmış diğer kuruluşların da varlığından bahsetmek mümkündür.

2. TAB KAVRAMLARI, TANIMLAR, SORUMLULUKLAR VE CİHAZ GEREKSİNİMLERİ

Test Ayar ve Dengeleme, Doğrulama Süreci'nin imalat safhasında gerçekleştirilen, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve diğer çevresel sistemlerde belirlenen hava-sıvı akış değerlerine ulaşabilmek ve bu değerleri belgelendirmek için uygulanan düzenli bir hizmettir.

2.1 Tanımlar

Doğrulama Süreci, Test, Ayar ve Dengeleme terimlerini ayrı ayrı açıklanması TAB konusu ile ilgili mesleki yaklaşımların etkin bir şekilde anlaşılmasına fayda sağlayacaktır.

2.1.1 Doğrulama Süreci

Doğrulama süreci bir projenin tamamlanıp teslim edilmesini iyileştiren nitelik odaklı bir süreçtir. Bu süreç bir tesise ait tüm sistemlerin, bileşenlerin, planlı kurulumların sahibinin proje gereksinimlerine göre tasarlandığını, kurulduğunu, test edildiğini, işletilebileceğini ve sürdürülebileceğini doğrulamak ve belgelendirmek için uygulanır.

2.1.2 Test

Sıcaklık, basınç, buhar akışı, hava akışı, sıvı akışı, sıvı miktarları, devir sayıları, elektriksel özellikler, hız, ses ve titreşim seviyesi, ısı transferi yapan hava-sıvı miktarları gibi değişkenlerin ve diğer verilerin önceden belirlenmiş ve kalibrasyonu yapılmış olan ölçüm cihazları ile ölçülerek başarının, çalışmanın veya işlevin tespit edilmesidir.

2.1.3 Ayar

En uygun sistem işletme şartlarına ulaşabilmek için tasarım, kurulum sınır değerleri içerisinde damper ve vana gibi dengeleme cihazlarının kısmen kısılarak sistem akışının değiştirilmesi ve fan hızlarının değiştirilmesidir.

2.1.4 Dengeleme

Kabul edilebilir yöntemleri kullanarak tasarım, kurulum ve ölçüm sınırları içerisinde belirlenen hava-sıvı akışına ulaşabilmek için sistemin ana hatlarından, branşmanlarından, terminal cihazlarından geçen, hava-sıvı akışlarının yöneme bağlı olarak oranlamasıdır.

2.2 Sorumluluklar

Bir TAB projesinin yüksek başarı ve düşük maliyet ile tamamlanabilmesi için tarafların sorumluluk paylaşımı ve bu sorumlulukların özveri yerine getirilmesi önem taşımaktadır. Güncel bilim ve tekniğe uygun bir TAB hizmeti verilecek olan projede Tasarımcı, Mekanik yüklenici ve TAB Uzmanı'nın sorumluluklarının ayrı ayrı belirlenmesi, kayıt altına alınması ve uygulanabilir olmasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

2.2.1 Tasarımcının Sorumluluğu

Sorumluluk sözleşmesinin Tasarımcı sorumlulukları çerçevesinde aşağıda sıralanan unsurları içermesi yüksek önem ile tavsiye edilir.

- ❖ Test, Ayar ve Dengeleme'si yapılacak olan sistemleri ve ekipmanları belirler.
- ❖ TAB hizmet alımının kime ait olduğunu belirler ve TAB hizmetinin imalat sürecinde gecikmeden başlaması gerektiğini sözleşme dökümanında veya projelerde belirtir.
- ❖ Sistem bileşenlerini açıkça belirtir. (ana hatlar, ayırım hatları, son nokta debi ayar demperleri, debi ölçüm noktaları, basınç, sıcaklık ölçüm noktaları ve ağızları vb. diğer TAB uygulanacak cihazlar.)
- ❖ Bina kontrol sistemi firmasının (otomasyon firması vb.) TAB hizmeti başlamadan önce çalışmalarını doğrulaması ve belgelendirmesi gerektiğini sözleşme dökümanında veya projelerde belirtir.
- ❖ Bina kontrol sistemi firmasının, TAB Firması'nın ihtiyaç duyduğu donanım, yazılım erişimi ve teknik desteği sahada sağlayacağını ve bu hizmet için TAB Firması'ndan bedel talep edilmeyeceğini sözleşme dökümanında veya projelerde belirtir.
- ❖ TAB hizmetinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gereken tüm sistem ekipmanı ve sistem bileşenlerine uygun erişim boşluk ve açıklıklarını belirler.
- ❖ TAB Firması'nın Doğrulama Süreci'ne vereceği destek ile ilgili sorumlulukları sözleşme dökümanında veya projelerde tamamiyle belirtir.
- ❖ TAB hizmeti sırasında yapılacak dengeleme için gerekli olan güncel bilim ve tekniğe uygun proje toleranslarını belirtir.
- ❖ Herhangi bir sürücü değişimi, kurulumu veya devir değişikliği gerektiği takdirde bu hizmeti kimin sağlayacağını sözleşme dökümanında veya projelerde belirtir.

2.2.2 Yüklenicinin Sorumluluğu

Sorumluluk sözleşmesinin Yüklenici sorumlulukları çerçevesinde aşağıda sıralanan unsurları içermesi yüksek önem ile tavsiye edilir.

- ❖ TAB Firması'na tüm güncel onaylı değişiklik talimatları ve sözleşme değişiklikleri ile birlikte onaylı sözleşme belgelerini sağlar. (Çizimler, Teknik Sözleşme ve diğer onaylı belgeler)
- ❖ TAB Firmasının sürece dahil olması ile birlikte diğer disiplinler ile uyumluluğun sağlanması ve işlemler ile ilgili yeterli sürenin sağlanması için iş programı geliştirir.
- ❖ Tüm iş programı değişikliklerini TAB Firması'na bildirir.
- ❖ Yapısal bileşenler, pencere ve kapı montajı, kapı donanımı, tavanlar, merdivenler, asansör/mekanik şaftlarının ve çatı sistemleri dahil bina muhafazasının ve kapatma işlemlerinin tamamlandığından emin olur. Tüm hacimlerin veya plenumların sızdırmazlığını sağlar.
- ❖ Tüm mekanik ve HVAC işlerinin tamamlandığından ve çalıştırmak için güvenli olduğundan emin olur. (Kanal sızdırmazlık testleri, Hidrostatik testler, Boru sisteminin yıkanması, doldurulması, boşaltılması ve kimyasal uygulanması, pislik tutucu ve diğer gereken diğer tüm ekipmanların temizlenmesi, hava kanalı sistemlerinde ilgili tüm filtre montajlarının tamamlanması vb.)
- ❖ Kalıcı elektriksel güç sistemi kurulumunun tamamlanmasını sağlar. Sistemin can güvenliği için güncel bilim teknik ve yönetmeliklere uygun olarak kurulmasını sağlar.



- ❖ Tüm HVAC sistem ve ekipmanlarının üretici önerilerine uygun olarak ilk çalıştırmalarının yapılmış olmasını sağlar.
- ❖ Bina kontrol sisteminin kurulumunu, programlanmasını, kalibrasyonunu ve ilk çalıştırmasını sağlar. Ayrıca, bina kontrol sistemi firmasının (otomasyon firması vb.) TAB hizmeti başlamadan önce çalışmalarını doğruladığını ve belgelendirdiğini teyit eder.
- ❖ Bina kontrol sistemi firmasının, TAB Firması'na ihtiyaç duyduğu donanım, yazılım erişimi ve teknik desteği sahada sağlamasını ve bu hizmet için TAB Firması'ndan bedel talep edilmemesini sağlar.
- ❖ Herhangi bir sürücü değişimi, kurulumu veya devir değişikliği gerektiği takdirde bu hizmeti sağlar.
- ❖ Eksik listesindeki düzeltmeleri zamanında tamamlar ve tamamlanan eksikliklerin yazılı olarak bildirilmesini sağlar.

2.2.3 TAB Firması Sorumluluğu

Sorumluluk sözleşmesinin TAB Firması sorumlulukları çerçevesinde aşağıda sıralanan unsurları içermesi yüksek önem ile tavsiye edilir.

- ❖ Güncel standartlara, yönetmeliklere ve tasarım teknik şartnamelerine göre TAB hizmetini gerçekleştirir.
- ❖ TAB Firması, TAB hizmetini gerçekleştirmesini ve tamamlamasını engelleyen tasarım, kurulum ve işlev tespitlerini uygun taraflara iletişim kurarak düzenli olarak bildirir.
- ❖ TAB Firması, Doğrulama Süreci'ne vereceği destek çerçevesinde daha önce belirlenmiş olan sorumluluklarını yerine getirir.
- ❖ TAB Firması, Güncel bilim ve tekniğe uygun olarak "TAB Raporu" hazırlar.

2.3 Asgari Ölçüm Aleti Gereksinimleri

Hava tarafı Test Ayar ve Dengeleme hizmetleri için önerilen asgari ölçüm aletleri listesi Tablo 1.2 de listelenmiştir. Ölçüm aletlerinin doğru çalışması için üreticisinin gereksinimlerine göre kullanılması ve muhafaza edilmesi gerekmektedir.

2.3.1 Çalışma Aralığı, Çalışma Doğruluğu ve Kalibrasyon

TAB hizmetleri için kullanılacak olan hava tarafı ölçüm aletleri Tablo 1.2 de belirtilen çalışma aralığı ve çalışma doğruluğuna sahip olmalıdır. Her bir ölçüm aleti asgari çalışma doğruluğu, çalışma aralığı ve çalışma duyarlılığı gereksinimlerine uyması için özel olarak tasarlanmış olmalıdır. Birden fazla ölçüm özelliğine sahip cihazlar ilgili gereksinimleri sağladığı sürece kullanılabilirler. Çalışma doğruluğu hakkında bilgi ve veriler ölçüm aleti üreticisi tarafından beyan edilmiş ve ulaşılabilir durumda olmalıdır. Kalibrasyon gerektiren ölçüm aletlerinin üretici gereksinimlerine uygun olarak kalibrasyonlarının yapılması ve belgelendirilmesi gerekmektedir. Kalibrasyonların, Türkiye'de akredite edilmiş izlenebilirliği olan bir test laboratuvarında, yurtdışında yapılacak ise izlenebilirliği olan bir test laboratuvarında yapılması gerekmektedir.

Sahada doğrulanmış ölçüm aleti kullanılmasının yüksek önemi iyi anlaşılmalıdır. TAB hizmeti vermekte olan ve birden fazla ölçüm aleti takımına sahip olan kuruluşların kalibrasyon süreci için sıralanan yöntemlerden birini tercih etmeleri önerilir.

2.3.1.1 Kalibrasyon Yöntemi – A

Sahip olunan tüm ölçüm aletlerinin kalibrasyonu yapılır ve ölçüm aletlerinin tamamı TAB projelerinde kullanılabilir.

2.3.1.2 Kalibrasyon Yöntemi – B

Her ölçüm aletinden en az bir adet içermek koşulu ile referans ölçüm aleti takımı hazırlanır. Referans ölçüm aleti takımının kalibrasyonları üretici gereksinimlerine uygun olarak yaptırılır. Referans ölçüm aleti takımı sahada TAB projelerinde ölçüm yapmak için kullanılmaz. Sahada TAB projelerinde ölçüm yapmak için kullanılacak olan diğer ölçüm aleti takımlarının, hazırlanan Referans ölçüm aleti takımı ile karşılaştırılarak düzenli olarak doğrulanması sağlanır. Doğrulama işleminin yapılabilmesi için yüksek kaliteye sahip test istasyonu kurulumu gerekir.

Tablo 1.2 Hava tarafı TAB hizmetleri için önerilen ölçüm aletleri [5].

İŞLEV / ÖLÇÜM ALETİ CİNSİ	ASGARİ ARALIK	ASGARİ DOĞRULUK	ASGARİ DUYARLILIK	KALİBRASYON ARALIĞI
Devir Sayısı Ölçümü	0-5000 dev/dk	± 2% okuma ± 2 RPM	1 devir/dk	12 Ay
Hava Sıcaklığı Ölçümü	-40 - 115°C	± 0.5% okuma + 0.8°C	0.1°C	12 Ay
Elektriksel Ölçüm - CAT III				
Volt AC	0 - 600 VAC	± 2% okuma ± 5 digits	1.0 Volt	12 Ay
Amper	0 - 100 Amp	± 2% okuma ± 5 digits	0.1 Amper	12 Ay
Hava Basınç Ölçümü	0 - 2,500 Pa	± 2% okuma ± 0.25 Pa	0.25 Pa ≤ 250 Pa 2.50 Pa > 250 Pa	12 Ay
Hava Hızı Ölçümü				
Termal Anemometre veya Airfoil	0.25 - 20 m/s	± 5% okuma, ± 0.5 m/s	0.005 m/s	12 Ay
Pervaneli Anemometre	0.25 - 12.5 m/s	± 2% okuma ± 0.02 m/s	0.005 m/s	12 Ay
Nem Ölçümü	10 - 90 % RH	± 3% RH	1.0%	12 Ay
Debi Ölçümü Hoodu	50 - 1000 L/s	± 5% okuma ± 3 L/s	Dijital: 0.5 L/s Analog: N/A	12 Ay

3. HASTANELERDE HAVA TARAFI TAB HİZMETLERİ

Hastanelerde HVAC sisteminin tasarımı, inşası, işletilmesi ve bakımı kullanım amacı ve bu amaç ile ilgili yüksek hassasiyetlerden dolayı özel bir öneme sahiptir. Sistemin kullanıcı gereksinimlerine (URS) uygun olarak başarılı bir şekilde hizmet verebilmesi hastane içerisinde yalnızca iyi seviyede bir teknik kadroyu gerektirmemekte aynı zamanda ilgili tesis için yüksek nitelikte bir tasarım, inşaa ve işletme sürecini de gerektirmektedir. Bu sebeple tasarım, inşaa ve işletme süreci boyunca bir Doğrulama Süreci Uzmanı'nın sisteme dahil edilmesi yüksek önem taşımaktadır. Güncel standartlara uygun gerçekleştirilen bir Doğrulama Süreci bir tesisin en düşük maliyetler ve en yüksek başarı ile kurulumunu, işletilmesini, bakımını ve sürdürülebilirliğini mümkün kılmaktadır. Hastanelerde Test Ayar ve Dengeleme hizmetleri, Doğrulama Süreci'nin imalat safhasından sonra gerçekleştirilir.

3.1 Temel Test, Ayar ve Dengeleme Ölçümleri

TAB sürecinde temel ölçümler değişken yoğunluklara sahip hava ve su gibi akışkanların özelliklerini, şartlarını ve akış hızlarını belirlemek amacı ile yapılır. Ölçümlerin doğru alınması doğrudan TAB Uzmanı'nın yeteneklerine bağlıdır. TAB uzmanı tüm hava tarafı testleri için kanallarda ve ekipmanlarda test konumu ve yerini doğru tespit etmekle sorumludur.

Hava tarafı testlerinde VAV, CAV gibi kendiliğinden dengeleme ekipmanı bulunmayan hava kanalı ölçümleri için kanallar ve ekipmanlar üzerinde matkap ile delikler delinmesi gerekir. Bu delikler güncel standartlara, yönetmeliklere ve teknik şartnamelere göre uygun ölçülerde delinir ve ölçüm tamamlandığında kapatılırlar. VAV ve CAV ekipmanları bulunan hava kanallarında dengeleme için pitot traversi gereksinimi olmayacağından mecbur kalmadıkça delme işlemi gerçekleştirilmez.

3.1.1 Basınç Ölçümü

HVAC sistemlerinde hava basıncı ölçümü, sistemin en önemli başarı verisini sağlayan temel ölçümdür. Hava basıncı ölçümleri yapılırken kullanılan ölçüm aletlerinin üretici önerileri mutlaka dikkate alınmalıdır. Ölçüm aleti olarak çok özellikli dijital manometre vb. kullanılabilir. Hava basıncı ölçümü manometre, bağlantı tüpü ve ölçüm alma uçları ile gerçekleştirilir.

3.1.1.1 Statik Basınç

Havalandırma sisteminin, sistem direncine karşı hava akışını sağlamak ve korumak için oluşturduğu ölçüm noktasındaki potansiyel enerjidir. Uygun referans basıncına bağlı olarak (Ör. Atmosferin yoğunluğu, yüksekliği ve yerçekiminden kaynaklanan aerostatik basıncı) ölçüm noktasında eksi veya artı bir değer okunabilir.

$$P_{\text{Statik}} [Pa] = P_{\text{Statik}} \left[\frac{N}{m^2} \right] = P_{\text{Statik}} \left[\frac{kg}{m \times s^2} \right] = P_{\text{Statik}} \left[\frac{Joule}{m^3} \right] \quad (1.1)$$

3.1.1.2 Dinamik Basınç

Havalandırma sisteminin, sadece akış yönünde oluşturduğu hava akışının ölçüm noktasındaki kinetik enerjidir.

$$P_{\text{Dinamik}} [Pa] = \rho \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times \frac{1}{2} (V^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] \quad (1.2)$$

3.1.1.3 Hidrostatik veya Aerostatik Basınç

Hava tarafı TAB ölçümlerinde akışkanın yoğunluğu, yüksekliği ve yerçekimine bağlı olarak oluşturduğu aerostatik basıncı ihmal edilir.

$$P_{\text{Hidrostatik}} [Pa] = \rho \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times z [m] \quad (1.3)$$

3.1.1.4 Toplam Basınç

Havalandırma sisteminin, ölçüm noktasında okunan Statik Basıncı ile Dinamik Basıncı'nın toplamına eşit olarak değerlendirilir. Akışkanın yoğunluğu, yüksekliği ve yerçekimine bağlı olarak oluşturduğu aerostatik basıncı ihmal edilerek toplam basınç eşitliği (1.4) denkleminde belirtildiği gibi yazılır.

$$P_{\text{Toplam}} [Pa] = P_{\text{Statik}} [Pa] + P_{\text{Dinamik}} [Pa] \quad (1.4)$$

3.1.2 Hız Ölçümü

Hava hızı ölçümleri belirli ekipmanların veya belirli şartlar altındaki hava kanallarının hava akış başarısını doğrulamak için gerçekleştirilir. Hava hızı ölçümleri yapılırken kullanılan ölçüm aletlerinin üretici önerileri mutlaka dikkate alınmalıdır. Hava hızı ölçümü çoğunlukla çok özellikli dijital manometre, pitot tüpü, pervaneli anemometre ve termal anemometre cihazları ile gerçekleştirilir. Ölçümler genellikle hava kanallarında, menfez yüzeyinde, difüzör yüzeyinde, bataryalarda, filtrelerde vb. belirli noktalarda yapılır.

Hava kanalında hız ölçümleri genellikle pitot tüpü aracılığı ile gerçekleştirilir. Hız ölçümü için kullanılan pervaneli anemometre, termal anemometre vb. diğer ölçüm aletleri hava hızlarının pitot traversi ile doğru ölçülemeyecek kadar düşük olması (mikromanometre teknolojisi ile bu sorun çözülmüştür) veya balometre başlığının ölçüm noktasında uyumsuz olması durumunda kullanılması içindir.

Menfez, difüzör vb. terminal cihazlarının yüzeylerinde hız ölçümleri için anemometre veya hız gridi kullanılması durumunda düzeltme faktörü dahil edilmeden doğru ölçüm almak genellikle mümkün olmamaktadır. Sahada, ölçüm doğruluğunu etkileyen çok sayıda değişken mevcuttur. Yüzeyinde ölçüm yapılan ekipman için üreticisi bir düzeltme faktörü beyan etmemiş ise yüzey ölçümlerindeki belirsizliği gidermenin en iyi yolu bir saha düzeltme faktörü geliştirmektir. Bu düzeltme faktörü

genellikle yüzeyinden ölçüm yapılan ekipmana doğrudan hava sağlayan kanalda pitot tüpü ile travers ölçüm yapılarak doğru hava akış değerinin hesaplanması ile sağlanır. Bu işlemde terminal cihazı ile travers ölçüm alınan düzlem arasındaki hava kaçığının ihmal edilebilecek seviyede olduğu varsayılır. Terminal cihazı yüzeyinden okunan hava hızı, travers ölçümde elde edilen doğru hava akış değerine eşit olabilmesi için bir düzeltme faktörü ile çarpılır. Düzeltme faktörü farklı hava hızlarında değişiklik göstereceği için tespit edilen düzeltme faktörünün yalnızca tespit edildiği hava hızında geçerli olduğu dikkate alınmalıdır. Bu sebeple eğer mümkünse en iyisi her çeşit terminal cihazı için farklı hızlarda düzeltme faktörü geliştirilerek bir düzeltme faktörü eğrisi oluşturmaktır.

3.1.2.1 Havanın Hızı

Hava kanalı içerisinde belirli bir noktada akış hızını hesaplamak için statik basınç, toplam basınç ve havanın yoğunluğuna bağlı olan eşitlik detaylı hesapları EK-2'de açıklanmakla birlikte (1.5) denkleminde verilmiştir.

$$V_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = \sqrt{\frac{2 \times \left(P_{\text{Toplam}} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] - P_{\text{Statik}} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \right)}{\rho_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}} \quad (1.5)$$

Ölçüm yapılan havanın yoğunluğu ρ_{Hava} [kg/m^3] havanın mutlak basıncına ve mutlak sıcaklığına göre değişiklik gösterecektir. Havanın yoğunluk hesabı EK-3'de detaylı olarak açıklanmıştır.

Havanın yoğunluğu, standart atmosfer şartlarında (288,15[°K] mutlak sıcaklık & 101,325 [kN/m^2] mutlak basınç) altında iken 1,225 [kg/m^3] olarak hesaplanır [6]. Hesaplanan yoğunluk değeri dikkate alındığında sahada yapılan TAB ölçümlerinde TAB teknisyenleri için pratik kullanım amacı ile (1.5) eşitliği (1.6) eşitliğine dönüştürülebilir.

$$V_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 1,277 \times \sqrt{P_{\text{Dinamik}} [\text{Pa}]} \quad (1.6)$$

3.1.2.2 Havanın Yoğunluğu

Ölçüm yapılan havanın yoğunluğu ρ [kg/m^3] havanın mutlak basıncına ve mutlak sıcaklığına göre değişiklik gösterecektir. Havanın yoğunluğunu hesaplamak için havanın ölçülen mutlak basıncına, ölçülen mutlak sıcaklığına ve bilinen özgül gaz sabitine bağlı eşitlik, detaylı hesapları EK-3'de açıklanmakla birlikte (1.7) denkleminde verilmiştir.

$$\rho_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{P_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]}{R_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{°K}} \right] \times T_{\text{Hava}} [\text{°K}]} \quad (1.7)$$

Havanın yoğunluğu, standart atmosfer şartlarında (288,15[°K] mutlak sıcaklık & 101,325 [kN/m^2] mutlak basınç) altında iken 1,225 [kg/m^3] olarak hesaplanır [6]. TAB ölçümlerinde TAB teknisyenleri için pratik kullanım amacı ile doğrudan (1.8) eşitliğinde verilen değer kullanılabilir.

$$\rho_{\text{Hava}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = 1,225 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad (1.8)$$

3.1.2.3 Pitot Tüpü veya Airfoil ile Hava Kanalı Travers Ölçümü

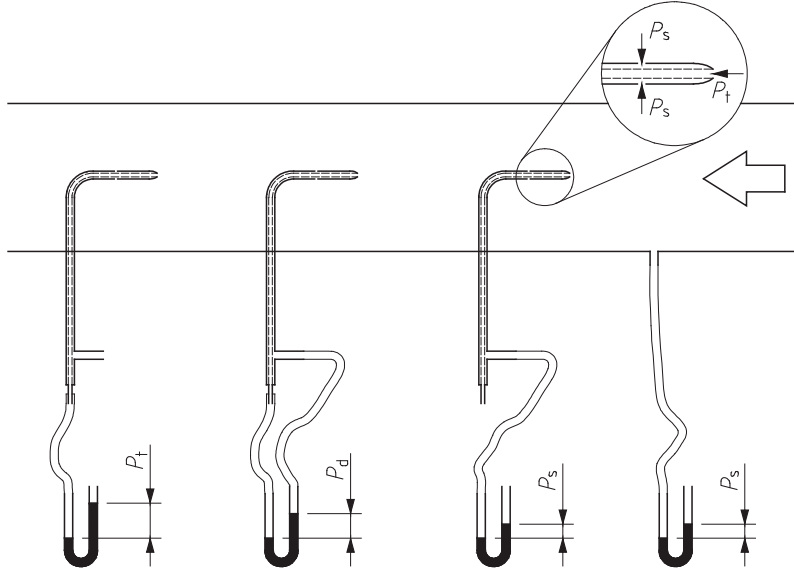
Ölçüm sıralandığı gibi gerçekleştirilir;

- ❖ Travers ölçümü yapılacak olan hava kanalının dış boyutları ölçülür.
- ❖ Eğer varsa havalandırma kanalının içerisindeki kaplama malzemesi (izolasyon vb.) tespit edilir. İç kaplama malzemesinin kalınlığı ölçülür ve hava kanalının serbest kesit alanı tespit edilir.
- ❖ Pitot Tüpü veya Airfoil üzerinde ölçüm mesafeleri ile ilgili işaretlemeler tamamlanır.
- ❖ Ölçüm çubuğu ile manometre birbirine bağlanır. Ölçüm çubuğu kanalın içine girmeden önce sıfırlamanın yapıldığından emin olunmalıdır.

- ❖ Ölçüm çubuğu kanalın içerisine girer ve ucu hava akımının içine yerleştirilir. Ölçüm çubuğunun Şekil 1.1 'deki gibi hava akış doğrultusunda konumlanması yüksek öneme sahiptir.
- ❖ Gereken tüm noktalar için hava hızı ölçümü kayıt altına alınır. Hava kanalı travers ölçümü Log-Chebyshev [8] yöntemi kullanılarak gerçekleştirilebilir.
- ❖ Kullanılan ölçüm aleti seti doğrudan hava hızını hesaplayamıyor ise okunan statik basınç ve toplam basınç değerleri hava hızlarının daha sonra hesaplanması için kayıt altına alınır.
- ❖ Ortalama hava hızı hesaplandığı takdirde bu değer hava kanalının travers ölçüm yapılan serbest kesit alanı ile çarpılarak toplam hava debisi hesaplanır.
- ❖ Başarılı bir travers ölçümü için, toplam okuma sayısının %75'i (16 adet ölçüm alındıysa 12 adedi) ölçülen en yüksek değer %10'undan büyük olmalıdır [5].

3.1.2.4 Hava Akışının Balometre ile Ölçülmesi

Balometre doğrudan hava akış debisinin ölçülmesine ve okunmasına olanak sağlar. Terminal cihazın (menfez, difüzör vb.) etrafını saran, dokuma (fabrik) malzemeden üretilen ölçüm çadırına sahiptir. Genellikle dörtgen piramit şeklindedir. Dörtgen piramit hacim tüm hava akışını toplar ve içerisindeki hız ölçüm gridinin üzerinden geçirir. Üzerindeki dijital manometre üzerinden doğrudan hava akış debisi okunabilir. Balometre ölçümlerinde de pitot tüpü ile hava kanalından travers ölçüm yaparak gerçek hava akışı hesaplanması ve terminal cihaza özel bölüm 3.1.2 'de anlatıldığı gibi saha düzeltme faktörü hesaplanması gerekebilir. Balometreler için ayrıca, ölçüm yapılan terminal cihazı'na özel düzeltme faktörü uygulamak yerine doğrudan balometrenin içerisinde konumlandırılabilen bir hava akış düzelticisi de kullanılabilir.



Şekil 1.1 Pitot Tüpü ile ölçümler [7].

3.1.3 Devir Sayısı Ölçümü

TAB hizmetleri çerçevesinde devir sayısı ölçümü genellikle, motorun veya fanın dönüş hızını tespit etmek amacı ile gerçekleştirilir. Devir sayısının ölçümü için dijital temas takometresi, optik takometre vb. ölçü aletleri kullanılmaktadır. Sonuçlar genellikle [devir/dakika] cinsinden ifade edilir. Sonuçlar test edilen ekipmanın uygun işletme dönüş hızında çalıştığını doğrulamak için kullanılır. Devir sayısı ölçümlerinde kullanılacak olan ölçüm aletinin güvenlik tehlikesi mutlaka dikkate alınarak üretici talimatlarına ve gereksinimlerine göre kullanılması gerekmektedir.

3.1.4 Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık ölçümleri analog veya dijital termometreler ile gerçekleştirilebilir. Sıcaklık enerji dengesi hesabında kullanılmak üzere ölçülebileceği gibi bir çok farklı amaç için de ölçülebilir. İyi bir ölçüm aleti ile alınan başarılı bir ölçüme rağmen enerji dengesi sonuçlarının sıralanan sebeplerden dolayı hatalı olabileceği mutlaka dikkate alınmalıdır.

- ❖ Sıcaklık ölçüm aleti üzerine etki edebilecek herhangi bir kaynaktan gelen ışınlam ısı etkisi.
- ❖ Kapalı hacmi olan kanal ve boru gibi elemanların ısı depolama etkisi.
- ❖ Düzgün ısı profilinin bozulmuş olması.
- ❖ Ölçüm aletinin doğruluğu ve duyarlılığı.

TAB ölçümleri sırasında birçok ısı transferi sürecinde termodinamik denge veya kararlı hal şartlarının sağlanması mümkün olmamaktadır. Kararlı hal şartları sağlanmadığı durumlarda belirlenen bir süre içerisinde uygun sayıda sıcaklık ölçümü alınmalı ve sonuçlar süreye bağlı olarak hesaplanmalıdır. Ölçümler doğruluk ve duyarlılık hataları oluşmaması için aynı ölçüm aleti ile başlamalı ve tamamlanmalıdır.

3.1.4.1 Kuru Termometre Sıcaklığı Ölçümü

Düzgün akış profilinin mevcut olduğu durumlarda kuru termometre sıcaklığı hava kanalının ortasında tek bir noktadan ölçülebilir. Akış profilinin düzgün olmadığı ve akışkanın iyi karışmadığı sistemlerde ise çoklu ölçüm yapılarak ağırlıklı ortalama alınmalıdır. Akışın olduğu ölçüm düzlemini eşit alanlara bölen bir izgara üzerinden sıcaklık traversi ve bu sıcaklık ölçüm noktalarına karşılık gelen hız traversi alınarak sıcaklığın ağırlıklı ortalaması hesaplanır. Eş izgara alanlarında ölçülen her sıcaklık değeri aynı noktada ölçülen hız değeri ile çarpılır. Tüm sıcaklık ve hava hızı çarpımları toplanarak toplam ölçülen hava hızı değerlerinin toplamına bölünür.

3.1.4.2 Yaş Termometre Sıcaklığı Ölçümü

İşlem bölüm 3.1.3.1 de belirtildiği gibi yapılır ayrıca seçilen ölçü aleti fitil tipli olduğu takdirde, fitil saf su ile sürekli olarak ıslatılmalıdır. Isılamak için kullanılan suyun sıcaklığı, kuru termometre hava sıcaklığı ile aynı olmalıdır.

3.1.6 Elektriksel Ölçümler

TAB hizmetleri çerçevesinde ölçülmesi gereken birincil elektriksel veriler Voltaj ve Amper değerleridir. Elektriksel verilerin ölçülmesinin birincil amacı elektrik sisteminin güvenliği için motor, fan vb. ekipmanların başarılı bir şekilde çalışması ve bu ekipmanların korunmasıdır. Elektriksel değerlerin ölçümü için Voltmetre, Ampermetre, Multi Metre vb. ölçüm aletleri kullanılmaktadır. Elektriksel veriler test edilen ekipmana hizmet veren Değişken Frekans Sürücüsü'nün (VFD) ekranından okunup kayıt altına alınabilir. Bu çerçevede verilerin okunduğu sürücünün hangi sürücü olduğu da kayıt altına alınmalıdır. Elektriksel ölçümlerde kullanılacak olan ölçüm aletinin yüksek güvenlik tehlikesi mutlaka dikkate alınarak üretici talimatlarına ve gereksinimlerine göre kullanılması gerekmektedir. TAB uzmanı için elektriksel ölçümleri bazı durumlarda saha işletmecisi veya bakım ekibi almalıdır.

Fan motorlarının üreticinin belirttiği toleranslar dahilinde tam amperaj yükünün altında veya tam amperaj yükünde çalışır durumda bırakılması gerekmektedir. Amperaj ölçümleri enerji verilmiş olan faz tellerinin ölçüm aletinin kısaç çeneleri arasına alınması ile gerçekleştirilir.

3.2 Hava Tarafı TAB Yöntemleri

HVAC sistemleri en yüksek ısıtma kapasitesi, en yüksek soğutma kapasitesi, havalandırma etkinliği vb. başarı değişkenlerini sağlamaları için tasarlanırlar. TAB sürecinin başında havalandırma sistemi tam yük şartlarına (en yüksek çalışma ayarı) getirilir. Tam yük, hava akışının tasarım gereksinimlerini yerine getirebilmesi için en yüksek zorlamayı sağlar.

Besleme Havası, Taze Hava, Emiş Havası, Egzost Havası ve Dönüş Havası terimlerinin ayrı ayrı açıklanması TAB yöntemleri ile ilgili mesleki yaklaşımların etkin bir şekilde anlaşılmasına fayda sağlayacaktır. Terimlerin görsel karşılıkları Şekil 1.2 'de gösterilmiştir.

3.2.1. Besleme Havası

Besleme fanından basılarak iç ortama doğru giden havadır.



3.2.2. Taze Hava

Dış ortamdaki besleme fanına doğru giden havadır.

3.2.3. Emiş Havası

İç ortamdaki emilerek, emiş fanına doğru giden havadır.

3.2.4. Egzost Havası

Emiş fanından dış ortama atılan havadır.

3.2.5. Dönüş Havası

Emiş Havası'nın tekrar kullanım amacı ile besleme fanına doğru giden kısımdır.

3.2.6 Ön Hazırlıklar

TAB işlemlerine başlamadan önce sıralanan ön hazırlıklar yerine getirilmelidir;

- ❖ Bölüm 2.1.2'de belirtilen mekanik yüklenici sorumluluklarının yerine getirildiği doğrulanır.
- ❖ Ölçüm yapılacak ünitelerin teknik dataları alınır.
- ❖ Kapalı kapı ve pencereler, asma tavan karoları, transfer menfezleri vb. hava akışını etkilemekte olan tüm bileşenlerin TAB işlemlerine hazır olduğu doğrulanır.
- ❖ TAB işlemleri başlamadan önce otomatik kontrol cihazlarının eksiksiz ve uygun kurulmuş olduğu, bina kontrol sisteminin TAB işlemlerine başlanılabilmesi için doğrulanmış olduğu teyit edilir.
- ❖ Tam yük (en yüksek çalışma seviyesi) sistem tasarım gereksinimleri belirlenir.
- ❖ Tüm damperlerin açık veya ayarlanmış olduğu, bağlı olan tüm sistemlerin (besleme havası, emiş havası, dönüş havası, taze hava, egzost havası, vb.) çalıştığı, motorların tam yük amperaj değerlerinde çalıştığı, dönüş yönlerinin doğru olduğu teyit edilir.
- ❖ Artı basınçlı ve Eksi basınçlı bölgeler bu aşamada belirlenir.

3.2.7 Toplam Fan Hava Akışının Ölçülmesi ve Ayarlanması

Saha testleri için en doğru ve kabul gören hava akış ölçümü Pitot Tüpü veya Airfoil ile hava kanalında travers ölçüm yapılmasıdır. Travers ölçüm Bölüm 3.1.2.2'de belirtildiği gibi yapılır. Travers ölçümün yapılamayacağı durumlarda bataryaların veya filtrelerin üzerinden hız gridi ile ölçüm yapılması gibi diğer ölçüm seçenekleri kullanılabilir. Tüm çıkış noktalarındaki hava akışlarının ölçülüp toplam debiye ulaşılması da bir diğer yöntemdir. Diğer ölçüm seçeneklerinde hata seviyesi, pitot tüpü travers ölçüm sonuçlarına göre daha fazladır ve yüksek dikkat ile uygulanmaları gerekmektedir. Tüm çıkış noktalarından alınan ölçümler ile elde edilen toplam debi, fanın yakınındaki ana hava kanalından alınan ölçümler ile uyuşmayacaktır. Bu uyuşmazlık, kanal sızdırmazlık seviyesi, ölçüm hataları, yanlış hesaplama vb. farklı unsurlardan kaynaklanabilir.

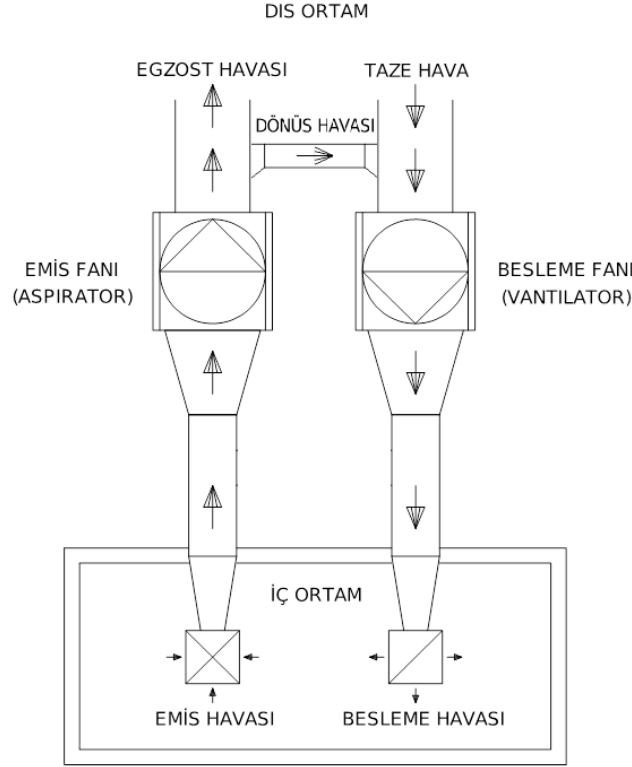
TAB ölçümlerinde alınan ölçümlerin tasarım değerlerine göre asgari olarak $\pm 10\%$ aralığında olması aranır. Fan başarısı tasarım gereksinimlerine göre $\pm 10\%$ aralığını yakalayamıyorsa, fan sürücüsü ayarlanarak gerekli hava akışı yaklaşık olarak sağlanır. Tüm sistem dengeleme prosedürlerinin tamamlanmasından sonra, fanın emiş statik basıncı, atış statik basıncı, amperajı ve hava akışı ölçülür ve kayıt altına alınır. Basınç ölçümleri yapılırken ölçümlerin tüm ölçümlerin ortak bir referans değerine dayandırılması gerekir.

Fan hava akışı ölçülüp ve hava debisi hesaplandıktan sonra eğer ki dönüş havası fanı kullanılmış ise bu dönüş fanının da ayrıca hava akışı ölçülmeli ve debisi hesaplanmalıdır. Eğer ki merkezi bir egzost fanı kullanılmış ise ayrıca bu egzost fanının da hava akışı ölçülmeli ve debisi hesaplanmalıdır. Sistemde çatı tipi fan gibi bazı egzost fanları mevcut olup bu fanlar besleme havası sisteminin sadece belli bir noktası ile ilişkili ise genellikle besleme havası tarafının dengeleme işlemi bitene kadar bu fanlardan hava akış ölçümü almak gerekmemektedir. Testler, sistem %100 Taze Hava ve %100 Egzost rejiminde iken gerçekleştirilmelidir.

3.2.8 Temel Dengeleme Yaklaşımları

Sıralanan koşulların sağlanması sistemin havalandırma sisteminin dengede olduğunu göstermektedir.

- ❖ TAB uzmanının kontrolü dışında bir sebep olmadığı sürece, ölçülen hava akış değerleri tasarım gereksinimlerine göre $\pm 10\%$ aralığında olmalıdır.
- ❖ Fan ile menfez arasında en az bir adet havalandırma yolu damperleri ile birlikte TAM AÇIK vaziyette olmalıdır.
- ❖ Sistemde branşman damperleri var ise, her dengelenmiş branşman damperinin akış yönünde en az bir adet havalandırma yolu damperleri ile birlikte TAM AÇIK vaziyette olmalıdır.



Şekil 1.2 TAB ölçümlerinde kullanılan hava akış tanımları.

3.2.9 Dengeleme Yöntemleri

3.2.9.1 Oransal Yöntem - Branşmansız Havalandırma Sisteminde

- 1) Tüm menfezlere hizmet eden damperlerin tam açık olduğundan emin olunur.
- 2) Tüm menfez kanatçıkları belirlendiği gibi ayarlanır.
- 3) Toplam hava debisi en uygun yöntem ile hesaplanır. Travers ölçüm önerilir.
- 4) Tasarım hava akışına kıyasla ölçülen hava akışı % cinsinden hesaplanır.
- 5) Fan, tasarım değerine kıyasla 110% seviyesine veya gerekli olan seviyeye ayarlanır.
- 6) Tüm menfezlerin hava akışları ölçülür.
- 7) Tüm menfezler için tasarım hava akışına kıyasla ölçülen hava akışı % cinsinden hesaplanır.
- 8) Tasarım hava akışına kıyasla en düşük % değerine sahip olan menfeze hizmet eden damper oransal yöntemde ayarlanmayacaktır. 100% açık kalacaktır.
- 9) Tasarım hava akışına kıyasla 2. en düşük % değerine sahip olan menfeze hizmet eden damper, en düşük menfez ile aynı % değerine gelene kadar ayarlanır. İki menfez artık dengededir.
- 10) Tasarım hava akışına kıyasla 3. en düşük % değerine sahip olan menfeze hizmet eden damper, üç menfez birbirleri ile aynı % değerine gelene kadar ayarlanır. Üç menfez artık dengededir.
- 11) Tasarım hava akışına kıyasla, tüm menfezler birbirleri ile yaklaşık % değerine gelene kadar sırası ile bu işleme devam edilir. Tüm menfezler artık dengededir.



- 12) Tasarım hava akışına kıyasla, eğer gerekirse tüm menfezler $\pm 10\%$ aralığına girene kadar faz hızı ayarlanır.
- 13) Tüm menfezlerin debileri tekrar ölçülür ve son değerler kayıt altına alınır.
- 14) Tüm dengeleme damperlerinin ayar kısımlarına gerektiğinde yeniden gözle ayarlanabilmesi için kalıcı bir işaret bırakılır.

3.2.9.2 Oransal Yöntem - Branşmanlı Havalandırma Sisteminde

- 1) Bölüm 3.2.9.1'de belirtilen (1 – 6) arası maddeler gerçekleştirilir.
- 2) Tüm branşmanlar için tasarım hava akışına kıyasla ölçülen branşman hava akışı % cinsinden hesaplanır.
- 3) Tasarım hava akışına kıyasla en düşük % değerine sahip olan branşmana hizmet eden damper oransal yöntemde ayarlanmayacaktır. 100% açık kalacaktır.
- 4) Tasarım hava akışına kıyasla 2. en düşük % değerine sahip olan branşmana hizmet eden damper, en düşük değere sahip branşman ile aynı % değerine gelene kadar ayarlanır.
- 5) Tasarım hava akışına kıyasla 3. en düşük % değerine sahip olan branşmana hizmet eden damper, üç branşman birbirleri ile aynı % değerine gelene kadar ayarlanır.
- 6) Tasarım hava akışına kıyasla, tüm branşmanlar birbirleri ile yaklaşık aynı % değerine gelene kadar bu işleme devam edilir.
- 7) Tasarım hava akışına kıyasla, eğer gerekirse tüm branşmanlar $\pm 10\%$ aralığına girene kadar faz hızı ayarlanır.
- 8) Bölüm 3.2.9.1'de belirtilen (1 – 12) arası maddeler her bir branşmana ait tüm menfezler için uygulanır.
- 9) Tüm menfezlerin debileri tekrar ölçülür ve son değerler kayıt altına alınır.
- 10) Tüm dengeleme damperlerinin ayar kısımlarına gerektiğinde yeniden gözle ayarlanabilmesi için kalıcı bir işaret bırakılır.

3.2.9.3 Basınçtan Bağımsız Değişken Hava Debili (VAV) Sistemlerde Dengeleme

Basınçtan bağımsız VAV terminal ünitelerinin üreticilerinin yayımlamış oldukları datalar terminal ünitelerinin işletme statik basınç aralığını ve verilen hava akışındaki en düşük basınç kaybı bilgilerini içerir. VAV terminal ünitesinin düzgün çalışması için girişinde yeterli statik basıncın mevcut olduğu bu datalar ile doğrulanır.

Basınçtan bağımsız VAV terminal ünitelerinin belirlenen en yüksek ve en düşük hava debilerini sağlayabilmeleri için ayarlanmış olmaları gerekir.

Sürecin basite indirgenebilmesi için her bir basınçtan bağımsız VAV terminal ünitesi ve bu uniteye bağlı havalandırma kanalı ayrı bir havalandırma sistemi gibi düşünülebilir. Basınçtan bağımsız özelliği sayesinde sistemdeki tüm VAV terminal ünitelerini sistem basıncı düşük olsa bile dengelemek mümkün olabilmektedir. VAV terminal ünitesinin girişinde yeterli statik basınç ve hava akışı mevcut ise VAV terminal ünitesi ve kendisine bağlı diğer menfez ve difüzör hava çıkışları dengelenebilir. VAV terminal ünitesinin girişinde yeterli statik basınç elde edilemediği durumlarda tasarım şartları sağlanmış gibi yapabilmek için diğer tüm VAV terminal üniteleri minimum hava akış konumuna ayarlanır ve dengelenecek terminal ünitesinin girişinde statik basınç yükseltilmiş olur. Bu tasarım şartlarını sağlamış gibi yapma yöntemi diversite değeri 100% den farklı olan basınçtan bağımsız VAV sistemlerinin dengelenmesinde de kullanılabilir.

Sıralanan dengeleme yöntemi genellikle diversite etkisi olmayan basınçtan bağımsız değişken hava debili (VAV) sistemlerin dengelenmesi için uygundur;

- 1) Mekanik yüklenicinin sistem kurulumu ve ilk çalıştırmalar ile ilgili sistem sorumluluklarını yerine getirdiği doğrulanır.
- 2) VAV terminal ünitesi üreticisinin VAV ünitelerini ayarladığı, Sıcaklık kontrol sistemi yüklenicisinin (otomasyon firması vb.) işletme senaryosunu ve otomatik kontrol sistemini tamamladığı teyit edilmelidir.



- 3) Doğru hava filtrelerinin takılmış olduğu kontrol ve kayıt altına alınır. Eldeki veriler incelendikten sonra sistemi kirli filtrelerle çalışıyor gibi göstermek için geçici engelleme filtrelerinin gerekli olmadığıne karar verilir.
- 4) Barometrik damperler serbest işletme için gözden geçirilmelidir. Eğer damperlerin ayarlanabilme özelliği var ise, belirlenen bina statik basıncını sürdürebilecek şekilde ayarlanır. Tüm emiş havası sistemleri barometric relief damperler ayarlanmadan önce dengelenmiş olmalıdır.
- 5) Tüm manuel branşman ve menfez damperlerinin 100% açık ve kollarının sabitlendiği doğrulanır.
- 6) VAV terminal ünitesinde üreticisinin önerdiği giriş koşullarının sağlandığından emin olunur.
- 7) Hava tedarik ünitesinin motor voltajı ve amperajı ölçülür.
- 8) Voltaj ve amperajın motor verileri ile uyduğu doğrulanır
- 9) Hava akış yönleri kontrol edilir.
- 10) Fanların devir sayıları ölçülür ve tasarım devir sayıları ile karşılaştırılır.
- 11) Eğer fanlı bir terminal ünitesi mevcut ise fanının çalışır durumda olduğu doğrulanır.
- 12) Taze hava ve Dönüş havası damperleri en düşük tasarım hava akışını sağlayacak şekilde ayarlanır.
- 13) VAV terminal ünitelerinin dengelenebilmesi için yeterli besleme kanalı statik basıncının olduğu doğrulanır.
- 14) Üreticisinin önerilen talimatları doğrultusunda her VAV terminal ünitesinin debi ayarlama mekanizması için kalibrasyon yapılır.
- 15) Bölüm 3.2.9.1 ve 3.2.9.2 de anlatılan dengeleme yöntemi ile her bir VAV terminal ünitesi dengelenir.
- 16) Mevcut giriş statik basıncı ve hava akış miktarı en yetersiz olan VAV terminal ünitesi veya üniteleri tespit edilir. Tespit edilen VAV terminal ünitesinin girişindeki statik basınç, terminal ünitesi üreticisinin tavsiye ettiği en düşük giriş statik basıncı ile terminal ünitesinden sonraki tesisat elemanlarının statik basıncı veya oluşturacağı basınç kaybının toplamına eşit olmalıdır. Bu VAV terminal ünitesinde tasarım hava akışının sağlanabilmesi için sistem statik basıncı gerekli olan en düşük değere ayarlanır. Ayarlanacak değer bilgileri uygun Proje Uzmanı tarafından verilmelidir.
- 17) Hava tedarik ünitesinin toplam hava debisi ölçülür. En doğru sonuç için kanaldan travers ölçüm önerilir.
- 18) Eğer gerekli ise fan hava akışı istenen tasarım gereksinimlerine göre ayarlanır.
- 19) Hava tedarik ünitesinin tasarım toplam statik basıncı (TSB) veya tasarım dış statik basıncı (DSB) belirlenir. Eğer belirlenen tasarım verisi TSB ise, fanın girişinden ve çıkışından olmak üzere sırasıyla emiş ve besleme statik basınçları ölçülür. Eğer belirlenen tasarım verisi DSB ise dönüş kanalından ve besleme kanalından sırasıyla emiş ve besleme statik basınçları ölçülür.
- 20) Eğer mevcut ise HVAC ünitesini kontrol eden sensördeki işletme statik basıncı test edilerek kayıt altına alınır. Statik basınç kontrol mekanizmasının çalıştığı teyit edilir.
- 21) Kısmi dolu filtreler ile test gerçekleştirileceği daha önce belirlenmiş ise filtrelerdeki basınç kaybı ölçülür ve sistemi dolu filtrelerle çalışıyor gibi göstermek için geçici engelleme filtreleri takılarak basınç kaybı ayarlanır.
- 22) Eğer hava tedarik ünitesinde egzost fanı kullanılıyor ise binada bir miktar pozitif basınç sürdürebilecek gibi ayarlanır. Bu durum damper ayarlamaları veya fan hızı ayarlamaları ile sağlanabilir.
- 23) Sistemin tüm dengeleme çalışmaları tamamlandıktan sonra hava tedarik ünitesi gerekli olan en düşük taze hava oranına ayarlanmalı ve doğrulanmalıdır.
- 24) Son durum ölçümleri kayıt altına alınır, rapor hazırlanır ve gerektiği gibi sunulur.
- 25) Tüm VAV terminal üniteleri en yüksek talep konumuna getirilir.

ÖNERİLER

Hastane havalandırması ile ilgili bilimsel dallarda yapılmış olan yayımlar, güncel ulusal ve uluslararası geçerliliği bulunan standartlar, ulusal ve uluslararası meslek odaları çalışmaları, ulusal ve uluslararası mesleki sivil toplum kuruluşları çalışmaları, ulusal ve uluslararası kongrelerde yayımlanan bildiriler, yüksek lisans tezleri ve doktora tezleri vb. çalışmalar yüksek önem teşkil etmektedir. Sağlık hizmetlerinde yeterli düzeydeki iyileştirme ancak bu çalışmaların doğru anlaşılıp doğru uygulanması ile mümkündür. Bu doğrultuda bilim ve tekniği yürütme eğilimleri ile yayımlanmış olan kanun, tüzük ve yönetmeliklerin, gözden geçirilmesi ve düzenli olarak iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu hassasiyetin süreklilik arz etmesi önemlidir.

Türkiye’de Hastane havalandırma sistemlerinin ilk kurulumu ve devreye alma aşamasında verilen TAB hizmetleri ile ilgili yapılmakta olan teknik çalışmalar sürecin yüksek başarıya ulaşması için malesef tek başına yeterli olamamaktadır. Atılan bu önemli adımların yanında ayrıca aynı sektöre hitap eden ilgili tüm tarafların (yatırımcılar, yükleniciler, müşavirlikler, test ve muayene kuruluşları vb.) ölçüm ve belgelendirme yaklaşımını tarafsızlık, bağımsızlık ve gizlilik ilkeleri ışığında benimsemesi TAB tekniğinin yüksek başarı ile uygulanabilmesine olanak sağlayacak, test ve muayene kültürünün gelişmesi için yüksek fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, (Aralık 2012). **Stratejik Plan 2013 - 2017**, <http://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/>, Sayfa 4 – 5, (Erişim 02 Ocak 2017).
- [2] Department of Economic and Social Affairs, **International Standard Industrial Classification of All Economic Activities Revision 4**, United Nations Publications, Series M, No 4, Sayfa 252 – 254, (2008).
- [3] World Health Organization, (Şubat 2014). **Global Health Expenditure Database**, <http://apps.who.int/nha/database>, (Erişim 02 Ocak 2017).
- [4] National Environmental Balancing Bureau (Ocak 2014). **Delivering High Performance Buildings and Systems: Solutions for Sustainable Spaces**, http://www.nebb.org/assets/1/7/NEBB_brochure_07_01_2014.pdf, (Erişim 03 Ocak 2017).
- [5] National Environmental Balancing Bureau, **Procedural Standard for Testing, Adjusting and Balancing of Environmental Systems**, NEBB Publications, 2015 Edition, Sayfa 11 – 12, (2015).
- [6] International Organization for Standardization, **International Standard ISO 2533:1975 Standard Atmosphere**, ISO Publications, (Switzerland, 1975).
- [7] European Committee for Standardization, **European Standard EN 12599:2012 Ventilation for buildings - Test procedures and measurement methods to hand over air conditioning and ventilation systems**, CEN Publications, (Brussels, 2012).
- [8] International Organization for Standardization, **International Standard ISO 3966:2008 Measurement of fluid flow in closed conduits — Velocity area method using Pitot static tubes**, ISO Publications, (Genève, 2008).

EKLER

EK-1 GSYİH % değeri olarak toplumların sağlık harcamaları [3].

No	(Countries) Toplumlar	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	United States of America (ABD)	14	14	13	13	13	13	14	15	16	16	16	16	16	17	18	18	18
2	Tuvalu	5	11	9	8	9	11	9	7	22	17	18	19	17	13	13	14	17
3	Marshall Islands(Marshall)	16	19	20	18	18	22	19	17	16	17	16	17	17	19	19	17	17
4	Sierra Leone	15	15	15	15	16	18	16	16	16	15	16	12	14	14	17	15	16
5	Liberia (Liberya)	:	:	:	6	6	6	6	5	3	9	8	11	10	12	14	13	16
6	Niue	8	9	9	8	8	8	38	11	12	15	13	16	16	16	18	16	15
7	Micronesia (Mikronezya)	9	9	8	7	8	8	8	8	10	10	12	12	12	13	13	14	14
8	Netherlands (Hollanda)	8	8	8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	12	12	12
9	Lesotho (Lesoto)	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	6	7	8	9	10	11	12
10	France (Fransa)	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
11	Moldova	9	10	9	8	6	7	7	8	8	8	9	11	11	11	12	12	11
12	Denmark (Danimarka)	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11
13	Germany (Almanya)	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	10	11	12	12	11
14	Canada (Kanada)	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
15	Switzerland (İsviçre)	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	10	10	10	11	11	11
16	Kiribati	9	9	9	7	9	8	9	9	10	10	10	11	14	13	13	11	11



17 Rwanda (Ruanda)	4	5	5	5	5	4	4	4	6	6	7	10	9	9	10	10	11
18 Austria (Avusturya)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
19 Belgium (Belçika)	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	11	10	11
20 Serbia (Sırbistan)	7	7	7	7	7	7	8	9	9	9	9	9	10	10	11	10	10
21 Portugal (Portekiz)	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	10
22 Bosnia and Herzegovina(Bosna	11	11	8	8	9	7	7	7	8	9	9	9	9	9	10	10	10
23 Costa Rica (Kostarika)	7	7	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	10	10
24 New Zealand (Yeni Zelanda)	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10
25 Cuba (Küba)	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	8	8	10	11	12	10	10
26 Afghanistan (Afganistan)	:	:	:	:	:	:	:	5	7	6	6	6	6	8	8	8	10
27 Italy (İtalya)	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10
28 Spain (İspanya)	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	10	9
29 Uganda	6	5	5	6	7	7	7	8	8	8	9	10	9	9	9	9	9
30 Georgia (Gürcistan)	5	7	8	7	6	7	8	9	8	9	9	8	8	8	9	10	9
31 Ireland (İrlanda)	7	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8	7	8	9	9	9	9
32 Sweden (İsveç)	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	9
33 Montenegro (Karadağ)	7	7	7	7	7	8	8	9	9	9	9	8	8	8	9	9	9
34 United Kingdom (Birleşik	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	10	9
35 Japan (Japonya)	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
36 Norway (Norveç)	9	9	8	9	9	8	9	10	10	10	9	9	9	9	10	9	9
37 Iceland (İzlanda)	8	8	10	9	10	10	10	10	11	10	9	9	9	9	10	9	9
38 Slovenia (Slovenya)	7	8	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8	9	9	9
39 Greece (Yunanistan)	9	9	9	8	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	10	9	9
40 Australia (Avustralya)	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9
41 Palau	13	13	13	11	12	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	10
42 Paraguay	6	6	6	6	7	8	8	7	6	6	6	6	6	6	7	9	9
43 Brazil (Brezilya)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
44 Finland (Finlandiya)	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
45 Malta	6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	8	8	8	8	9
46 Slovakia (Slovakya)	6	6	6	6	6	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
No (Countries) Toplumlar	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
47 South Africa (Güney Afrika)	7	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	8	8	9	9	9
48 Honduras	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9
49 Solomon Islands(Solomon	3	3	3	4	4	5	6	6	6	6	8	7	6	6	8	7	9
50 Malawi	5	5	5	6	7	6	5	5	6	8	8	9	7	8	8	8	9
51 Jordan (Ürdün)	8	9	9	9	9	10	10	10	9	9	9	8	8	9	10	8	8
52 Burundi	6	6	5	6	5	6	7	7	7	10	10	12	10	9	9	9	8
53 Haiti	7	6	6	6	6	6	6	5	5	6	4	6	5	5	6	7	8
54 Nauru	13	12	13	13	14	14	14	16	15	12	13	14	19	17	10	10	8
55 Swaziland (Svaziland)	5	5	5	6	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8
56 Maldives (Maldivler)	6	6	6	6	7	7	5	5	6	6	7	7	6	8	8	6	8
57 Uruguay	16	13	9	10	11	11	11	11	10	9	8	8	8	8	8	8	8
58 Togo	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	6	6	6	7	7	8
59 Panama	8	7	7	7	7	8	8	8	8	8	7	7	7	7	8	9	8
60 Croatia (Hrvatistan)	7	7	6	7	7	8	7	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8
61 Hungary (Macaristan)	7	7	7	7	7	7	7	8	9	8	8	8	8	7	8	8	8
62 Israel (İsrail)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
63 Sao Tome and Principe	7	7	8	7	8	8	10	10	11	11	10	8	8	7	8	8	8
64 Luxembourg (Lüksemburg)	6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8
65 Congo (Kongo)	4	3	4	5	4	5	4	4	5	5	5	6	6	7	9	7	8
66 Djibouti (Cibuti)	4	4	5	5	6	6	5	5	6	6	7	7	8	7	8	8	8



67 Barbados	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	7	8	
68 Bahamas (Bahamalar)	7	7	6	6	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	
69 Nicaragua (Nikaruga)	6	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	8	8	
70 Saint Lucia	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8	
71 Argentina (Arjantin)	8	8	8	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	8	
72 Sudan	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	6	7	7	8	
73 Tanzania (Tanzanya)	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	7	6	5	6	7	
74 Chile (Şili)	6	7	7	7	8	8	8	7	7	7	7	6	7	7	8	7	
75 Cyprus (Güney Kıbrıs Rum)	5	5	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	7	7	7	
76 Czech Republic (Çek)	7	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	7	
77 Bulgaria (Bulgaristan)	5	5	5	5	6	6	7	8	8	7	7	7	7	7	7	8	
78 Ukraine (Ukrayna)	7	6	6	7	6	6	6	6	7	7	6	6	6	7	8	7	
79 Korea (Kore)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	
80 Andorra	8	7	7	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
81 San Marino	10	10	9	9	9	10	9	9	7	8	7	7	7	7	7	7	
82 Samoa	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	
83 Viet Nam	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	6	7	7	7	7	
84 Mali	5	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6	
85 Côte d'Ivoire (Fildişi Sahilleri)	5	6	6	7	6	5	4	3	4	4	4	5	6	6	6	7	
86 El Salvador	6	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	7	7	
87 Mozambique (Mozambik)	5	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	6	5	6	7	
88 Poland (Polonya)	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	
89 Guatemala	4	4	4	4	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	
90 Turkey (Türkiye)	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	
91 Ecuador (Ekvador)	3	4	4	4	4	4	4	5	7	7	6	6	7	6	7	7	
92 Lithuania (Litvanya)	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	7	
93 Lebanon (Lübnan)	11	11	11	11	10	10	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	
94 Macedonia (Makedonya)	9	9	9	10	9	9	9	9	9	9	8	8	7	7	7	7	
95 Burkina Faso	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	8	9	7	7	
96 Kyrgyzstan (Kırgızistan)	7	6	6	7	6	5	5	5	5	6	6	7	7	6	7	6	
№ (Countries) Toplumlar	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
97 Grenada	7	7	7	7	8	7	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	
98 Albania (Arnavutluk)	3	4	5	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	
99 Namibia (Namibya)	6	7	7	7	7	6	6	6	7	6	7	7	7	7	7	6	
100 Guinea-Bissau (Gine Bissau)	6	7	7	7	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	7	6	
101 Guinea (Gine)	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	
102 Latvia (Letonya)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	7	6	
103 Mexico (Meksika)	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
104 Tunisia (Tunus)	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	
105 Russia (Rusya)	5	6	7	7	6	5	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	
106 Morocco (Fas)	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	
107 Colombia (Kolombiya)	7	8	9	9	9	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	
108 Antigua and Barbuda	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	6	
109 Estonia (Estonya)	6	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	7	6	
110 Iran (Islamic Republic of)	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	6	
111 Senegal	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	5	6	6	6	6	6	
112 Zambia (Zambiya)	6	6	6	7	6	6	6	7	7	7	7	6	6	7	6	6	
113 Mauritius	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	
114 Guyana	5	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	4	4	7	6	6	
115 Romania (Romanya)	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	
116 Dominica (Dominika)	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	



117 Tadjikistan (Tacikistan)	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6
118 Belize	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	6	6	6
119 Cambodia (Kamboçya)	6	9	8	7	6	6	6	6	7	7	7	6	4	5	6	6	6
120 Trinidad and Tobago	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	5	5	4	6	6	6
121 Botswana	4	4	4	4	4	5	5	6	6	8	7	7	8	5	6	6	6
122 Yemen	4	5	5	5	5	4	5	5	6	5	5	5	5	5	6	6	5
123 Nepal	5	5	5	7	6	5	5	6	5	6	6	6	5	6	5	5	5
124 Uzbekistan (Özbekistan)	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5	6	6	5
125 Mauritania (Moritanya)	5	4	4	5	6	6	5	6	5	6	5	3	4	4	5	6	5
126 Dominic (Dominik)	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
127 Belarus	7	6	7	6	6	6	7	6	7	7	7	6	6	6	6	6	5
128 Nigeria (Nijerya)	5	5	5	6	5	5	5	4	7	7	7	6	7	6	7	5	5
129 Niger (Nijer)	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	6	6	5	5	5	5	5
130 Suriname (Surinam)	5	7	8	9	7	9	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5
131 Comoros (Komorlar)	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5
132 Iraq (Irak)	:	2	2	2	2	3	3	1	4	6	5	3	3	3	5	5	5
133 Azerbaijan (Azerbaycan)	6	6	5	5	5	5	4	4	7	8	8	6	5	4	6	5	5
134 Cameroon (Kamerun)	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
135 Jamaica (Jamaika)	4	5	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
136 China (Çin)	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
137 Mongolia (Moğolistan)	3	4	4	4	4	5	5	5	7	6	5	5	5	6	6	6	5
138 Venezuela	4	3	4	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5
139 Tonga	4	4	4	5	5	5	6	5	5	5	6	6	7	6	5	5	5
140 Ghana (Gana)	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	7	5	6	6	5	5	5
141 Bolivia (Bolivya)	4	5	4	5	6	6	6	7	6	5	6	5	5	5	6	5	5
142 Saint Vincent and the	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
143 Gambia (Gambiya)	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
144 Timor-Leste (Doğu Timor)	:	:	:	:	:	8	10	10	10	11	10	12	10	9	7	6	5
145 Egypt (Mısır)	4	4	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
146 Cabo Verde (Yeşil Burun	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
№ (Countries) Toplumlar	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
147 Peru	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	6	5	5	5
148 Ethiopia (Etiyopya)	3	3	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5
149 Benin	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5
150 Singapore (Singapur)	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4
151 Papua New Guinea (Papua	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
152 Kenya	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4
153 Libya	3	3	3	4	4	4	5	5	4	3	2	2	2	2	3	3	4
154 Cook Islands (Cook Adaları)	5	5	4	4	4	3	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
155 Armenia (Ermenistan)	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5	4	4	4	5	4	4
156 Monaco (Monako)	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
157 Vanuatu	3	2	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	5	5	5	4
158 Saint Kitts and Nevis	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
159 Philippines (Filipinler)	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
160 Madagascar (Madagaskar)	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
161 Thailand (Tayland)	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
162 Equatorial Guinea(Ekvator	6	5	4	5	2	2	2	4	2	2	2	2	2	3	5	4	4
163 Algeria (Cezayir)	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	5	4	4
164 Kazakhstan (Kazakistan)	5	4	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
165 Central Africa (Orta Afrika)	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
166 India (Hindistan)	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4

167 Malaysia (Malezya)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4
168 Chad (Çad)	6	5	6	5	6	6	6	8	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4
169 Fiji	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
170 Syria (Suriye)	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	4	3	4	4
171 Bangladesh (Bangladeş)	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
172 Bahrain (Bahreyn)	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
173 Saudi Arabia (Suudi Arabistan)	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
174 Bhutan	4	6	7	7	7	7	6	8	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4
175 Seychelles (Seyşeller)	5	5	6	5	5	5	5	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	4
176 Angola	5	4	5	5	6	3	5	4	4	4	4	4	3	4	6	3	3	3
177 Sri Lanka	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
178 United Arab Emirates (B. Arap)	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	4	4	3	3
179 Gabon	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
180 Lao (Laos)	4	5	6	6	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3
181 Indonesia (Endonezya)	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
182 Kuwait (Kuveyt)	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	2	2	2	2	4	3	3	3
183 Eritrea (Eritre)	5	4	4	4	5	5	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3
184 Pakistan	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
185 Congo (Kongo)	3	3	3	4	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2
186 Brunei Darussalam	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2
187 Turkmenistan (Türkmenistan)	3	3	5	5	4	4	4	3	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2
188 Oman (Umman)	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2
189 Qatar (Katar)	4	4	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	2	2	3	2	2	2
190 Myanmar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
191 South Sudan (Güney Sudan)	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	2	2	2	2	2
192 Somalia (Somali)	3	3	3	3	3	2	2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
193 Zimbabwe (Zimbabve)	<	<	<	<	<	<	1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

EK-2 TAB ölçümlerinde hız hesabı için Bernoulli denklemi

[Adım 1] Bernoulli Denklemi

$$\frac{dP \left[\frac{N}{m^2} \right]}{\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]} + \frac{1}{2} d(V^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times dz[m] = c \quad (EK2.1)$$

[Adım 2] Kararlı rejimde Bernoulli Denklemi

$$\int \frac{dP \left[\frac{N}{m^2} \right]}{\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]} + \frac{1}{2} (V^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times z[m] = c \quad (EK2.2)$$

[Adım 3] Kararlı rejimde ve sıkıştırılamaz akış için Bernoulli Denklemi

$$\frac{P \left[\frac{N}{m^2} \right]}{\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]} + \frac{1}{2} (V^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times z[m] = c \quad (EK2.3)$$

[Adım 4] Toplam Enerji Eşitliği (Akım çizgisi boyunca toplam enerji sabit kalır.)

$$\frac{P_1 \left[\frac{N}{m^2} \right]}{\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]} + \frac{1}{2} (V_1^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times z_1[m] = \frac{P_2 \left[\frac{N}{m^2} \right]}{\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]} + \frac{1}{2} (V_2^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times z_2[m] \quad (EK2.4)$$



[Adım 5] Enerji eşitliği denklemi ρ [kg/m^3] ile çarpılır ve basınç eşitliği denkleminde dönüştürülür. (Basınç dengesini açıkça okumak için)

$$P \left[\frac{N}{m^2} \right] + \rho \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times \frac{1}{2} (V^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + \rho \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times g \left[\frac{m}{s^2} \right] \times z [m] = c \quad (\text{EK2.5})$$

[Adım 6] Bölüm 3.1.1’de yapılan tanımlara uygun biçime dönüştürülür.

$$P_{\text{Statik}} \left[\frac{N}{m^2} \right] + P_{\text{Dinamik}} \left[\frac{N}{m^2} \right] + P_{\text{Hidrostatik}} \left[\frac{N}{m^2} \right] = P_{\text{Toplam}} \left[\frac{N}{m^2} \right] \quad (\text{EK2.6})$$

[Adım 7] Bölüm 3.1.1’de belirtildiği gibi hava tarafı TAB ölçümlerinde akışkanın yoğunluğu, yüksekliği ve yerçekimine bağlı olarak oluşturduğu aerostatik basıncı ihmal edildiği için statik basınç ile dinamik basıncın toplamına toplam basınç denir.

$$P_{\text{Toplam}} \left[\frac{N}{m^2} \right] = P_{\text{Statik}} \left[\frac{N}{m^2} \right] + P_{\text{Dinamik}} \left[\frac{N}{m^2} \right] \quad (\text{EK2.7})$$

[Adım 8] Hava kanalı içerisinde belirli bir nokta için akış hızı, pitot tüpü ile statik basınç ve toplam basınç ölçülerek hesaplanabilir.

$$P_{\text{Toplam}} \left[\frac{N}{m^2} \right] = P \left[\frac{N}{m^2} \right] + \rho \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times \frac{1}{2} (V^2) \left[\frac{m^2}{s^2} \right] \quad (\text{EK2.8})$$

[Adım 9] Hava kanalı içerisinde belirli bir nokta için akış hız değişkeni çekilerek statik basınç, toplam basınç ve havanın yoğunluğuna bağlı eşitlik elde edilir.

$$V_{\text{Hava}} \left[\frac{m}{s} \right] = \sqrt{\frac{2 \times (P_{\text{Toplam}} \left[\frac{N}{m^2} \right] - P_{\text{Statik}} \left[\frac{N}{m^2} \right])}{\rho_{\text{Hava}} \left[\frac{kg}{m^3} \right]}} \quad (\text{EK2.9})$$

Not: Ölçüm yapılan havanın yoğunluğu ρ [kg/m^3] havanın mutlak basıncına ve mutlak sıcaklığına göre değişiklik gösterecektir. Havanın yoğunluk hesabı EK-3 ‘de açıklanmıştır.

EK-3 TAB ölçümlerinde yoğunluk hesabı için İdeal Gaz yasası

[Adım 1] İdeal gaz yasası

$$P \left[\frac{kN}{m^2} \right] \times V [m^3] = N [kmol] \times R_u \left[\frac{kJ}{kmol \times ^\circ K} \right] \times T [^\circ K] \quad (\text{EK3.1})$$

[Adım 2] Akışkanın mol sayısı $N [kmol]$ akışkanın ağırlığı ile molekül ağırlığı oranı $\frac{m [kg]}{M \left[\frac{kg}{kmol} \right]}$ olarak yazılır.

$$P \left[\frac{kN}{m^2} \right] \times V [m^3] = \frac{m [kg]}{M \left[\frac{kg}{kmol} \right]} \times R_u \left[\frac{kJ}{kmol \times ^\circ K} \right] \times T [^\circ K] \quad (\text{EK3.2})$$

[Adım 3] Akışkanın kütlesi $m [kg]$ eşitliğin sol tarafına atılır ve eşitliğin sol tarafında akışkanın hacminin akışkanın ağırlığına oranı $\frac{V [m^3]}{m [kg]}$ elde edilir.

$$P \left[\frac{kN}{m^2} \right] \times \frac{V [m^3]}{m [kg]} = \frac{R_u \left[\frac{kJ}{kmol \times ^\circ K} \right]}{M \left[\frac{kg}{kmol} \right]} \times T [^\circ K] \quad (\text{EK3.3})$$

[Adım 4] Akışkanın hacminin akışkanın ağırlığına oranı $\frac{V [m^3]}{m [kg]}$ akışkanın özgül hacmi $v \left[\frac{m^3}{kg} \right]$ olarak, evrensel gaz sabitinin akışkanın molekül ağırlığına oranı $\frac{R_u \left[\frac{kJ}{kmol \times ^\circ K} \right]}{M \left[\frac{kg}{kmol} \right]}$ ise akışkanın özgül gaz sabiti $R \left[\frac{kJ}{kg \times ^\circ K} \right]$ olarak yazılır.



$$P \left[\frac{kN}{m^2} \right] \times v \left[\frac{m^3}{kg} \right] = R \left[\frac{kJ}{kg \times ^\circ K} \right] \times T [^\circ K] \quad (EK3.4)$$

[Adım 5] Akışkanın özgül hacmi $v \left[\frac{m^3}{kg} \right]$ akışkanın yoğunluğunu $\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ ifade edecek şekilde yazılır.

$$\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right] = \frac{P \left[\frac{kN}{m^2} \right]}{R \left[\frac{kJ}{kg \times ^\circ K} \right] \times T [^\circ K]} \quad (EK3.5)$$

[Adım 6] Hava tarafı TAB ölçümlerinde akışkanımızın hava olduğu göz önünde bulundurduğunda üzerinde ölçüm yapılan havanın yoğunluğu hesaplamak için havanın ölçülen mutlak basıncına, ölçülen mutlak sıcaklığına ve bilinen özgül gaz sabitine bağlı eşitlik elde edilir.

$$\rho_{Hava} \left[\frac{kg}{m^3} \right] = \frac{P_{Hava} \left[\frac{kN}{m^2} \right]}{R_{Hava} \left[\frac{kJ}{kg \times ^\circ K} \right] \times T_{Hava} [^\circ K]}$$

SİMGELER DİZİNİ

g	Yerçekimi ivmesi
m	Akışkan kütlesi
M	Akışkan molekül ağırlığı
P	Akışkan basıncı
$P_{Dinamik}$	Dinamik basınç
$P_{Hidrostatik}$	Hidrostatik basınç
P_{Hava}	Hava basıncı
P_{Statik}	Statik basınç
P_{Toplam}	Toplam basınç
R_{Hava}	Hava özgül gaz sabiti
R_u	Evrensel gaz sabiti
T	Akışkan mutlak sıcaklığı
T_{Hava}	Hava mutlak sıcaklığı
ρ	Akışkan yoğunluğu
ρ_{Hava}	Hava yoğunluğu
v	Akışkan özgül hacmi
V	Akışkan hızı
V_{Hava}	Hava hızı
z	Akışkan yüksekliği

KISALTMALAR

ACG	AABC Commissioning Group (AABC Doğrulama Grubu)
BSI	The British Standards Institution (Britanya Standartlar Enstitüsü)
CEN	European Committee for Standardization (Avrupa Standartlar Kurulu)
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HEPA	High-Efficiency Particulate Air (Yüksek Verimle Süzülmüş Hava)
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme)
ICB	International Certification Board (Uluslararası Belgelendirme Kurulu)
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (Tüm İktisadi Etkinliklerin Uluslararası Ölçünde Sanayi Sınıflaması)
ISKAV	Isıtma Soğutma Klima Araştırma ve Eğitim Vakfı
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
NEBB	National Environmental Balancing Bureau (Çevresel Dengeleme Ulusal Bürosu)



TAB	Testing Adjusting and Balancing (Test Ayar ve Dengeleme)
URS	User Requirement Specifications (Kullanıcı Gereksinimlerinin Özellikleri)
VAV	Variable Air Volume (Değişken Hava Debisi)
WHO	World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Pitot Tüpü ile ölçümler.
Şekil 1.2	TAB ölçümlerinde kullanılan hava akış sistemi tanımları.

ÇİZGELER DİZİNİ

Tablo 1.1	Stratejik Plan 2013 – 2017 hedeflerin bir kısmı ve maliyetleri [1].
Tablo 1.2	Hava tarafı TAB hizmetleri için önerilen ölçüm aletleri [5].

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Kemal BABACAN

Edirne, Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü mezunudur. Ege Nisan Temiz Oda Hijyenik Havalandırma Sistemleri Test ve Doğrulama Hizmetleri Ltd. Sti.'nde Temizoda sistemleri ve teknolojileri, HVAC sistemleri ve teknolojileri, HVAC test ve muayene teknikleri konuları üzerine mühendislik çalışmalarını sürdürmektedir.