



**bu bir MMO
yayıdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Havalandırma İklimlendirme Tesislerinde Test ve Dengeleme

MUSTAFA ÖZKAYALAR

MNG TESİSAT A.Ş.

HAVALANDIRMA İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE TEST VE DENGEME

Mustafa ÖZKAYALAR

KONU'NUN ÖNEMİ VE ÖZETİ

Ülkemizde son dönemlerde hızla artmakta olan yüksek teknolojik bina inşaatlarında havalandırma ve iklimlendirme tesisleri uygulamaları da oldukça yaygınlaşmıştır. Çağın gereği olan konfor ve hijyenin sağlanmasının amaçlandığı söz konusu tesisatlarda test ve özellikle dengeleme işlemleri , her türlü konfor ve işletme giderleri yönünden önemlidir.

Ancak , ülkemizde gerekli ve yeterli şartname ve standartların tamamlanmamış olması hemen tüm tesislerde yapımçı ve kontrol mühendislerimizi tartışmalarda karşı karşıya getirmekte ve bu tartışmalar çoğunlukla çözümsüz kalmaktadır.

Bu bildiriye , bahis konusu test ve dengeleme işlemleri ele alınmış ve belli örneklemler ile gerekli şartnamelerin hazırlanmasında çalışacak meslektaşlarımıza ışık tutmak amacı ile ele alınmıştır . Bildiriye tüm sistemler tanımlanmış ve daha önceki kongrede Sayın Akdeniz HİÇSÖNMEZ ve Sayın Selçuk BAYER tarafından ele alınmış olan soğutma suyu devreleri ve otomatik kontrol sistemleri haricindeki hava sistemleri ve ses düzeyleri incelenmiştir.

GİRİŞ VE SİSTEM TANIMLARI :

Havalandırma , iklimlendirme tesislerinde burada ele alacağımız Test ve Dengeleme konularının detaylarına girmeden önce sistem tanımlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

1- SİSTEMLER :

Hava Sistemleri :

- + Sabit debi, (Constant volume)
- + Değişken debi (Variable volume)
- + Çift kanal (Dual duct)
- + Endüksiyon (Induction)

Su Sistemleri :

- + Soğutma suyu (Chilled water)
- + Isıtma suyu (Heating water)
- + Kondenser soğutma suyu (Condenser water)

Otomatik kontrol Sistemleri :

- + Pnömatik kontrollörler
- + Elektrikli kontrollörler
- + DDC - (Direct Digital Control)

Ses düzeyleri ve titreşimler :

- + Çevre ses düzeyi
- + Mahal ses düzeyi

- + Difüzör ses düzeyi
- + Ekipman ses düzeyi
- + Titreşimler,

Görüldüğü üzere, biribirinden türemiş oldukça, sistem ve bunlara bağlı (ki burada verilmedi) ekipmanlar, bir Havalandırma - (iklimlendirme) sistemini oluşturur. Her sistem veya bölümün tasarımı, imalatı ve yüklenimi uzman kadroları gerektirdiği gibi, bunların test'leri de uzman kadroları gerektirir.

Bu bildiriye, yukarıda tanıtladığım gibi, Ülkemizde en yaygın kullanılan " SABİT DEBİ " sistemi irdelenmiştir.

SİSTEM TANIMLARI :

Sistem Test Ayar ve Dengelemeleri bina konfor sistemlerinin tasarım parametrelerine uygunluğunun kontrol prosedürleridir. Söz konusu prosedürler ;

1. Hava dengelemesi,
2. Tüm sistemin tasarım değerlerine göre ayarlanması,
3. Elektriksel ölçümler,
4. Ekipmanın kapasite ayarları,
5. Otomatik kontrol parametrelerinin değerlendirilmesi,
6. Ses düzeyi ve titreşim ölçümleridir.

GENEL KRİTERLER :

Etkin ve verimli Test, Ayar ve Dengelemeler, sistemli ve iyi planlanmış prosedürlerin, yeterli deneyime sahip, bağımsız profesyonel ekipler tarafından uygulanması ile gerçekleştirilebilir.

Test organizasyonu, kalibre edilmiş enstrümanlar listesi, işlemlerin yürütülmesi iyice planlanmalıdır. Çünkü ; pek çok sistemin işlevleri, sıcaklık performansları sezon'a bağlıdır. Bu nedenle, Hava ve Su sistemleri işlemleri eşgüdümle yürütülmelidir.

Program hazırlıkları :

Sistem'in tüm verileri (yapım çizimleri dahil)'nin toplanması, sistem'in incelenip öğrenilmesi, formların hazırlanması, ve saha inceleme, kontrollerinin yapılmasını gerektirir.

Hava sistem kanalları, enaz hava kaçacağını sağlayacak şekilde tasarlanmalı, imal ve monte edilmelidir. Tüm kanallar bu nedenle mastik v.b. maddelerle yalıtıldıktan sonra hava kaçak testlerinin yapılmış olması ve raporlarının Test-Dengeleme ekibine teslim edilmesi gereklidir. Çünkü ; Detayı ve oranı bilinmeyen hava kaçakları, sistem ayar ve dengelerinin uzun süreler aksamasına neden olur.

Ayrıca, tüm boru sistemlerinde kaçak testlerinin bitirilmiş ve kanıtlanmış olması gerekir.

Tasarım gerekleri :

Aslında Test, Ayar ve Dengeler tasarım fonksiyonları ile başlar. Ayar için gerekli tüm elemanlar (test) tasarım ve uygulama ile bütünlük içinde birbirilerinin tamamlayıcılarıdır.

Gerekli yeterli dengelemenin yapılabilmesi için Tasarımcı çizimlerinde ;

- + Yeterli sayıda damperi,
- + Debi ölçüm noktalarını,
- + Debi ayar cihazlarını,

kanallarda gerektiği şekilde göstermelidir. Takdir ederseniz ki, test prosedürleri, sistem özellikleri ve yerleşime bağlıdır.

HAVA DEBİSİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ :

Genel ve kabullenilmiş en yaygın ölçüm yöntemi **PİTOT TÜPÜ - TRAVERS** yöntemidir.

Tekrarlanabilir " Travers " ölçüm prosedürleri kurulması, başarılı test-dengelemenin birincil kuralı olmalıdır.

Hava terminallerinde ölçümler, her imalatçının bültenlerinde belirttikleri yöntemlere uygun olarak yapılmalıdır.

Hava terminali gibi cihazların fabrika test raporları, teknik verileri, hassas ve gerçekçi bir sonuç için öncelikle incelenmelidir.

Saha verilerini etkileyebilecek " Düzeltme katsayıları" Laboratuvar (Fabrika) test raporları ile birlikte değerlendirilerek ekipmanların saha verilerini nasıl etkilediği öngörülmeli ve test prosedüründe belirtilmelidir.

Difüzörler - Menfezler :

Genellikle, Menfez imalatçıları, ürettikleri tüm serilerin " K faktör" lerini kataloglarında belirtirler. Bu nedenle, hassas sonuçlara ulaşılması için hangi imalatçının menfezi veya terminallerinin kullandığı öğrenilmeli ve saha ölçümlerine göre hassasiyetleri karşılaştırılmalıdır.

Difüzör imalatçıları genellikle hacimsel test ölçümlerini "DEFLECTING VANE ANEMOMETER" de belirler. Difüzör, "Hava çıkış hızı" "Anpirik Difüzör Efektif Alanı" (Net hava çıkış kesiti) ile çarpılarak difüzörün debisini saptarlar. Hassas sonuçlar Anemometrenin Prob'unun menfeze temas noktasında elde edilebilir.

Troffer tip difüzör debi ölçümlerinde de aynı hesap yöntemi kullanılır. "HOOD" (Yakalama davlumbaz diye tanımlayabiliriz) kullanılarak yapılabilir. "HOOD" ile yapılan ölçümlerde de yine "K" faktörlerinin saptanması ve hassasiyet kontrollerinin yapılması gerekir.

Duvar menfezleri ölçümlerinde de genellikle " ROTATING VANE ANEMOMETER" (Pervaneli Anemometre) kullanılır. Açık kanal ve davlumbaz ölçümlerinde de menfezlerde olduğu gibi düzeltme faktörlerinin bilinmesi gerekir.

Kanal Debileri Ölçümleri :

Test, Ayar ve Dengeleme için en gerekli ve kullanılan sistemlerdir. Hava terminalleri ve menfezleri imalatçı verilerine bağlı olduğundan, klima havalandırma santralının ve kanal sisteminin performansının ortaya serilmesi daha önemlidir. Test Dengeleme prosedürlerinde menfez ölçümlerinin ait oldukları zon veya alan'ın oransal hava ayarları için kullanılmalıdır.

Başlangıçta bahsedildiği gibi hava debi ölçümleri "PİTOT TÜPÜ - TRAVERS" yöntemi ile belirli kanal kesitindeki ortalama hava hızı ölçümü dolayısı ile hava debisi saptanmasıdır.

EK- te Pitot tüpü ile ölçüm yapılacak " Test nokta"ları, "Travers nokta" ları örnekleme ve kanal ebatlarına göre nokta " Test deliği" ve yeleri ile ilgili tablo verilmiştir.

Fan motor güçleri bir debi ölçüm kriteri olarak kullanılmamalıdır. Fan debi ölçümleri yina ana kanalda Travers ile yapılarak belirlenmelidir. Çünkü ; bazı Fan'ların hava debileri güçleri ile oransal olarak değişmez. Bazı durumlarda " FORWARD CURVED" (öne eğik kanatlı) tip fanlarda 2 veya daha fazla misli debilerde de aynı motor gücü kullanılabilir. " BACKWARD CURVED" (Geri'ye eğik kanatlı) Fan'larda hava debileri direkt orantılıdır. Bu nedenle bu fan'lar karekteristiklere en uygun olanıdır.

Her hangi bir Fan çıkış kanalı, ölçüm için istenen uzunluğa uygun değilse, hız ölçümleri soğutma serpantini yüzeyinden (bir çok noktadan) pervaneli anemometre ile yapılmalıdır.

Karışım Hücreleri :

Genellikle karışım hücrelerindeki karışım oranları, cihaz giriş ölçümlenmeleri ile hassas olarak saptanamayabilir. Böyle durumlarda, dış ve iç hava sıcaklıkları ile karışım hava sıcaklığı ve dolayısıyla karışım hava debisinin belirlenmesinde yardımcı olur. Karışım sıcaklığı aşağıdaki formülle bulunabilir. ;

$$Q_t \cdot t_m = Q_0 \times t_0 + Q_r \times t_r$$

Bu formülde ;

- Q_t : Toplam hava debisi yüzdesi,
- Q₀ : Harici hava debisi yüzdesi,
- Q_r : Dönüş hava debisi yüzdesi,
- t_m : Karışım havası sıcaklığı , °C
- t₀ : Harici hava sıcaklığı , °C
- t_r : Dönüş havası sıcaklığı , °C

HAVA DAĞITIM SİSTEMLERİ Dengeleme Prosedürleri :

Burada tanımlanan ve küçük bir örneği verilen genel dengeleme sistemleri, tüm sistemlere uygulanamayabilir, çünkü hiçbir kişi veya kuruluş tarafından tüm sistemleri içeren bir prosedür geliştirilmemiştir. Bu nedenle ve burada özellikle bahsedilmeyen (V.A.V. , DUAL DUCT gibi) sistemler için ekte verilmiş olan kaynaklara başvurulmalıdır.

Hava Dengelemesi İçin Ön Prosedürler :

Sistemin devreye alınmasından önce aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmelidir:

1. Tıpkı yapım (As built) çizimleri ve şartnameler tasarıma göre kontrol edilmeli ve sisteme adapte olunmalıdır.
2. Tüm uygulama (Shop drawings) çizimleri, tüm ekipmanların, difüzörlerin katalogları ve listeleriyle tüm otomatik kontrol şemaları ve performans eğrileri elde edilmelidir.
3. Tüm ekipmanların, tasarım ve uygulama değerleri karşılaştırılmalıdır. Bu amaç için tasarımda verilmiş ekipman listeleri ile gerçek cihaz etiket değerleri kullanılmalıdır.
4. Cihazdan, terminallere ve difüzörlere kadar olan tüm sistem herhangi bir değişikliğe karşın kontrol edilmelidir.
5. Tüm filtreler, damperler (hatta yangın) in yerleri ve kapalı/normal durumları kontrol edilmelidir. Aynı zamanda kontrol komponentleri ve çalışmaları kontrol edilmeli, Fanlar bilahare çalıştırılmalıdır.
6. Fan ve Difüzörlerin test raporları, listeleri hazırlanmalıdır. Difüzör debileri ekte verilen listedeki şekilde sıralanı ve debi toplamları alınırsa fan debisinin Kros Kontrolü sağlanabilir.
7. Ana ve branşman kanallarındaki test noktaları ve yerleri düzgün bir şekilde saptanmalıdır.
8. Tüm çıkış damperleri açık duruma getirmelidir.
9. Tıpkı yapım kanallarının şemaları (tasarımla verilmemişse) hazırlanmalı ve rapor föylerine işlenmelidir.

Ekipman ve Sistem Kontrolleri :

1. Tüm fanlar çalıştırıldıktan sonra aşağıdaki ölçüm/kontroller yapılır:
 - a) Motor amperi ve termik korumaları,
 - b) Fan dönüş yönü,
 - c) Otomatik damperlerin pozisyonu,
 - d) Hava ve su set değerleri,
 - e) Hücre hava kaçakları varsa, nedeni olan açıklıklar hücre içine yerleştirilen bir seyyar lamba ile mekanik oda karartılarak yapılır. Bu durumda herhangi bir kaçak noktası mastiklenmelidir.

2. Olası ve öngörülen tüm ana ve branşman kanallarında pitot tüpü ile ölçümler yapılır. Travers noktaları aşağıdaki gibi seçilmelidir:

- a) Tüm travers yerleri, branşman ayrımlarından, düz geçiş kanallarında en uzak yerlerde seçilmelidir.
- b) Test delikleri yerleşimleri için ekteki tablo kullanılmalıdır. (Bu konuda daha fazla bilgi için 1989 ASHRAE FUNDAMENTALS HANDBOOK; CHAPTER 13'e başvurulmalıdır.)
- c) Kanal hızının 3 m/sn ve üzerindeki kanallarda pitot tüpü ve manometre ile ölçüm yapılır, ancak 3 m/sn altındaki hızlar için "mikro manometre" ve pitot tüpü kullanılmalıdır. Doğal olarak son zamanlarda tamamen dijital olan ve her hız seviyesini ölçebilen kombine cihazlar kullanılmaktadır. Ancak bunlar pahalı olduklarından çok yaygın kullanımları yoktur.
- d) Gereken hallerde dış sıcaklık ve barometrik basınç kaydedilerek standart hava debisi saptanmalıdır.
- e) Toplam hava miktarı sağlandıktan sonra fan devri ayarlanarak tasarım debisi sağlanıp kaydedilir. Aynı zamanda motor amperajı, devri ve kritik fan hızının aşılmış aşılımadığı kontrol edilir.
- f) Branşman - damper veya klapeleri ayarlanır.
- g) Tüm fanlar çalışırken ve tüm difüzörler/damperler normal pozisyonlarında iken dış hava/iç hava/ karışım damperleri minimum dış havaya göre ayarlanır.

3. Hava difüzörlerinin her zonda dengelenmesi aşağıdaki kriterlere göre yapılır:

- a) Öncül fan hava debisi sağlandıktan sonra , difüzör dengeleri zon toplamına göre ve birbirlerine oransal olarak set edilir. Oransal set üzerinde hassasiyetle durulmalıdır, çünkü böyle bir set, hava debisi değişimlerinde ve gerçek zon debilerine ulaşıldığında difüzörlerde tasarım debileri kolaylıkla sağlanabilir. Bu yöntem deneme - yanılma metodu ile ortaya çıkabilecek zaman ve iş gücü kayıplarını önler.

Tabii ki , branşman damperleri , ana setler için en önemli unsurlardır. Terminal damperleri **son ayarlama** için kullanılmalıdır. Bazı durumlarda gürültüyü önlemek için ara klapeler/damperler gerekebilir, ve bunlar yerleştirilmelidir.

- b) Normal olarak yukarıdaki işlemler birçok kez deneme/uygulamaları gerektirebilir.
- c) Difüzör test sonuçları toplamı, kanal debileri ile karşılaştırıldığında kaçak hava miktarları saptanır.
- d) Tüm tasarım değerlerine erişildikten sonra, son kez **aşağıdaki işlemler yapılmalı ve kaydedilmelidir;**

- 1- Fan motor amperajı,
- 2- Fan statik basıncı,
- 3- Filtre, serpantin, karışım damperi gibi elemanlardaki statik basınç değerleri ölçülmeli ve kaydedilmelidir.

KAYNAKLAR

1. MNG TESİSAT A.Ş. Dökümantasyonu
2. Managing The Organization Hand Book. (Reprinted from HYDROCARBON PROCESSING)
3. CONSTRUCTION OFFICE ADMINISTRATION George E. DEATHERAGE, P.E.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa ÖZKAYALAR, 1973 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesinden Makina Mühendisi olarak mezun oldu. 1976 yılına kadar EKE Koll, ŞTİ.'nde tasarım ve uygulama mühendisi olarak çalıştı. 1976' da MATE Mühendislik Kool. ŞTİ' ni kurdu. 1980' den sonra 5 yıl süre ile Suudi Arabistan' da BİMHOL ve YÜTAŞ Şirketlerinde mekanik saha mühendisi olarak çalıştı. 1986 senesinden bu yana kurucu ortağı olduğu MNG TESİSAT A.Ş' nin Genel Müdürüdür. ASHRAE üyesi ve TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ kurucu üyesidir.

**HILTON INTERNATIONAL / IZMIR
TESTING & COMMISSIONING OF MECHANICAL WORKS**

DUCTWORK

OUTLET TEST REPORT

PLANT : AHU - 26 FAME CITY

FLOOR : 2

RETURN

| No | SIZE | | K-fac. | DESIGN | | TEST 1 | | TEST 2 | | TEST 3 | | Remarks |
|----|------|------|--------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | cm | x cm | | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | |
| 1 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 609 | 2.90 | 609 | 2.90 | 0 | | |
| 2 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 567 | 2.70 | 672 | 3.20 | 0 | | |
| 3 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 651 | 3.10 | 630 | 3.00 | 0 | | |
| 4 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 630 | 3.00 | 630 | 3.00 | 0 | | |
| 5 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 672 | 3.20 | 735 | 3.50 | 0 | | |
| 6 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 685 | 3.26 | 798 | 3.80 | 0 | | |
| 7 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 693 | 3.30 | 714 | 3.40 | 0 | | |
| 8 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 630 | 3.00 | 630 | 3.00 | 0 | | |
| 9 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 630 | 3.00 | 525 | 2.50 | 0 | | |
| 10 | 20 | 35 | 1.20 | 700 | 3.33 | 714 | 3.40 | 735 | 3.50 | 0 | | |
| | | | | 7000 | | 6481 | | 6678 | | 0 | | |

**HILTON INTERNATIONAL / IZMIR
TESTING & COMMISSIONING OF MECHANICAL WORKS**

DUCTWORK

OUTLET TEST REPORT

PLANT : AHU - 26 FAME CITY

FLOOR : 2

SUPPLY

| No | SIZE | | K-fac. | DESIGN | | TEST 1 | | TEST 2 | | TEST 3 | | Remarks |
|----|------|------|--------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | cm | x cm | | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | |
| 1 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 788 | 3.00 | 919 | 3.50 | 0 | | |
| 2 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 814 | 3.10 | 866 | 3.30 | 0 | | |
| 3 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 814 | 3.10 | 840 | 3.20 | 0 | | |
| 4 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 840 | 3.20 | 1050 | 4.00 | 0 | | |
| 5 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 827 | 3.15 | 919 | 3.50 | 0 | | |
| 6 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 840 | 3.20 | 735 | 2.80 | 0 | | |
| 7 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 788 | 3.00 | 788 | 3.00 | 0 | | |
| 8 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 709 | 2.70 | 840 | 3.20 | 0 | | |
| 9 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 525 | 2.00 | 578 | 2.20 | 0 | | |
| 10 | 25 | 35 | 1.20 | 800 | 3.05 | 683 | 2.60 | 1050 | 4.00 | 0 | | |
| | | | | 8000 | | 7626 | | 8584 | | 0 | | |

**HILTON INTERNATIONAL / IZMIR
TESTING & COMMISSIONING OF MECHANICAL WORKS**
DUCTWORK
OUTLET TEST REPORT

PLANT : AHU - 26 FAME CITY

FLOOR : 3
RETURN

| No | SIZE | | K-fac. | DESIGN | | TEST 1 | | TEST 2 | | TEST 3 | | Remarks |
|----|------|------|--------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|----------------|
| | cm | x cm | | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | |
| 1 | 20 | 45 | 1.20 | 0 | 3.33 | 0 | | 0 | | 0 | | Grid cancelled |
| 2 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 891 | 3.30 | 1080 | 4.00 | 0 | | |
| 3 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 864 | 3.20 | 1080 | 4.00 | 0 | | |
| 4 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 918 | 3.40 | 1026 | 3.80 | 0 | | |
| 5 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 891 | 3.30 | 1080 | 4.00 | 0 | | |
| 6 | 20 | 45 | 1.20 | 0 | 3.33 | 0 | | 0 | | 0 | | Grid cancelled |
| 7 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 891 | 3.30 | 945 | 3.50 | 0 | | |
| 8 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 837 | 3.10 | 891 | 3.30 | 0 | | |
| 9 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 338 | 1.25 | 945 | 3.50 | 0 | | |
| 10 | 20 | 45 | 1.20 | 900 | 3.33 | 608 | 2.25 | 540 | 2.00 | 0 | | |
| 11 | 20 | 30 | 1.20 | 625 | 3.47 | 405 | 2.25 | 396 | 2.20 | 0 | | |
| | | | | 7825 | | 6642 | | 7983 | | 0 | | |

**HILTON INTERNATIONAL / IZMIR
TESTING & COMMISSIONING OF MECHANICAL WORKS**
DUCTWORK
OUTLET TEST REPORT

PLANT : AHU - 26 FAME CITY

FLOOR : 3
SUPPLY

| No | SIZE | | K-fac. | DESIGN | | TEST 1 | | TEST 2 | | TEST 3 | | Remarks |
|----|------|------|--------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | cm | x cm | | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | |
| 1 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 878 | 2.60 | 1013 | 3.00 | 0 | | |
| 2 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 878 | 2.60 | 1350 | 4.00 | 0 | | |
| 3 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 844 | 2.50 | 1350 | 4.00 | 0 | | |
| 4 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 759 | 2.25 | 1350 | 4.00 | 0 | | |
| 5 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 911 | 2.70 | 1013 | 3.00 | 0 | | |
| 6 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 979 | 2.90 | 1688 | 5.00 | 0 | | |
| 7 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 1148 | 3.40 | 1688 | 5.00 | 0 | | |
| 8 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 844 | 2.50 | 1181 | 3.50 | 0 | | |
| 9 | 25 | 45 | 1.20 | 1110 | 3.29 | 1013 | 3.00 | 1350 | 4.00 | 0 | | |
| 10 | 20 | 35 | 1.20 | 680 | 3.24 | 567 | 2.70 | 588 | 2.80 | 0 | | |
| 11 | 120 | 10 | 1.20 | 480 | 1.33 | 468 | 1.30 | 504 | 1.40 | 0 | | |
| | | | | 11150 | | 8409 | | 12061 | | 0 | | |

**HILTON INTERNATIONAL / IZMIR
TESTING & COMMISSIONING OF MECHANICAL WORKS**

DUCTWORK

OUTLET TEST REPORT

PLANT : AHU - 26 FAME CITY

SUPPLY

| No | SIZE | | DESIGN | | TEST 1 | | TEST 2 | | TEST 3 | | Remarks |
|----|------|------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | cm | x cm | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | |
| 1 | 25 | 20 | 800 | 4.44 | | | | | | | |
| 2 | 40 | 25 | 1600 | 4.44 | | | | | | | |
| 3 | 45 | 30 | 2400 | 4.94 | | | | | | | |
| 4 | 55 | 35 | 3200 | 4.62 | | | | | | | |
| 5 | 60 | 35 | 4000 | 5.29 | | | | | | | |
| 6 | 60 | 40 | 4800 | 5.56 | | | | | | | |
| 7 | 70 | 40 | 5600 | 5.56 | | | | | | | |
| 8 | 70 | 45 | 6400 | 5.64 | | | | | | | |
| 9 | 25 | 20 | 800 | 4.44 | | | | | | | |
| 10 | 40 | 25 | 1600 | 4.44 | | | | | | | |
| 11 | 70 | 55 | 8000 | 5.77 | | | | | | | |
| 12 | 25 | 30 | 1110 | 4.11 | | | | | | | |
| 13 | 45 | 30 | 2200 | 4.57 | | | | | | | |
| 14 | 55 | 35 | 3330 | 4.81 | | | | | | | |
| 15 | 60 | 40 | 4440 | 5.14 | | | | | | | |
| 16 | 90 | 65 | 12440 | 5.91 | | | | | | | |
| 17 | 90 | 70 | 13550 | 5.97 | | | | | | | |
| 18 | 20 | 20 | 480 | 3.33 | | | | | | | |
| 19 | 35 | 20 | 1160 | 4.60 | | | | | | | |
| 20 | 45 | 30 | 2270 | 4.67 | | | | | | | |
| 21 | 55 | 35 | 3380 | 4.88 | | | | | | | |
| 22 | 60 | 40 | 4490 | 5.20 | | | | | | | |
| 23 | 70 | 40 | 5600 | 5.56 | | | | | | | |
| 24 | 100 | 80 | 19150 | 6.65 | | | | | | | |

**HILTON INTERNATIONAL / IZMIR
TESTING & COMMISSIONING OF MECHANICAL WORKS**

DUCTWORK

OUTLET TEST REPORT

PLANT : AHU - 26 FAME CITY

SUPPLY

| No | SIZE | | DESIGN | | TEST 1 | | TEST 2 | | TEST 3 | | Remarks |
|----|------|------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | cm | x cm | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | m ³ /h | m/sec | |
| 1 | 25 | 20 | 700 | 3.89 | | | | | | | |
| 2 | 40 | 25 | 1400 | 3.89 | | | | | | | |
| 3 | 45 | 30 | 2100 | 4.32 | | | | | | | |
| 4 | 55 | 30 | 2800 | 4.71 | | | | | | | |
| 5 | 60 | 30 | 3500 | 5.40 | | | | | | | |
| 6 | 60 | 35 | 4200 | 5.56 | | | | | | | |
| 7 | 25 | 20 | 700 | 3.89 | | | | | | | |
| 8 | 40 | 25 | 1400 | 3.89 | | | | | | | |
| 9 | 45 | 30 | 2100 | 4.32 | | | | | | | |
| 10 | 70 | 50 | 7000 | 5.56 | | | | | | | |
| 11 | 25 | 20 | 900 | 5.00 | | | | | | | |
| 12 | 40 | 25 | 1800 | 5.00 | | | | | | | |
| 13 | 50 | 30 | 2700 | 5.00 | | | | | | | |
| 14 | 60 | 30 | 3600 | 5.56 | | | | | | | |
| 15 | 60 | 35 | 4500 | 5.95 | | | | | | | |
| 16 | 25 | 20 | 625 | 3.47 | | | | | | | |
| 17 | 40 | 25 | 1525 | 4.24 | | | | | | | |
| 18 | 45 | 30 | 2425 | 4.99 | | | | | | | |
| 19 | 60 | 30 | 3325 | 5.13 | | | | | | | |
| 20 | 45 | 30 | 14825 | 30.50 | | | | | | | |

