

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE
İKLİMLENDİRME**

**HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE
TEST**

ANKARA, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER YAPMAK	3
1.1. İzolasyon (MEGER) Testi	5
1.2. Pens Ampermetre Yapısı ve Çeşitleri	5
1.3. Wattmetrelerin Yapısı ve Çeşitleri.....	7
1.4. Takometreler	8
1.4.1. Direk Tahrikli (Mekanik) Takometre	8
1.4.2. Manyetik Alıcılı (Optik) Takometre.....	8
1.5. Yıldız-Üçgen Anahtarlar ve Pako Şalterler.....	9
1.5.1. Pako Şalter Çalışma Konumları.....	9
1.5.2. Anahtarlar	11
1.5.3. Lambalar.....	11
1.6. Röle.....	12
1.6.1. Aşırı Akım Röleleri	12
1.6.2. Manyetik Aşırı Akım Rölesi.....	12
1.7. Termik.....	13
1.7. 1. Termik Aşırı Akım Rölelerinin Motor Devrelerinde Kullanımı.....	13
1.8. Butonlar.....	14
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	21
2. KAYIŞLARDA GERGİNLİK AYARI YAPMAK	21
2.1. Fanlarda Yataklar ve Rulmanlar	22
2.1.1. Fan Çeşitleri.....	22
2.1.2. Yataklar ve Rulmanlar	24
2.2. Kayışlar, Kasnaklar ve Gerginlik Ayar Yöntemleri.....	25
2.2.1. Kayışlar.....	25
2.2.2. Kasnaklar	26
2.2.3. Gerginlik Ayar Yöntemleri.....	28
2.2.4. Fan ve Motoru İşletmeye Alma	30
2.2.5. İşletme Sırasında Olası Arızalar ve Sebepleri	31
2.2.6. Bakım.....	31
2.2.7. Fan Hava Debisi Kontrolü	32
UYGULAMA FAALİYETİ	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	37
3. HAVA HIZI ÖLÇMEK.....	37
3.1. Kalibre Edilmiş Anemometreler	38
3.1.1. Mekanik Anemometre	39
3.1.2. Elektronik Anemometre.....	39
3.1.3. Termal Anemometre.....	39
3.2. Velometreler	39
3.3. Pitot tüpleri.....	42
3.3.1. Hava Debisi Ölçümü.....	43

3.3.2. Hava Basıncı Ölçümü.....	44
3.3.3. Hava Kanallarında Akış.....	47
UYGULAMA FAALİYETİ	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	53
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	54
4. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE TEST YAPMAK.....	54
4.1. Havalandırma Sistemlerinde Hava Sıcaklığının Ölçülmesi	56
4.1.1. Cam Tüplü Termometreler	56
4.1.2. Sıvılı Termometreler.....	56
4.1.3. Işınım Termometreleri (Kızıl Ötesi Termometre, Pirometre).....	57
4.2. Havalandırma Sistemlerinde Hava Neminin Ölçülmesi	57
4.2.1. Higrometre.....	58
4.2.2. Nem ve Isı Değeri İçin El Ölçüm Cihazı.....	58
4.3. Havalandırma Sistemlerinde Ses ve Gürültü Düzeyinin Ölçülmesi	59
4.3.1. Desibelmetreler.....	59
4.3.2. Titreşim Analiz Cihazı.....	59
4.3.3. Havalandırma Tesislerinde Gürültünün Azaltılması	60
4.4. Yalıtım Malzemeleri	61
4.4.1. Hava Kanallarında Yalıtım ve Sızdırmazlığın Önemi	61
4.4.2. Havalandırma Kanallarında Yalıtım Malzemelerinin Kontrolünün Yapılması...	61
4.5. Havalandırma Sistemlerinde Test, Ayar ve Balans İşlemleri	62
4.5.1. Kaçakların Tespit Edilmesi.....	63
4.5.2. Donanımların ve Sistemin Test, Ayar ve Balansı.....	63
4.5.3. Rapor bilgileri.....	65
UYGULAMA FAALİYETİ	67
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	70
MODÜL DEĞERLENDİRME	71
CEVAP ANAHTARLARI.....	76
KAYNAKÇA	78

AÇIKLAMALAR

ALAN	Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme
DAL/MESLEK	Merkezi İklimlendirme ve Havalandırma
MODÜLÜN ADI	Havalandırma Sistemlerinde Test
MODÜLÜN TANIMI	Merkezi iklimlendirme ve havalandırma tesisat sistemlerinde elektriksel ölçümler yapılabildiği, gerginlik ayarı ile kullanılan elemanların test, ayar ve dengelemenin nasıl yapılacağına dair bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Havalandırma Sistemlerinde Test modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Merkezi iklimlendirme ve havalandırma tesislerinde test, ayar ve dengelemeler yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: 1. Uygun ortam sağlandığında ve bu modüldeki gerekli bilgi ve becerileri kazandığınızda merkezi havalandırma sistemlerini test yapabileceksiniz. Amaçlar: 1. Elektriksel ölçümler yapabileceksiniz. 2. Fan kayışı gerginlik ayarı yapabileceksiniz. 3. Hava hızı ölçebileceksiniz. 4. Havalandırma kanallarında ölçümler yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı (internet) vb. kendiniz veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar. Donanım: İlgili cihaz ve ürün katalogları, elektriksel ölçüm cihazları, fanlar, hava hızı ölçüm cihazları, merkezi iklimlendirme ve havalandırma tesisleri test cihazları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Her geçen gün gelişen ve değişen teknolojiye ayak uydurmak durumundayız. Özellikle teknik bir alanda çalışacak bireyin bu konuda daha hassas olması gerekmektedir. Siz de çağımızın, gelişmeye açık ve insan hayatında önemli yeri olan merkezi iklimlendirme ve havalandırma sistemleri mesleğine adım atmış bulunuyorsunuz.

Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme alanında bilgi ve beceriye dayalı uygulamalarda merkezi iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinde test, ayar ve dengeleme işlemleri yapılmaktadır. Proje safhasında detaylı olarak ele alınan bu konuların, sistemin uygulanması neticesinde gerçekleşip gerçekleşmediğinin kontrolü amacıyla yapılan muayene-deney sürecinin tamamında test, ayar, balans ve devreye alma işlemleri çok büyük önem arz etmektedir.

Havalandırma Sistemlerinde Test modülünde, elektriksel ölçümler yapabilecek, ölçüm cihazlarını kullanacak, fanlarda bakım ve kayış gerginlik ayarı yapabileceksiniz. Ayrıca havalandırma sistemlerinde hava hızını ölçebilecek, test ayar ve dengeleme yöntemlerini öğrenecek, tanıyacak ve bu alanda uygulamalar yaparak temel bilgi sahibi olacaksınız.

Buradaki konular, mesleki gelişim temelinin sağlam atılmasını sağlayacak şekilde hazırlanmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki mesleğinde ilerlemek, teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek kavrayabilmek ve hatta uygulamalar ile yeni ufuklar açabilmek ancak temeli sağlam atılmış birikimler ile olur.

Merkezi iklimlendirme ve havalandırma tesisleri günümüzde kapalı mekânların bulunduğu fabrikalar, alışveriş merkezleri ile en basit binalardan gökdelenlere kadar çok geniş uygulama alanlarına sahiptir. İnsanoğlu hayatını kapalı mekânlarda devam ettirdiği sürece, ortamın konfor şartlarında tutulması ve sistemin uzun yıllar sorunsuz bir şekilde çalışması için tesise mutlaka periyodik aralıklarla test, ayar ve balans mutlaka yapılmalı, enerji sarfiyatı da en aza indirilmelidir. Bu açıdan, havalandırma sistemlerinde test konularına ait temel esasların iyi öğrenilmesi gereği vardır. Bu tespitle modülde yer alan faaliyetlerin dikkatlice incelenerek ve neden sonuç ilişkisine dayalı bir muhakeme yürütülerek öğrenilmesi, kullanılacak bilginin kalıcı ve güvenilir olması açısından çok önemlidir.

Bu modülde yer alan faaliyetler uygulama yaparak öğrenmeyi ve kullanılabilir bilgiye sahip olmanızı sağlayacaktır. Bu noktadan hareketle modülde yer alan faaliyet, konu ve uygulamaları sindirerek öğrenmeniz gerekmektedir. Öğrenme konusunda göstereceğiniz özen aynı zamanda uygulamaların daha zevkli hale gelmesini de sağlayacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında merkezi havalandırma sistemlerinde yapılan test işlemlerinde kullanılan elektriksel cihazların işlevlerini bilecek, elektriksel ölçümler yaparak arızalı parçaları değiştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde, öncelikle aşağıdaki araştırmaları yapmanız faaliyeti öğrenmenizi kolaylaştıracaktır.

- Ölçmenin önemini araştırınız.
- MEGER testinin niçin yapıldığını araştırınız.
- Akım şiddeti ölçümünün niçin yapıldığını ve nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Wattmetrelerin niçin ve nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Takometrelerin niçin ve nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Rölelerin görevlerinin neler olduğunu araştırınız.
- Butonların niçin ve nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Yıldız, üçgen anahtarlar ve pako şalterlerin ne amaçla kullanıldığını araştırınız.
- Elektrik devresinde anahtarın ve lamların görevleri neler olduğunu araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamı ile bu ürünleri satan bayileri ziyaret etmeniz, merkezi havalandırma sistemi kurulan binaları görmemiz, yetkililerinden bilgi almanız gerekmektedir.

1. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER YAPMAK

Ölçme; bugün gündelik hayatımızda çok sık kullandığımız bir işlemdir. Uzunluğu metre; ağırlığı kilogram; sıcaklığı santigrat ve sıvı hacimlerini ise litre ile ölçmekteyiz. Herhangi bir uzunluk miktarı ölçülürken, dünyada herkes tarafından kabul edilen 1 metrelik uzunluğun, ölçülecek olan uzunluk içerisinde ne kadar bulunduğunun karşılaştırılması yapılır.

Diğer tüm ölçme işlemlerinde mantık aynıdır. Günlük hayatta ölçüm yapmak ve herhangi bir büyüklüğü, o büyüklüğün birimiyle karşılaştırmak ile farkında olarak veya olmayarak çoğu kez karşılaştığımız birçok işlemi ölçme yapmadan sonuçlandırmak mümkün değildir. Alacağımız ürünü standart birimi ile karşılaştırıp miktarını ve fiyatını tespit etme ihtiyacı, ölçme işlemi zorunlu kılan bir faktördür. Elektriksel büyüklüklerinin ölçülmesi yani kendi birimi ile karşılaştırılması da ölçme işlemi zorunlu kılan faktörlerin başında yer alır.

Harcanan elektrik enerjisini ölçmek, alıcının çalışma standartlarına uygun elektriksel büyüklükler ile çalışıp çalışmadığını kontrol ederek sürekli ve kesintisiz çalışmayı sağlamak, ölçülen elektriksel büyüklüğün değerine göre istenmeyen durumlar için önlem almak, elektrik ve elektronik elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapmak, devre veya devrelerde arıza tespiti yapmak ve enerji olup olmadığını kontrol etmek bu zorunluluğu meydana getiren faktörler içerisinde yer alır.

Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde her büyüklük için bir ölçü birimi kullanıldığı gibi, elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde de elektriksel birimler kullanılır.

- Test cihazlarını kullanırken uyulması gereken güvenlik kuralları:
 - Elektrik devrelerinde ölçüm yaparken kuru ve iletken olmayan yüzeyler üzerinde durunuz.
 - Ohmmetre ile çalışırken enerjinin kapalı olmasına dikkat ediniz.
 - Cihazın kontrol uçlarına bozulmuş propları takmayınız.
 - Yüksek voltajlı bir kabin içinde her iki elinizi birden kullanmayınız.
 - Metal kabinlere veya diğer topraklama malzemelerine dokunmayınız.
 - Yalıtılmış saplı aletleri kullanınız.
 - Enerji bulunan hatlarda tek başınıza çalışmayınız.
 - Enerji kesikmiş gibi davranmayınız.
 - Bir kapasitörü sökmeden veya test etmeden önce deşarj ediniz.
- Test cihazlarını korumak için güvenlik kuralları:
 - Uygun kasalarda depolayınız.
 - Düşme ve sarsıntıdan koruyunuz.
 - Kullanım amaçlarına uygun işlerde kullanınız.
 - Ölçme sınırları içinde kullanınız.
 - Aşırı sıcaklığa maruz bırakmayınız.
 - Temiz ve kuru tutunuz.
 - Ölçme yapacağınız zaman kademeyi en yüksek değerine ayarlayınız.
 - Kullanım kılavuzunu takip ediniz.



Resim 1.1: Elektriksel ölçüm cihazları

1.1. İzolasyon (MEGER) Testi

İzolasyon (Meger) test cihazı, endüstriyel fabrikalarda (hareketli makinelerin bakımı, trafolar, yüksek gerilim izolasyon sistemleri ve elektrik kabloları vs.) birçok ihtiyacı karşılayabilecek geniş bir izolasyon ölçümü ve uygulama yelpazesi için özel olarak tasarlanmıştır.

Ayrıca, donanımların normal çalışmaları sırasında korozyon, toz, yağ, nem ve benzeri nedenlerden izolasyonda oluşabilecek yavaş düşmeleri gözlemlemek için kullanılabilir. Bu kontrol, kullanıcının geleceğe yönelik tahminler yapabilmesini mümkün kılması ile birlikte ileri düzeyde bir program yapabilmesine de olanak sağlar. Yüksek nem içeren ortamlarda çalışılması durumunda, nem alma işleminin sonucunda motor, jeneratör, trafo ve benzeri cihazların izolasyonlarındaki iyileşmeleri ölçmekte kullanılabilir. Düzenli bir şekilde ölçüm alınması suretiyle izolasyon verimliliği izlenebilir.



Resim 1.2: İzolasyon (Meger) test cihazı

1.2. Pens Ampermetre Yapısı ve Çeşitleri

Pens ampermetreler dijital ve analog olmak üzere çeşitli tiplerde, değişik özelliklere sahip olacak şekilde üretilmektedir. Pens ampermetreler gerilim, akım, direnç ölçebilen aletlerdir. Cihazın damper motorunda voltaj "0" ise, sorun elektrik devresinden kaynaklanabilir. Kabloların durumu, bağlantılar, kopukluk, kablolarda gevşeklik, sigorta, röle ya da transformatör incelenmelidir.

Pens ampermetreler akım ölçme işlemini daha pratik hale getirmek için ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içerisinde birleştirilerek oluşturulmuş ölçü aletleridir. Aletin gövdesinden dışarı doğru açılan demir nüvesi, pens gibi açılıp kapanacak şekilde yapılmıştır.

Böylece akımı ölçülecek iletken kesilmeden pens içerisine alınır. Pens içerisindeki iletken, tek sifirlik primer sargı görevi görür. Etrafında oluşan manyetik alan pens şeklindeki nüveden geçerek alet içerisindeki sekonder sargıda bir gerilim meydana getirir ve akım değeri bu şekilde tespit edilir.

Pens ampermetrelerde pens içerisine yalnız akımı ölçülecek iletken alınmalıdır. Pens içerisine birden fazla iletken alınırsa, ölçülen akım değeri şu şekilde yorumlanmalıdır. İletkenlerden aynı yönde akım geçiyor ise ölçülen değer bu akımların toplamına, zıt yönlü akım geçiyor ise farkına eşittir.



Resim 1.3: Pens ampermetreler



Resim 1.4: Pens ampermetre ile ölçüm yapma



Resim 1.5: Pens ampermetre ile ölçüm yapma



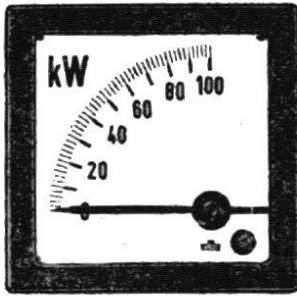


Resim 1.6: Merkezî iklimlendirme ve havalandırma santralının kumanda panolarının iç ve dış görünüşleri

1.3. Wattmetrelerin Yapısı ve Çeşitleri

Doğrudan doğruya güç ölçen aletlere wattmetre denir. Wattmetrelerin dijital ve analog tipleri bulunmakta olup seviye olarak genelde W ve KW seviyelerinde sınıflandırılır.

Wattmetreler ile doğru ve alternatif akımda güç ölçülebilir. Ancak AC ve DC wattmetre seçimine, AC ve DC'de güç ölçebilen wattmetrede ise AC-DC kademe seçimine dikkat edilmelidir. Güç, akım ve gerilimin çarpımına eşit olduğundan wattmetreye alıcının akım ve gerilim değerleri aynı anda girilmelidir. Bu nedenle wattmetrenin akım bobini, güç ölçümü yapılacak devreye seri şekilde, gerilim bobini de paralel olacak şekilde bağlanmalıdır. Wattmetrelerde küçük güç ölçülecekse akım bobininin sonra, büyük güç ölçülecekse akım bobininin önce bağlanması ölçme hatasını azaltacaktır.



Resim 1.7: Analog wattmetre



Resim 1.8: Dijital wattmetre

1.4. Takometreler

Fan hızının en iyi ölçüm yolu takometreyle ölçüm yapmaktır. Fana ulaşabilmek için açılan panel, normal konumuna olabildiğince yakın tutulur. Bu konumda fana girme eğiliminde olan hava, fanı daha çok yükler ve hızını da düşürür. Bu işlem gerçekleştirilirken çok dikkat edilmelidir.

Takometre olarak isimlendirilen bu cihazlar türbin devrini ölçmede kullanılır. Birkaç tipte olabilmektedir. Aşağıda çeşitli takometre tiplerinin çalışması anlatılmıştır.

1.4.1. Direk Tahrikli (Mekanik) Takometre

Bu tip takometreler direkt olarak şafta takılarak çalıştırılır. Üzerinde şaftla birlikte dönen bir mil bulunur. Bu milin dakikadaki devir sayısı ekrandan okunur.

1.4.2. Manyetik Alıcılı (Optik) Takometre

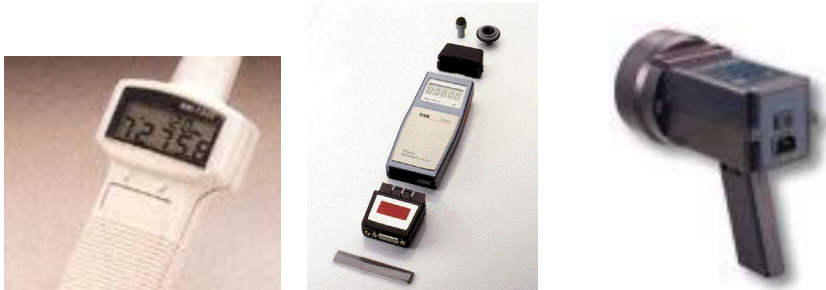
Şaftın oluşturduğu manyetik kuvvet hassas bir alıcı tarafından toplanıp değerlendirilir. Bu tip takometrelerde ölçüm yapmak için cihazı şafta mekanik olarak dokundurmaya gerek olmaz. Bu nedenle daha güvenli bir ölçüm gerçekleştirilir. Ölçüm sırasında devir, yine dakikadaki devir olarak cihazın ekranından okunur.



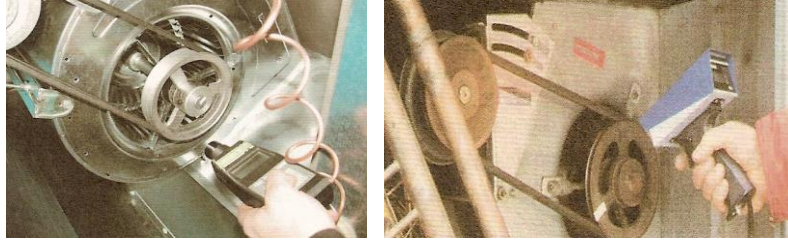
Resim 1.9: Mekanik takometre



Resim 1.10: Optik takometre



Resim 1.11: Çeşitli takometreler



Resim 1.12: Takometre ile ölçüm yapma

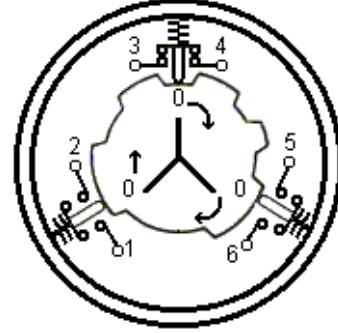
1.5. Yıldız-Üçgen Anahtarlar ve Pako Şalterler

Bir eksen etrafında döndürülebilien, arka arkaya dizilmiş birçok dilimden oluşan ve çok konumlu olan şalterlere paket şalter adı verilir. Elektriksel aygıtlara otomatik olarak kumanda etmek, her zaman ekonomik olmaz. Bu nedenle ufak, güçlü ve basit aygıtların çalıştırılmaları, daha çok paket şalterlerle yapılır.

Paket şalterler, kumanda devrelerinde butonların yerine de kullanılabilir.



Resim 1.13: Pako şalterin dış görünüşü



Şekil 1.1: Pako şalterin iç yapısı

1.5.1. Pako Şalter Çalışma Konumları

➤ 0 – 1 (On-Off)

Bu tip şalterler sisteme direkt yol vermek için kullanılır. 0 konumunda motorda hiç enerji bulunmaz, 1 konumunda bütün kontaklar kapanarak motora üç faz uygulanmış olur.



Resim 1.14: Direkt yol verme pako şalteri

➤ 0 – 1 - Start (Tek Fazlı Asenkron Motora Yol Verme)

Bu tip şalterler tek fazlı yardımcı sargılı motorlara yol vermekte kullanılır. Şalter 0 konumuna getirildiğinde motorda hiçbir enerji bulunmaz. 1 konumuna getirildiğinde ana sargıya verilmiş olur. Fakat tek fazlı motorlarda motoru döndürmek için ilk anda yardımcı sargıya da enerji vermek gerekir. Bunu sağlamak için de şalterde start konumu kullanılır. Şalter start konumuna getirilerek hem ana sargının hem de yardımcı sargının enerjilenmesi sağlanır. Motor, devrini almaya başladıktan sonra şalter bırakılır ve motor kendi kendine 1 konumuna tekrar geri döner.



Resim 1.15: Tek fazlı motorlara yol verme pako şalteri

➤ 1 – 0 – 2 (Dönüş Yönü Değiştirme)

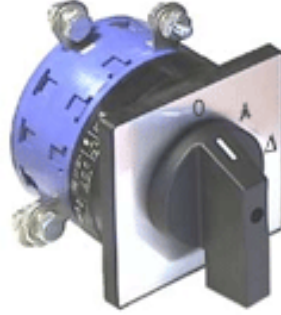
Bu tip şalterler 3 fazlı motorların dönüş yönünü değiştirmekte kullanılır. Şalter 1 konumuna getirildiğinde saat ibresi yönünde dönerken 2 konumuna getirildiğinde bunun tam tersi yönünde döner.



Resim 1.16: Devir yönü değiştirme pako şalteri

➤ 0 - Yıldız – Üçgen (İki Kontaklı)

Gücü 5 KW üzerinde olan motorlar şebekeye direk olarak bağlanarak çalıştırılmaz. Motorun ilk anda düşük bir akımla yol alması ve daha sonra normal gücüne dönmesi istenir. Bunu sağlayan bu tip şalterlerdir. Yıldız-üçgen şalterler yıldız konumuna getirildiğinde motor şebekeden düşük akım çekerek çalışmaya başlar ve belli bir süre bu şekilde çalıştıktan sonra (4–5 saniye) şalter üçgen konumuna alınır. Normal çalışmasına bu şekilde devam eder.



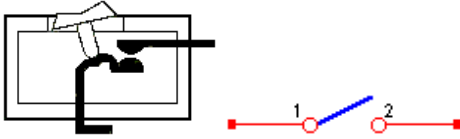
Resim 1.17: Yıldız üçgen pako şalteri

1.5.2. Anahtarlar

En çok kullanılan kumanda elemanlarıdır. Anahtarların butondan farkı kalıcı tipte olmasıdır. Şekildeki anahtar normalde açık konumda kullanılmaktadır.

Kuvvet uygulandığında kapalı konuma geçer. Uygulanan kuvvet kaldırılırsa olduğu konumda kalır. Tekrar eski konumuna getirilmek istenirse yeniden kuvvet uygulanmalıdır.

Kalıcı tip buton olarak da kullanılır. Anahtarlar, alttaki sembollerle gösterilir.



Şekil 1.2: Anahtarın iç yapısı ve sembolü



Resim 1.18: Anahtar dış görünüşü

1.5.3. Lambalar

Kumanda devrelerinde en çok kullanılan elemanlar sinyal lambalarıdır. Sinyal lambalarının gövdelerine neon veya akkor telli lamba takılır.

Neon lambalar 220 V gibi yüksek gerilimli kumanda devrelerinde, akkor telli lambalar ise 36 V gibi düşük gerilimli kumanda devrelerinde kullanılır.

Sinyal lambaları genellikle elektrik tablolarına bağlanacak şekilde yapılıdır. Bu bağlama işleminde, sinyal lambasının gövdesi tablonun arka tarafında kalır. Sinyal lambasının bombeli ve renkli camı tablonun ön yüzünde bulunur.



Resim 1.19: Kumanda panolarında kullanılan sinyal lambası

1.6. Röle

1.6.1. Aşırı Akım Röleleri

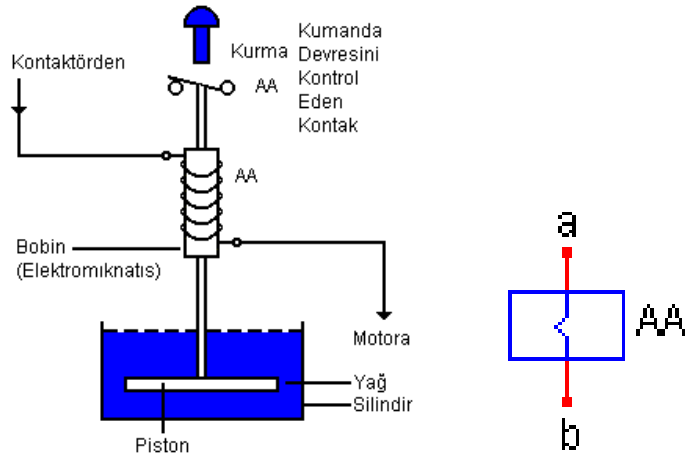
Aşırı akımların elektrik motorlarına vereceği zararları önlemek için kullanılan elemanlara, aşırı akım rölesi adı verilir. Elektrik devrelerinde kullanılan sigortalar da koruma görevi yapar. Çalışma karakteristikleri nedeniyle sigortalar elektrik motorlarını koruyamaz, yalnız hatları korur.

1.6.2. Manyetik Aşırı Akım Rölesi

Motor akımının manyetik etkisiyle çalışan aşırı akım rölelerine, manyetik aşırı akım rölesi adı verilir. Bir manyetik aşırı akım rölesi elektromıknatıs, kontak ve geciktirici eleman olmak üzere üç kısımdan oluşur. Elektromıknatısın bobini güç devresinde motora seri olarak bağlanır. Yani bobinden motorun akımı geçer.

Aşırı akım rölesinin normalde kapalı olan kontağı kumanda devresinin girişine konur. Bu kontak açıldığında, kumanda devresinin akımı kesilir ve motor durur.

Kısa süreli aşırı akımlarda, örneğin; motorun yol alma anında çektiği akımda, rölenin çalışıp kontağı açması yağ dolu silindir içinde hareket eden bir pistonla önlenir.

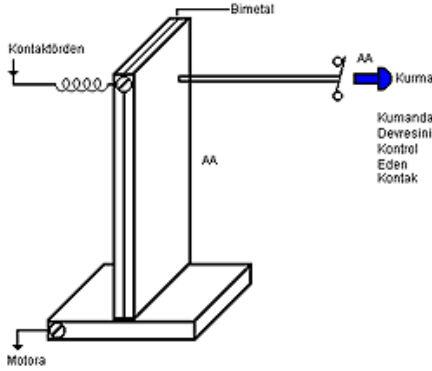


Şekil 1.3: Manyetik aşırı akım rölesinin iç yapısı ve sembolü

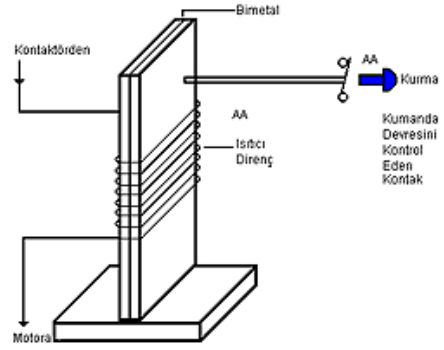
1.7. Termik

Motor akımının yarattığı ısının etkisiyle çalışan aşırı akım rölelerine, termik aşırı akım rölesi adı verilir.

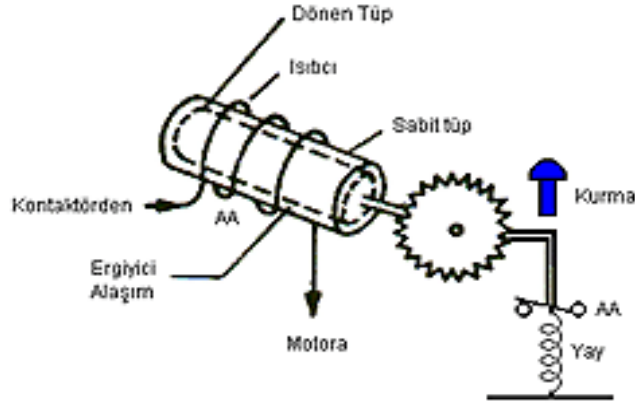
Termik aşırı akım rölelerinin endirekt ısıtım, direkt ısıtım ve ergiyici alaşım olmak üzere üç çeşidi vardır.



Şekil 1.4: Endirekt ısıtım termik



Şekil 1.5: Direkt ısıtım termik

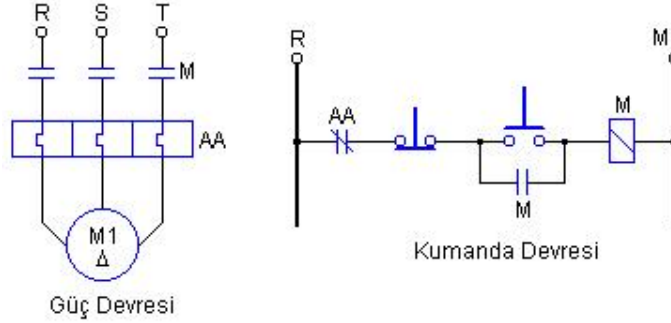


Şekil 1.6: Ergiyici alaşım termik

1.7. 1. Termik Aşırı Akım Rölelerinin Motor Devrelerinde Kullanımı

Termik aşırı akım röleleri üç fazlı motor devrelerinde genellikle alttaki şekildeki gibi bağlanır. Bu bağlantıda her faz üzerine bir termik aşırı akım rölesi konur. Üç termik aşırı akım rölesi bir kapalı kontaklı kumanda eder.

Motor çalışırken herhangi bir nedenle uzun süre akım çekerse termik aşırı akım rölesinin kapalı kontaklı açılır. Çalışan kontaktör ve motor devreden çıkar. Böylece motor yanmaktan korunmuş olur.



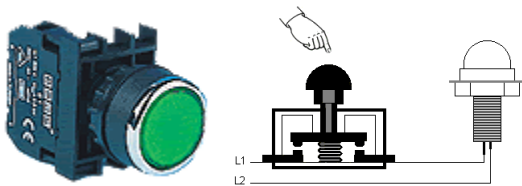
Şekil 1.7: Güç ve kumanda devresi

1.8. Butonlar

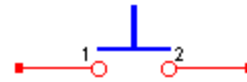
Elektrik akımının geçip geçmemesini, yön değiştirmesini sağlayan elemanlardır. Bu elemanların kontaklarından akım geçer. Normalde açık kontaklı bir anahtardan akım geçmez. Butona basılarak kontak kapandığında akım geçebilir. Normalde kapalı kontaklı bir elemandan akım geçer. Butona basılarak kontak açıldığında akım geçişi durur. Yapılarına göre butonlar aşağıdaki sınıflandırılmaktadırlar.

➤ Normalde açık kontaklı buton

Bu elemana kısaca başlatma (start) butonu adı verilebilir. Butona basıldığında kontak kapanarak devre tamamlanır. Buton serbest bırakıldığında ise kontak tekrar eski konumuna döner.



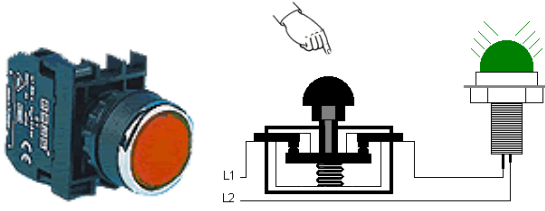
Resim 1.20: Kumanda butonu



Şekil 1.8: Bir kumanda butonunun açık ve kapalı şeması

➤ Normalde kapalı kontaklı buton

Bu elemana kısaca durdurma (stop) butonu adı verilebilir. Butona basıldığında kontak açılarak devre akımı kesilir. Buton serbest bırakıldığında tekrar eski konumuna döner.



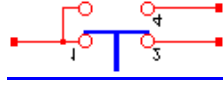
Resim 1.21: Normalde kapalı kumanda butonu



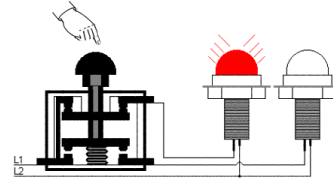
Şekil 1.9: Normalde kapalı bir kumanda butonunun açık ve kapalı şeması

➤ Çift yönlü buton

Biri normalde kapalı, diğeri normalde açık iki adet kontağa sahip olan butondur. Butona kuvvet uygulandığında kontaklar yer değiştirir. Bir işleme son verirken, diğeri bir işlemi başlatmak istenilen durumlarda kullanılır.



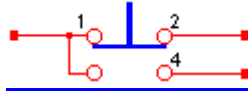
Resim 1.22: Çift yönlü buton



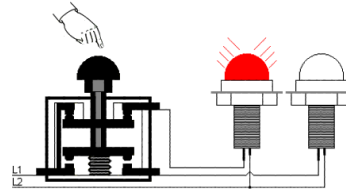
Şekil 1.10: Çift yönlü butonunun açık ve kapalı şeması

➤ Ortak uçlu buton (Jog buton)

Butonun normal konumunda 1-2 bağlantılarından akım geçmektedir. Butona kuvvet uygulandığında devre 1-4 bağlantıları üzerinden tamamlanır. Buton serbest bırakıldığında normal konumuna döner. Çift yönlü butondan farkı 1 no'lu ucun ortak olmasıdır.



Resim 1.23: Ortak uçlu buton



Şekil 1.11: Ortak uçlu butonunun açık ve kapalı şeması

UYGULAMA FAALİYETİ


Aşağıda resmi görülen radyal fan motorunun elektriksel testlerini yapınız.



Şekil 1.24: Radyal fan motoru

Gerekli malzemeler:

- Pens ampermetre
- Wattmetre
- Takometre

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Fan motorunun direnç (yalıtkanlık) ölçümü yapınız.</p> 	<p>➤ Pens ampermetrenin direnç (Ohm) Ω kademesini seçerek motor sargıları ile gövdesi arasında yalıtkanlık testi yapabilirsiniz. Direncin sonsuza yakın büyük olması gerekir. Değil ise bir yalıtkanlık problemi vardır.</p>

- Fan motorunun akım ölçümü yapınız.



- Pens ampermetrenin akım kademesini seçip motora giden besleme iletkenlerinden birini pens ampermetrenin hareketli çenesinden geçirek çektiği akımın büyüklüğünü ekranda görebilirsiniz.

- Fan motorunun güç ölçümünü yapınız.



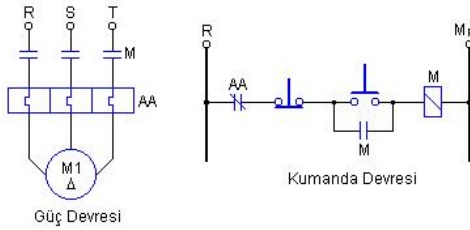
- Faz sayısına uygun kademeyi seçip wattmetreyi motorun devresine bağlayarak gücü ekranda görebilirsiniz.

- Fan hızının ölçümünü takometre ile yapınız.



- Bu işlemi yaparken çok dikkatli olunuz.

- Fan motorunun yol verme şeklini kontrol ediniz.



- Fana enerji vererek fanın hava üretip üretmediğinin kontrolünü yapabilirsiniz.

<p>➤ Fan motorunun etiket değerlerini ölçme değerleriyle karşılaştırınız.</p>	<p>➤ Fanın büyüklüğüne göre motor seçileceğinden etiket değerleri de farklılık gösterecektir.</p>
<p>➤ Maksimum çekilen akıma uygun termik seçimi yapınız.</p>	<p>➤ Maksimum çekilen akıma göre ve fanın büyüklüğüne göre uygun termik seçimini kataloğlardan faydalanarak yapabilirsiniz.</p>
<p>➤ Fan motorlarının elektrik kablo bağlantılarını kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Sabitleme noktalarındaki vidaların iyice sıkılmış olduğunu kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Fan motorunun etiket değerlerini ölçme değerleriyle karşılaştırınız.</p>	<p>➤ Fanın büyüklüğüne göre motor seçileceğinden etiket değerleri de farklılık gösterecektir.</p>

UYGULAMALI TEST

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Fan motorunun direnç (yalıtkanlık) ölçümünü pens ampermetre yardımıyla yapabildiniz mi?		
2. Fan motorunun akım ölçümünü pens ampermetre yardımıyla yapabildiniz mi?		
3. Fan motorunun gücünü wattmetre yardımıyla ölçebildiniz mi?		
4. Fan motorunun devrini takometre ile ölçebildiniz mi?		
5. Fan motorunun yol verme şeklini kontrol edebildiniz mi?		
6. Fan motorunun etiket değerlerini ölçülen değerleriyle karşılaştırdınız mı?		
7. Maksimum çekilen akıma uygun termik kullandınız mı?		
8. Fan motorlarının elektrik kablo bağlantılarını kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME:

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı **Evet**’ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde, her büyüklük için bir ölçü birimi kullanıldığı gibi, elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde de elektriksel birimler kullanılır.
2. () Pens ampermetreler gerilim, akım direnç ölçebilen aletlerdir.
3. () Doğrudan doğruya güç ölçen aletlere takometre denir.
4. () Manyetik alıcılı (optik) takometreler direkt olarak şafta takılarak çalışır. Üzerinde şaftla birlikte dönen bir mil bulunur. Bu milin dakikadaki devir sayısı ekrandan okunur.
5. () Aşırı akımların elektrik motorlarına vereceği zararları önlemek için kullanılan elemanlara, aşırı akım rölesi adı verilir. Elektrik devrelerinde kullanılan sigortalar da koruma görevi yapar, çalışma karakteristikleri nedeniyle sigortalar elektrik motorlarını koruyamaz.
6. () Butonlar elektrik akımının geçip geçmemesini sağlayan elemanlardır.
7. () Bir eksen etrafında döndürülebilen, arka arkaya dizilmiş birçok dilimden oluşan ve çok konumlu olan şalterlere, buton adı verilir.
8. () Kumanda devrelerinde en çok kullanılan elemanlar sinyal lambalarıdır

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu modülü başarı ile tamamladığınızda ve uygun ortam sağlandığında merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılan fanların kayış gerginlik ayarını yaparak fanları işletmeye alabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Fanların görevleri ve çeşitlerini araştırınız.
- Fanlarda kullanılan kayışların neler olduğunu araştırınız.
- Kasnakların görevlerinin neler olduğunu araştırınız.
- Elektrik motorları türlerinin neler olduğunu araştırınız.
- Kayış kasnak ayar mekanizmalarının neler olduğunu araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamı ve bu ürünleri satan bayileri görmeniz, ayrıca merkezi havalandırma tesisatı bakım işleri yapan işletmeleri ziyaret ederek, fanlardaki kayış gerginlik ayarının nasıl yapıldığını görmeniz yararlı olacaktır.

2. KAYIŞLARDA GERGINLİK AYARI YAPMAK

Fan, bir basınç farkı oluşturarak havanın akışını sağlayan cihazdır. Fanın hareketli elemanı olan çarkı, hava üzerinde iş yapar ve ona statik ve kinetik enerji kazandırır.

Fanlar genel olarak, havanın çark üzerinden akış doğrultusuna bağlı olarak, aksiyal (eksenel) ve radyal tip olarak sınıflandırılır.



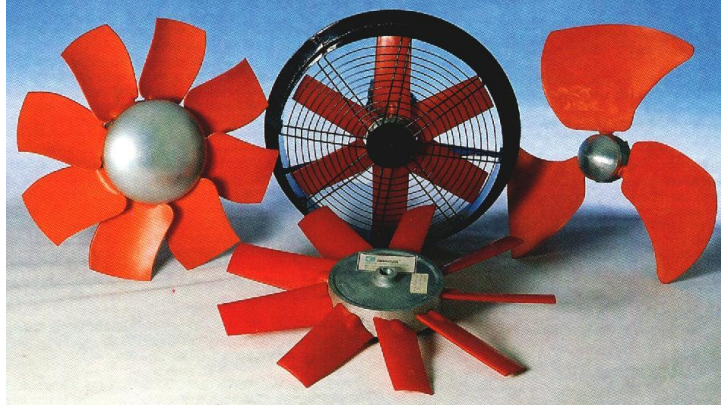
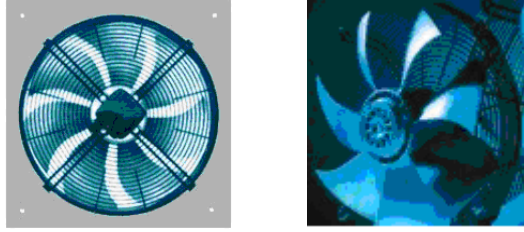
Resim 2.1: Fan çeşitleri

2.1. Fanlarda Yataklar ve Rulmanlar

2.1.1. Fan Çeşitleri

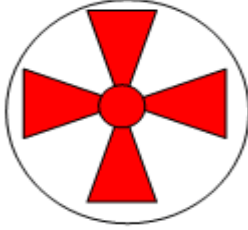
2.1.1.1. Aksiyal (Eksenel) Tip Fanlar

Aksiyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana getirilen havanın hareketi eksenel yödedir. Aşağıdaki şekilde çeşitli aksiyal tip fanlar gösterilmiştir. Aksiyal tip fanlar; pervane kanatlı tip, silindir kanat tip ve kılavuzlu silindir tip olmak üzere üç kısma ayrılır.

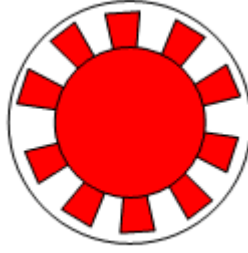


Resim 2.2: Aksiyal tip fanlar

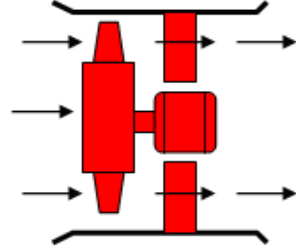
- **Pervane kanatlı tip:** Alçak, orta ve yüksek basınçlı genel ısıtma, havalandırma ve klima uygulamalarında kullanılır.
- **Silindir kanat tip:** Alçak ve orta basınçlı sistemlerde, kurutma ve boyama kabinlerinin egzozlarında kullanılır.
- **Kılavuzlu silindir tip:** Alçak statik basınçlı, büyük hava debileri için kullanılır.



Şekil 2.1: Pervane kanatlı



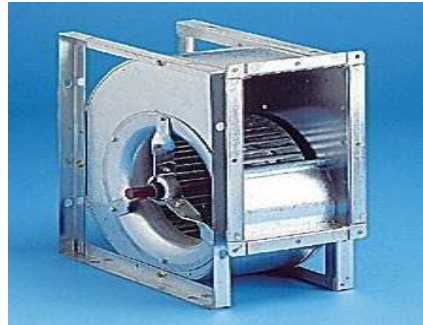
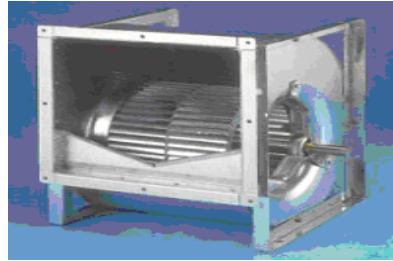
Şekil 2.2: Silindir kanatlı



Şekil 2.3: Kılavuz silindir kanatlı

2.1.1.2. Radyal Tip Fanlar

Radyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana getirilen havanın hareketi aksenal yönde değil, santrifuj (merkezkaç) kuvveti doğrultusundadır. Aşağıdaki şekilde çeşitli radyal tip fanlar gösterilmiştir. Radyal tip fanlar; radyal (eğimsiz) tip, öne eğimli kanatlı tip, geriye eğimli kanat tip ve aerodinamik kanatlı tip olmak üzere dört kısma ayrılır.

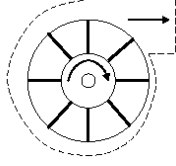


Resim 2.3: Radyal tip fanlar

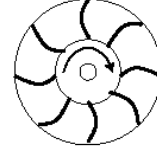
Radyal (eğimsiz) tip: Endüstriyel tesislerde malzeme nakli için veya yüksek basınçlı klima tesislerinde kullanılır.

- **Öne eğimli kanatlı tip:** Alçak basınçlı havalandırma sistemlerinde, paket klima cihazları, ev tipi sıcak hava apareyleri ve fanlı serpantinlerde kullanılır.
- **Geriye eğimli kanat tip:** Genel havalandırma sistemlerinde kullanılır.

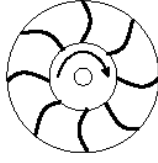
- **Aerodinamik kanatlı tip:** Genel havalandırma sistemlerinde, özellikle büyük hava debilerinde kullanılır.



Şekil 2.4: Radyal (eğimsiz) tip



Şekil 2.5: Öne eğimli kanatlı tip



Şekil 2.6: Geriye eğimli kanat tip



Şekil 2.7: Aerodinamik kanatlı tip

2.1.2. Yataklar ve Rulmanlar

Fanlar isteğe ve ihtiyaca bağlı olarak kayış-kasnak tahrikli veya motor ile direkt birleşik olarak imal edilebilir. Aspiratör veya vantilatör büyüklüğüne uygun bilyeli rulmanlar, yatak içine monte edilebilmekte, montaj esnasında kasılmalar tamamen önlenmektedir. Fan, rulman ve yataklar birlikte dengelenmelidir.

Ayrıca isteğe bağlı olarak radyal fanların kullanım amaçlarına uygun şekilde seçilmiş malzemeden rulmanlı yataklı damperler de imal edilir. Titreşim ve sesi önlemek için gerekli hassasiyet ve toleransta yatak seçimi yapılmalıdır. Tahrik sisteminde kullanılmakta olan yataklar, rulmanlar, manşonlar ve keçeler kaliteli ağır hizmet tipinde seçilmelidir. Yataklar montaj sırasında çok maksatlı rulman gresi ile yağlanmalıdır.

Yatakların içine girebilecek en küçük yabancı madde, ses ve hasara sebep olacağı gibi yatakların kullanılmaz hale gelmesine de yol açar. Yatakların dış havanın etkisiyle ıslanması ya da neme maruz kalması paslanmalarına sebep olur ve güç aktarımını engeller. Bu nedenle yatak ve rulmanların su ile teması önlenmelidir.

Aksiyel fanlarda ise minimum 40.000 işletme saatine uygun olarak seçilen rulmanlı yataklar kullanılır. Yataklar dik iki parçalı veya blok olabilir. Buna göre tek emişli vantilatörlerde yataklama tek taraftan yapılır ve yatak altı imal edilerek yataklama sistemi bunun üzerine monte edilir. Çift emişli fanlarda ise yataklama, vantilatörün her iki emiş ağzı tarafına, hava akışına engel olmayacak şekilde yapılır ve istenen taraftan tahrik edilir.

Çalışır durumdaki bir fanın yatakları; işletme şartlarında meydana gelecek mekanik yüklerle, fanın devrine ve sıcaklığına uygun olarak seçilmiştir. Yatakların, işletmede öngörülen ömrünü tamamlayabilmesi için devamlı bakımının yapılması ve dış etkenlerden korunması gerekir.

2.2. Kayışlar, Kasnaklar ve Gerginlik Ayar Yöntemleri

2.2.1. Kayışlar

Endüstride güç aktarma amacıyla çok çeşitli tip ve özellikte kayışlar kullanılmaktadır. Bunlar:

- Düz kayış
- Yuvarlak kayış
- Dişli kayış
- V kayış

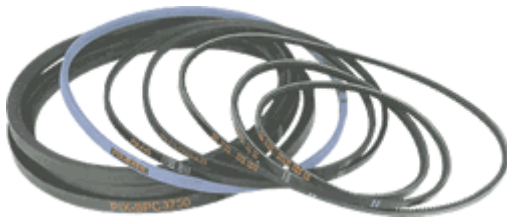
Tesisat sektöründe kullanılan cihaz, pompa, fan, jeneratör, kompresörlerde genellikle “V” kayışlar kullanılmaktadır.

2.2.1.1. “V” Kayışlar

“V” kayışının geçmişi 16. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Bu yüzyılda kaldırma makinelerinde kullanılan kendir halatlarının zamanla konikleştiği ve başlangıçta daire kesitli halatların deformasyona uğradıktan sonra daha büyük yükleri taşıyabileceği gözlemlendi. Bu yüzyıldan sonra deri, kauçuk ve kauçuğa batırılmış kumaştan kayışlar üretilmeye çalışıldı. Fakat gerek kayışın sonsuzluğu, gerekse kasnak tabanına oturması engellenemediği için başarılı olunamadı. 1. Dünya savaşı sonunda otomotiv teknolojisi ilerlerken taşıma elemanları yeterli olmamaya başladı. V Kayışı konusu yeniden ele alındı. Bir dizi denemeden sonra V kayışı, yani paralel olmayan yanakları ile güç taşıyıcı eleman bugünkü şeklini aldı. Yapılan denemelerde kayış kasnağın etrafında dönerken kasnak çapına orantılı olarak değişen 39-40 derecelik yanak açısı bulundu. V kayışlarının en önemli üstünlüğü, eğik yüzeyleri sebebiyle daha büyük çevre kuvvetini iletebilmeleridir.

Gücü harekete çeviren V kayışlarıdır. Yüksek gerilime dayanıklı olduğundan her türlü endüstriyel uygulamada kullanılabilir. Aşınmaya, ısıya, yağa karşı dayanıklıdır. Küçük kasnak çaplarında kullanılabilir. Dişli V kayışları daha iyi bükülebilirlik özelliği nedeniyle daha küçük kasnak çaplarında kullanılabilir. Ayrıca dişleri sayesinde kasnakta çalışırken oluşan ısının daha hızlı dışarı atılması sağlanır. Böylece kayış ömrü uzar.

V kayışlarını “normal V” ve “dar V” kayışları olmak üzere iki sınıfa ayırırız. “Dar V” kayışları “normal V” kayışlarının kesitlerinin tümünün zorlanmadığının fark edilmesi üzerine geliştirilmiştir. Normal V kayışları $v = 20$ m/sn, dar V kayışları ise $v = 30$ m/sn hıza kadar kullanılabilir.





Resim 2.4: Kayışlar

2.2.1.2. Dişli Kayışlar

Dişli kayışlar aslında zincir ve V kayış kasnak mekanizmalarının özelliklerini bir araya getiren mekanizmalardır. Hareket iletimi kayışın iç yüzeyinde bulunan dişlerin kasnaktaki dişleri kavraması ile gerçekleştiğinden, mekanizmanın çalışma prensibi zincir mekanizmasınıninki ile aynı olur. Diğer taraftan kayışın esnekliği ve kasnak üzerindeki sarılış tarzı V kayış mekanizmasına benzeyen özelliklerdir.

Genel olarak dişli kayış mekanizmasının üstünlükleri şu şekilde özetlenebilir:

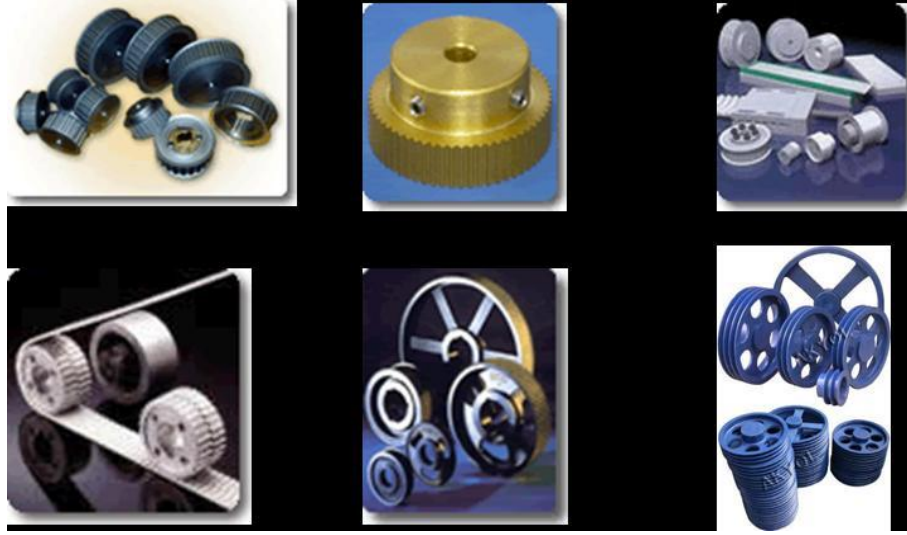
- Çalışma sırasında kısmî ve tam kayma gibi olaylar meydana gelmez. Bu nedenle çevrim oranı sabit kalır.
- Kayış dişleri ile kasnak dişleri arasında bir çalışma boşluğuna ihtiyaç olmadığından, hareket büyük bir hassasiyetle senkronize edilebilir.
- Gürültüsüz çalışır.

2.2.2. Kasnaklar

Düz kayış kasnakları genel olarak dökme çelik, dökme demir ($v \leq 25$ m/s ise) ve kaynak yöntemi ile yapılır. Çok küçük zorlanma ve devir sayıları için hafif metalden veya plastikten imal edilir. Kayışın üzerinden çıkmasını önlemek için $v \geq 20$ m/s olması durumunda, kasnağın dış yüzeyi bombeli yapılır. Kasnak yüzeyi oldukça düzgün olmalıdır. Kasnaklar tek parçalı veya iki parçalı (söküp takma kolaylığı için) yapılır.

V kayış kasnakları genel olarak dökme demirden, küçük güçlerde presleme yoluyla sacdan yapılır. Tek kanallı veya çok kanallı olabilir. Etken çapı değiştirilebilen tipleri de vardır.

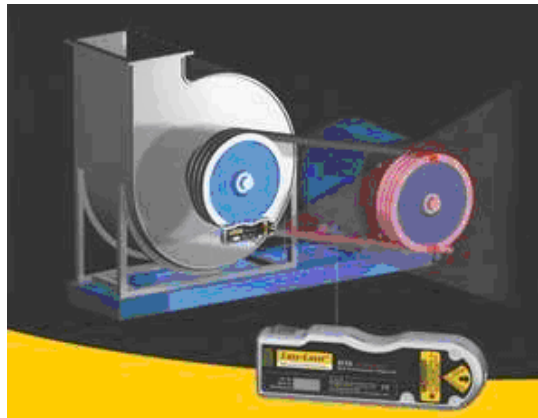
Dişli kayışlar için kullanılan kasnakların dişleri azdırma tezgâhlarında açılmalıdır. Kayışı merkezlemek için kasnaklara tek veya çift taraflı olmak üzere yan flanşlar yapılabilir. Flanşlı sistemlerde kayış yerleştirildikten sonra, kayış ile flanş arasında bir yan boşluğun bulunması şarttır. Bazı hallerde çelik veya dökme demirden de imal edilir. Hafif metalden yapıldığı durumlarda dökme demir veya çelikten yapılan konik göbekler civatalar vasıtasıyla kasnağa bağlanır.



Resim 2.5: Çeşitli tip kasnaklar



Şekil 2.8: Kasnaklara kayışların yerleştirilmesi





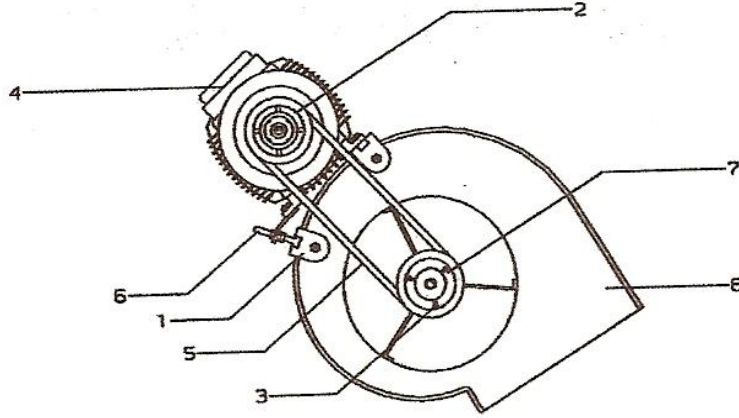
Resim 2.6: Kayış - kasnak uygulamaları

2.2.3. Gerginlik Ayar Yöntemleri

Kayış gerginlik işlemine geçmeden önce, motor ile fan kasnaklarının aynı doğrultuda olmasına çok dikkat edilmelidir. Aksi halde yan sürtünmelerle kayış ömrü çok kısılacaktır. Kayış gerginliğini ayarlama işlemi sırasında fan, mil, rulman, motor gibi kısımlara çekiç ve benzeri sert cisimlerle vurmamız. Bu gibi darbeler yatakların hasarına ve fanın dengesiz çalışmasına sebebiyet verecektir.

Doğru kayış gerginliğine bilhassa dikkat ediniz. Kayışın fazla gerginliği, yataklara motorun fazla yüklenmesi ve ısınmalara sebep olduğu gibi, gevşek kayış da fazla kayış aşınmasına, fan devir ve gücünün azalmasına yol açar. Kayışlar kalkış esnasında kaymayacak gerginlikte olmalıdır. İlk 15 işletme saati sonunda kayış uzaması toplam uzamanın % 80'ine ulaşır.

Kayış gerginliği; kayışın kasnak üzerine bastırılması, kayış imal edilirken çevre uzunluğunun biraz kısa yapılması, gergi kasnağı kullanılması, aks aralığının (eksenler arası mesafenin) açılması gibi yöntemlerle sağlanır. Gergi kasnağı, kayışın iç veya dış kısmına yerleştirilebilir. Kayıştaki gerilmenin sabit tutulması hidrolik, pnomatik, ağırlık veya yay kuvveti ile sağlanır. Aks aralığının değiştirilmesi ise motoru kaydırarak karşı ağırlık sağlanmasıyla veya otomatik olarak gerginlik sağlayan sistemlerle sağlanır. Havalandırma sistemlerinde kullanılan radyal fanlarda kayış gerginliği genellikle aks aralığı değiştirilmek suretiyle (direkt akupule edilmiş motorların haricinde) sağlanır.

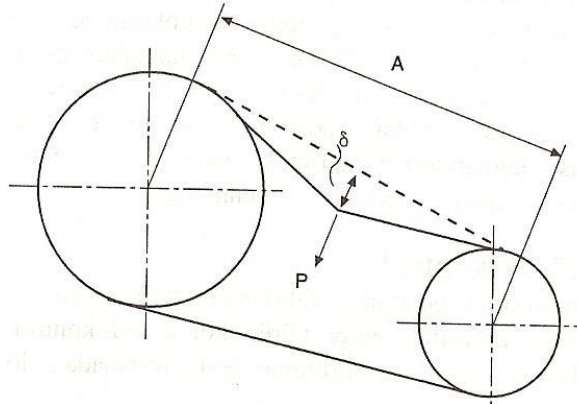


Şekil 2.9: Kayış-kasnak sistemi elemanları

1. Motor Desteği
2. Motor kasnağı
3. Setuskur
4. Motor
5. Kayış
6. Gerdirme vidası
7. Fan kasnağı
8. Fan salyangozu

Doğru kayış gerginliği için aşağıdaki kontrol usulleri esas alınabilir:

- Serbest kayış uzunluğunun her bir metresi için bir kayış profili yüksekliğinde bastırılabilirse kayış gerginliği uygun demektir.
- Kayış montajı ve gerdirme işlemi tamamlandığında, kayışın orta yerinden başparmağımızla bastırıldığında $p = 1,5-2$ cm' lik kayış eğilmesi normal gerginlik olarak kabul edilir.



Şekil 2.10: Kayış gerginliği kontrolü

2.2.4. Fan ve Motoru İşletmeye Alma

Elektrik motoru mutlaka yetkili bir elektrikçi tarafından bağlanmalıdır. Motorun üzerindeki etikette belirtilen voltajın, şebeke voltajına uyup uymadığını kontrol ediniz. Motor amperine göre tam ayarlanmış bir termik manyetik şalter ile motorun korunmasını sağlayınız. Her üç fazda da cereyan bulunup bulunmadığını kontrol ediniz. Toprak hattını bağlamayı unutmayınız. Fanı işletmeye almadan önce bütün koruma tedbirlerinin ve diğer tedbirlerin alınmış olduğuna emin olunuz.

Fanın ilk kalkışından önce fanın veya ona bağlı kanalların içinde yabancı cisimlerin bulunup bulunmadığını kontrol ediniz ve gerektiğinde temizleyiniz. Fanın her işletmeye alınışında kanaldaki basma veya emme ağzındaki klapa ve diğer kapatma elemanlarını tam olarak kapatınız. Bu şekilde başlangıçta motorun fazla yüklenmesi önlenmiş olur. İşletme devrine ve ısısına eriştikten sonra kapama elemanlarını ihtiyaç kapasitesine göre tekrar yavaş yavaş açınız. Sürtünme sesi duyulup duyulmadığını kontrol için fanı el ile birkaç kere döndürünüz. Motorun şalterini kısa bir süreyle açıp kapatınız. Fanın doğru yönde (ok yönünde) dönüp dönmediğini kontrol ediniz. Eğer doğru yönde dönmüyorsa motorun kutup bağlantılarını değiştirerek doğru yönde dönmesini sağlayınız. Herhangi bir arıza tespit edilmemişse asıl işletmeye geçiniz. Fanın çalışmasından sonra ampermetre ile motor akımını kontrol ediniz. IEC standartlarına uygun motorlar amper etiket değerlerinin 1,5 katı fazlasında iki dakika arızasız çalışabilir. Motor koruyucu şalter termiğini buna göre ayarlayarak kontrolünü yapınız. Genellikle işletme sırasında motor amper etiket değerinin en fazla % 10 aşılmasına müsaade edilebilir.

Motorun aşırı yüklenmesi halinde derhal şalteri kapatınız. İşletmeye, damperi kısarak, hava kapasitesinin istenen normal değere gelmesini sağlayarak devam ediniz.

Zamanla kayışların uzaması söz konusu olduğundan bilhassa işletmenin ilk haftalarında kayış gerginliğini sık sık kontrol ediniz ve gerektiğinde gerdiriniz. Genellikle fanın işletmeye alınmasını müteakip 2 hafta içinde ve bilahare 4 hafta sonra kayışlar gerdirilir.

Kayış gerginliği en az 3 ayda bir kontrol edilmelidir. Gerdirmede kasnakların aynı doğrultuda olmasına ve fan mili ile motor milinin birbirine paralel olmasına dikkat ediniz.

Kayışları toz, yağ ve kimyevi maddelerden koruyunuz. İlk işletme saatlerinde yatakları ısı ve ses yönünden gözlem altına alınız. Yatakların (başlangıçta) ısınması halinde fanı durdurunuz ve yatakların soğumasını bekleyiniz. Sonra tekrar çalıştırınız. Bu işlem ilk çalışma periyodunda birkaç kere tekrar edilebilir.

Fanın uzun bir müddet beklemesi halinde yatakları işletmeden önce temizleyiniz ve yeni gres ile doldurunuz. Yatağın boş kısmının 1/3 ila 1/2'si gres ile doldurulur. Uzun işletme araları sonucu, nem tesiri ve yabancı maddelerin kirletmesi yüzünden paslanmalara rastlanabilir. Bu durumu kontrol ediniz ve gerektiğinde rulmanları değiştiriniz.

Fan, siparişte belirtilen işletme şartlarına (debi, basınç ve ısı gibi) uygun olarak seçilmiştir.

Değişik şartlarda kullanılıp kullanılmayacağı hususunda ilgili üretici firmaya danışılması gerekir. Temiz hava fanı olarak sipariş edilen fanları, materyal, tozlu hava veya gaz ve sıcak gaz sevkinde kesinlikle kullanmayınız.

Temiz hava fanları, temiz hava sevki hariç başka maksatlar için kullanıma uygun değildir.

2.2.5. İşletme Sırasında Olası Arızalar ve Sebepleri

İşletmede meydana gelebilecek arızaları hemen tespit etmek için aşağıdaki hususlara dikkat ediniz ve fanın çalışmasını belirli aralıklarla kontrol ederek işletme emniyetini sağlayınız. İyi dengelenmiş fanlar sessiz ve sarsıntısız bir şekilde döner. İşletme sırasında bu durumun aksine herhangi bir arıza görülürse hemen fanı durdurunuz. Arızanın sebebini araştırınız ve arızayı gideriniz.

Meydana gelebilecek arızaların sebepleri şunlar olabilir:

- Fanların dengesizliği: Aşınmasından veya kanatlara toz ve benzeri maddelerin birikmesinden (yapışmasından) kaynaklanabilir ve fanın titreşimine yol açar. Bu durumda fan derhal durdurulur, temizleme kapağı açılır ve fan temizlenir. Titreşim yine devam ederse fanın dinamik dengesizliğinin alınması gerekir.
- Yatakların ısınması: Fazla yağlanmaları veya yeterli derecede yağlanmamaları başlıca sebeptir.
- Yatakların doğru monte edilmemesi.
- Kayışların uzaması veya kopması: Aşınma ve kasknakların aynı doğrultuda monte edilmemesinden ileri gelir.
- Şasi, motor ve yatak civatalarının gevşemesi.

2.2.6. Bakım

Her fan, işletme esnasında belirli bir bakıma ihtiyaç gösterir. Aşağıda, özellikle fan, gövde, yataklar, tahrik düzeni ve tahrik motoru için gerekli olan bakımın ana hatları belirtilmiştir.

- Bütün bağlantı civatalarının (örneğin şasi, yatak, göbek ve motor civatalarının) sıkılığını kontrol ediniz. Gevşek olanları sıkınız.
- Mili kontrol ediniz. Herhangi anormal bir durumdan dolayı milde eğilme veya hasar olmuşsa milin yenisini talep ediniz.
- Milde korozyon meydana gelmişse temizleyiniz ve üzerine koruyucu lak sürünüz. Fan boyasının bozulması halinde yeniden boyayınız.

- Fan ve gövde doğal aşınmalara maruzdur. Bu, özellikle sevk edilen akışkanın tozlu oluşuna veya içerik ve özelliklerine göre korozyona, aşınma ve birikmelere yol açabilen gaz buharı, asit vb. kimyevî maddelerin sevkî hâlinde meydana gelir.
- Bu gibi aşınmalar malzeme mukavemetini azaltır ve fanın kanatlarında meydana gelen birikmelerde dengesizliğe ve yatakların aşırı yüklenmesine sebep olur.
- Düzenli aralıklarla (sevk edilen akışkanın özelliklerine göre) fanın sessiz, sarsıntısız ve dengeli çalışmasını kontrol ediniz ve gerektiğinde temizleme kapağını açarak fanı temizleyiniz. (tozlu ve koroziv akışkanlarda haftada en az bir kere).
- Eğer kontrol sonucu fanda bir zedelenme ve aşınma olmuşsa fanın değiştirilmesini isteyiniz.
- Fanda herhangi bir nedenden dolayı bir tamirat ve değişiklik yapılırsa, fanı monte etmeden önce fanın hassas dinamik balansını mutlaka yaptırınız.

2.2.7. Fan Hava Debisi Kontrolü

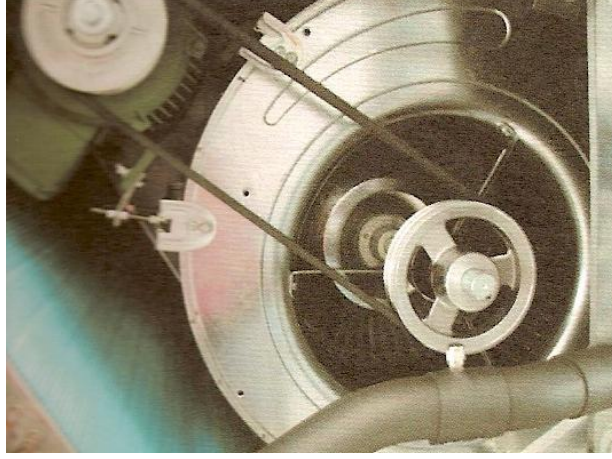
Çoğu havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde, fanın bastığı hava miktarı kısa veya uzun süreli olarak değişir. Hava debisindeki bu değişim aşağıdaki yöntemlerden birisi ile sağlanabilir.

Bunlar:

- Fan hızını değiştirerek,
- Fan kanatlarının eğimini değiştirerek (kanal tipi aksel fanlarda),
- Fan girişini, ayarlanabilir ve kontrol edilebilir kanatlarla kısarak,
- Fan çıkışını ayarlanabilir damperler ile kısarak yapılabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen fan ve motor kasnakları arasındaki eskiyen kayışı değiştirerek yeni kayışın gerginlik ayarını yapınız.






Resim 2.7: Kayış gerginlik uygulaması

Not: Bu işlem için atölyenizde uygun fan ve motor bulunmaması durumunda, çevrenizdeki merkezi havalandırma sistemi bakımını yapan işletmelerden yardım alabilir veya bu işlemi gözlemleyebilirsiniz.

Gerekli Malzemeler

- Fan, motor kasnak düzeneği
- Yeni kayış
- Açıktağız anahtar takımı

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fanın bulunduğu cihazın kayışlarının mahfazasını sökerek fan kayışlarının normal olup olmadığının el ile kontrolünü yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cihazın kapalı olmasına dikkat ediniz. 
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kayışı kasnaktan çıkarınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kayışı çıkarmak için motoru kızığa üzerinde hareket ettirmeniz gerekir.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kasnak setuskur vidalarını anahtarla gevşetiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fazla olmamakla birlikte gerektirdiği kadar gevşetiniz ve gerektirdiği kadar döndürünüz. 
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Setuskur vidalarını sıkarak kasnağın kanalındaki kayışları yenisi ile değiştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutlaka yeni kayış takılmasına dikkat ediniz. 
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerdirme somunu ve pulunu kullanarak kayışların gerginliğini sabitleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullandığınız malzemeleri toplayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Kayışı çıkarmak için motoru kızağı üzerinde hareket ettirdiniz mi?		
3. Kasnak setuskur vidalarını gevşeterek gerektirdiği kadar döndürdünüz mü?		
4. Setuskur vidalarını sıkarak kasnağın kanalındaki kayışları yenisi ile değiştirdiniz mi?		
5. Gerdirme somunu ve pulunu kullanarak kayış gerginliğini sabitlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME:

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Fan, bir basınç farkı oluşturarak havanın akışını sağlayan cihazdır. Fanın hareketli elemanı olan çarkı, hava üzerinde iş yapar ve ona statik ve kinetik enerji kazandırır.
2. () Radyal tip fanlarda, basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi eksenel yöndedir.
3. () Aksiyal tip fanlar pervane kanatlı tip, silindir kanatlı tip ve kılavuzlu silindir tip olmak üzere üç kısma ayrılır.
4. () Aksiyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi eksenel yönde olmayıp santrifuj (merkezkaç) kuvveti doğrultusundadır.
5. () Çoğu havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde fanın bastığı hava miktarı, hava hızını değiştirerek sağlanabilir.
6. () Gücü harekete çeviren eleman V kayışlarıdır.
7. () Kasnaklar dişli kayışlar aslında zincir ve V kayış kasnak mekanizmalarının özelliklerini biraraya getiren mekanizmalardır.
8. () Fanların bakımı yapılırken, kayışları kontrol edilir. Fan yataklarının yağları kontrol edilir ve eksik ise yağlanarak fan çarklarındaki toz, kir ve pislikler temizlenmelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, merkezi havalandırma sistemlerinde gerekli olan hava hızını tekniğine uygun olarak ölçebilecek ve ayarlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Kalibre edilmiş anemometrelerin kullanılma amaçlarını araştırınız.
- Velometrelerin kullanılma amaçlarını araştırınız.
- Pitot tüplerinin kullanılma amaçlarını araştırınız.

Araştırma için internet ortamı ve bu ürünleri satan bayileri ziyaret ediniz. Merkezi havalandırma tesisatı olan binaları inceleyerek hava hızı ölçümleri hakkında yetkililerden bilgi alınız. Aldığınız bilgileri bir rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. HAVA HIZI ÖLÇMEK

Havalandırma tesisat sistemlerinde, en az enerji ve en az işletme giderleri ile istenilen konfor şartlarının sağlanması ön koşullardan birisidir. Havalandırma sistemlerinde gerekli hava hızını sağlayabilmek için hava, debi ve basıncı karşılayabilen fanlar kullanılır. Gerekli olan havanın hızını ölçmek çeşitli cihazlar yardımıyla yapılmaktadır.

Hava kanallarında hız ve debi ölçümü yapmadan önce aşağıdaki kurallara dikkat edilmelidir. Dağıtıcı hava kanalı sistemi, mümkün olan ve erişilebilen yerlerde kontrolden geçirilir ve hava debisi ayarlanır.

Hava ölçümü ve debi ayarı:

- Her ana hava kanalı, düz parçasının hava akış yönünde ve düz kanalın son kısmına yakın yerden hız ölçümü yapılmalıdır.
- Ölçüm, kalibre edilmiş bir anemometre, velometre veya pitot tüpü ile yapılır.
- Sıcaklık ve atmosferik basınç şartları standart şartlardan çok farklı ise düzeltme sayısı ile çarpılmalıdır.
- Yapılan ölçümlerin ortalaması alınıp kanal kesitine göre geçen havanın debisi bulunur.
- Kanal sistemine gelen hava normalden fazla ise fan devri azaltılarak veya çıkış damperi kısılarak istenen hava debisi elde edilir.

- Kollardaki hız ölçümlerine göre, arzu edilen kol hava debilerini sağlayacak şekilde kolon klapaları ayarlanır.
- Sistemde bütün klapalar ve hacim damperleri tam açık iken ve üfleme, emiş ve egzoz fanları çalışır halde iken dönüş/taze hava oranı damperlerle ayarlanır.

Kanal hava hızının ölçülmesinde ise çeşitli tipte anemometreler ve velometreler kullanılır. Havalandırma kanallarındaki basıncın ölçülmesinde çeşitli tip manometreler ve pitot tüpleri bir arada kullanılır. Gelişmiş manometreler yardımıyla kanal havasının hız ve sıcaklık değerlerini de bir anda ölçmek mümkündür.

3.1. Kalibre Edilmiş Anemometreler

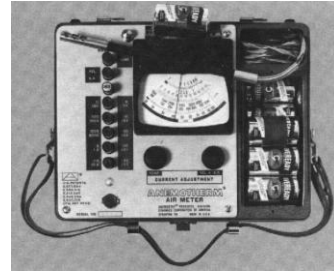
Havalandırma sistemlerinin kullanıldığı tüm alanlarda ve uygulamalarda yapılan ölçümlerde, ölçüm işlemi yapanların kendi ihtiyaçlarına ve standartlarına göre bu işlemi gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Yapılan hava hızı ölçümlerinde hassasiyet ve dikkat gerekir.

Ölçümlerdeki çok ufak gibi görünen bir fark bile yatırımın ekonomikliğini etkileyebilmektedir. Ölçümlerin sürekli olarak yapılması gerektiği dikkate alınmırsa çok küçük veri kaybı dahi büyük problemlere yol açabilmektedir. En önemli parametre ise ölçümlerin yapılacağı sensörlerin doğru bir şekilde seçilerek ölçüm yapılacak yere yerleştirilmesidir. Bu gibi sebeplerden meydana gelebilecek hatalar, verilerin doğru bir şekilde değerlendirilememesine neden olmaktadır.

En gelişmiş ölçüm sisteminin kullanılması bile pahalı değildir. Güvenli bir hesaplama için tahmin yapılan değerlerden daha düşük bir değer alınmalıdır. Çünkü matematiksel eşitlikler ideal koşullar için geliştirilmiştir ve ortaya çıkabilecek belirsiz durumlar dikkate alınmamaktadır. Büyük endüstriyel işletmelerde, daha yüksek yatırım gerektiriyorsa kalibre edilmiş anemometreler ve teçhizatlarla ölçüm yapmak pahalı görülebilir. Fakat bu sayede birçok hatadan para harcamadan da kaçınılabılır. Hata oranı, kalibre edilmiş anemometrelerde (%) 0.5 – 3 arasında olmaktadır.



Resim 3.1: Pervaneli anemometre



Resim 3.2: Sıcak telli anemometre

3.1.1. Mekanik Anemometre

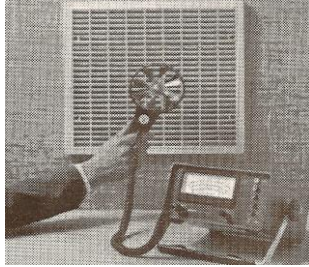
Hava hızı ile hareket eden bir pervane ve buna bağlı bir hız göstergesi olan bu mekanik tip ölçü aleti ile menfez ve difüzörlerde, üfleme ve emme hava hızları ölçülmektedir.



Resim 3.3: Mekanik anemometre

3.1.2. Elektronik Anemometre

Bir pil ile çalışan bu ölçü aletinin direkt dijital veya analog okunabilir tipleri mevcuttur. Dijital okunabilir tipler belirli zaman dilimi için ortalama hız değeri tespiti yapabilmektedir.



Resim 3.4: Elektronik anemometre

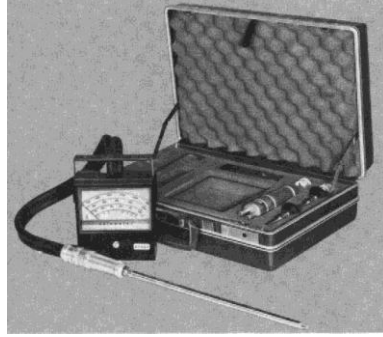
3.1.3. Termal Anemometre

Termal anemometre probda bulunan ısıtılmış telin rezistansı sıcaklık farkı ile değişir. Isıtılmış tel elementin üzerinden hava akışı olduğunda, durgun havaya nazaran telin sıcaklığı düşer, bu da rezistansın değişmesine neden olur ve skalada hava hızı olarak okunur. Bu tip hava debisi ölçerler, oda hava hızı, hava akışı ve filtre hızı ölçümünde, yani düşük hızlarında kullanılır.

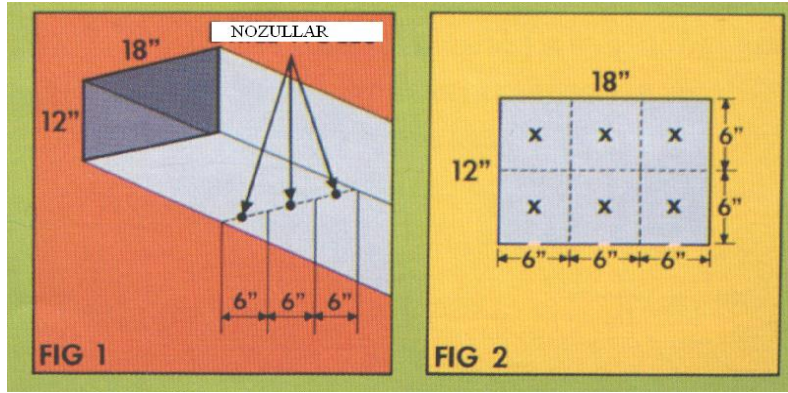
3.2. Velometreler

Velometreler gerçek hava hızını ölçmede kullanılır. Havalandırma kanal sistemi sistem basıncı üç basınç tarafından baskı altında tutulur.

- **Statik basınç:** Kanaldaki hava basıncı
- **Hız basıncı:** Havanın hız ve ağırlığından üretilen basınç
- **Toplam basınç:** Statik basıncın ve hız basıncının toplamı toplam basınca eşittir.

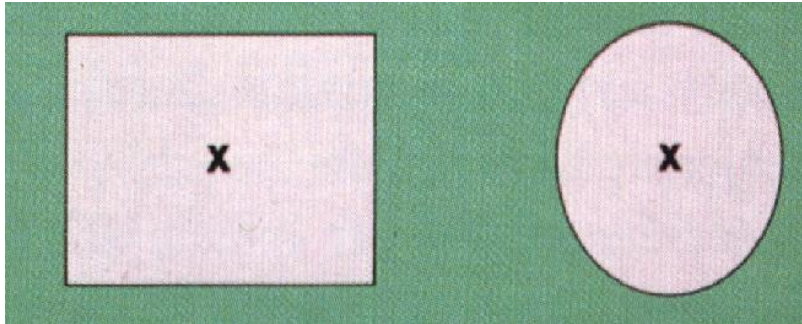


Resim 3.5: Velometre

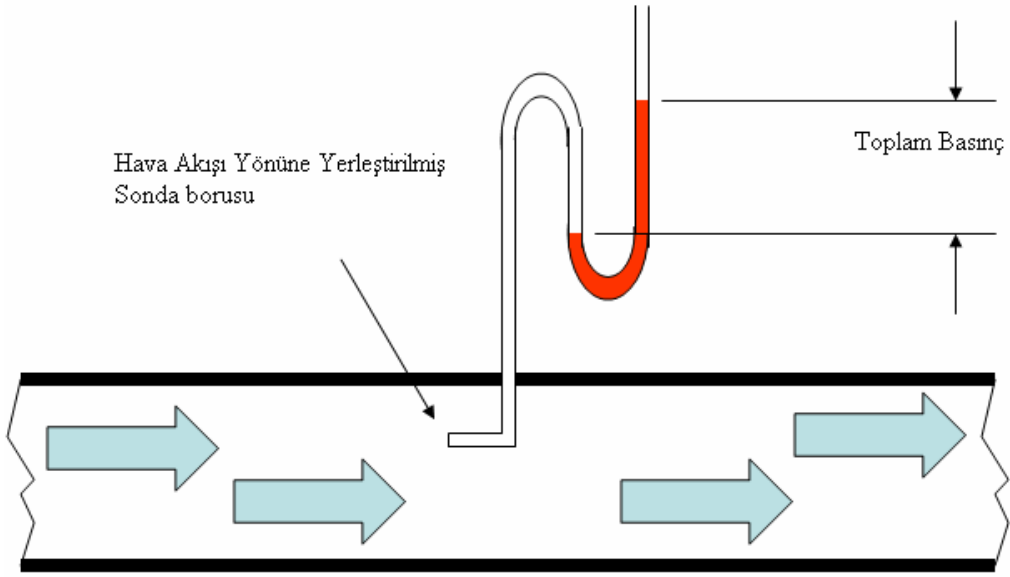


Şekil 3.1: Dikdörtgen kanallarda çapraz hız ölçümü

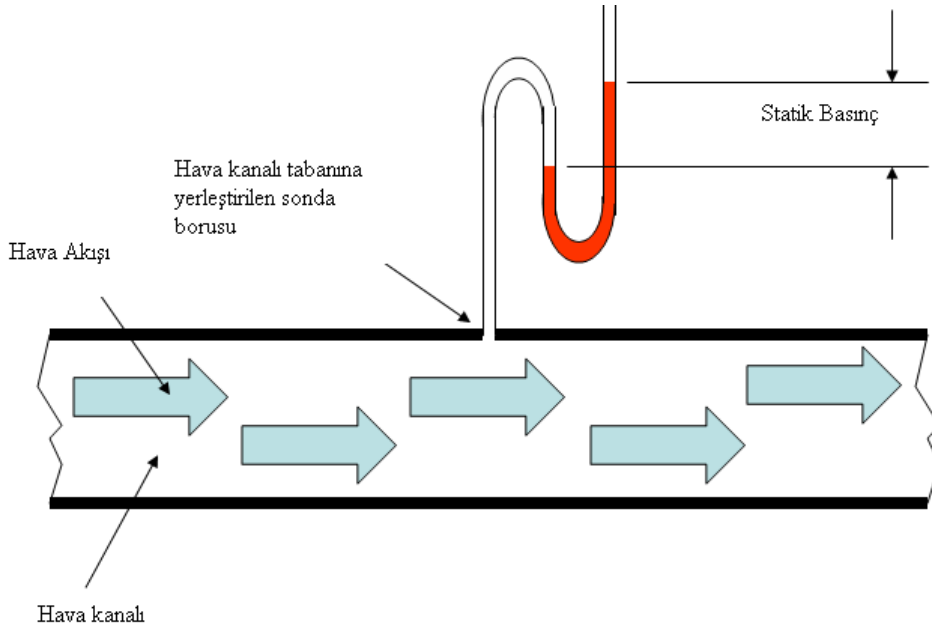
Okunan değerin (x) 0.9 ile çarpılması yaklaşık hız basıncına eşittir



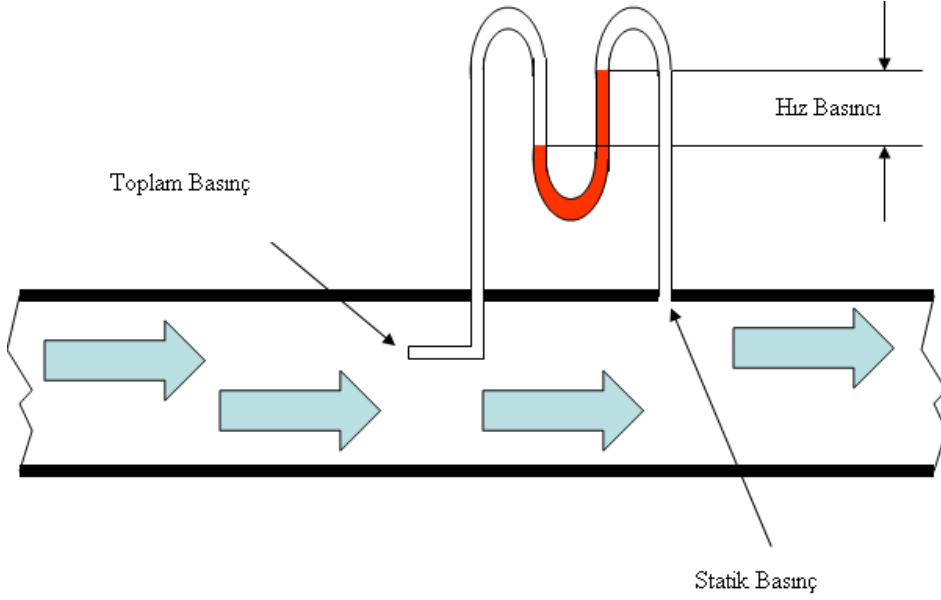
Şekil 3.2: Tek nokta yaklaşımı



Şekil 3.3: Hava akışı yönüne yerleştirilmiş boru



Şekil 3.4: Hava kanalı tabanına yerleştirilmiş boru

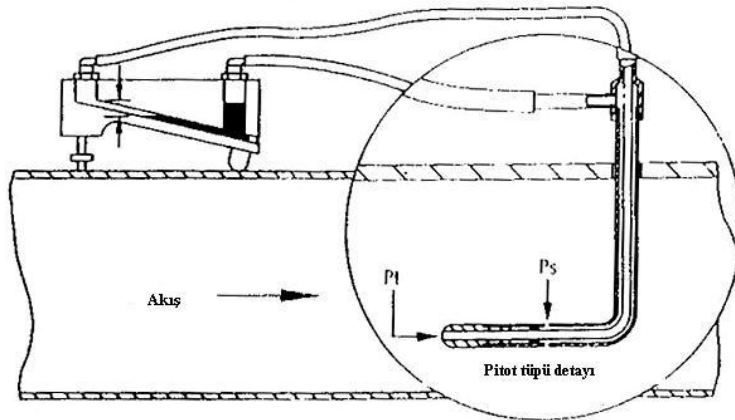


Şekil 3.5: Toplam basınç ölçümü

3.3. Pitot tüpleri

Pitot tüpleri, hava kanallarındaki basıncı ve hızı ölçmek amacıyla özel manometrelerle birlikte kullanılır. Standart bir pitot tüpü, uygun bir manometre ile kullanılarak kanal içerisindeki hava hızını basit olarak ölçme imkânı sağlar. Pitot tüpü, iç içe iki adet tüp borudan oluşmuştur. İç tüpün uç kısmına bağlanan bir manometre ile toplam basınç (TP) okunabilir.

Dış tüpün yan çıkışına bağlanan bir manometre ile statik basınç (SP) okunabilir.



Şekil 3.6: Pitot tüpü detayı

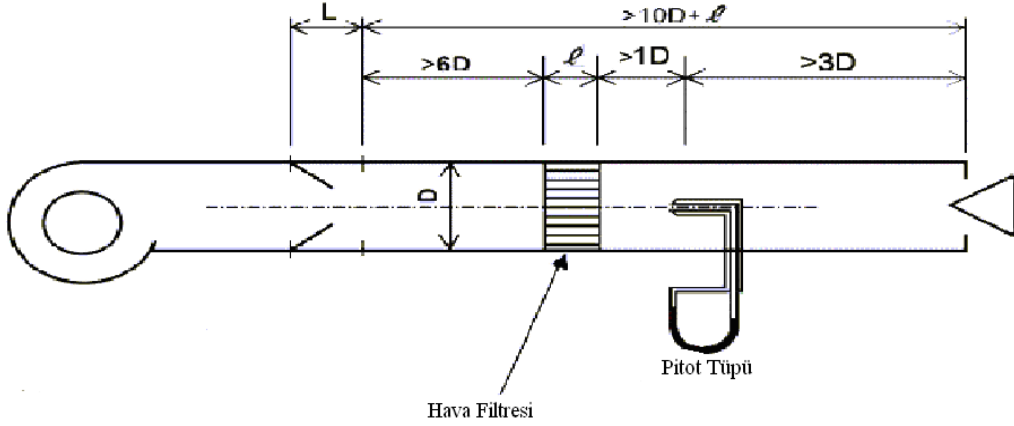
3.3.1. Hava Debisi Ölçümü

Hava debisi ölçümü için aşağıdaki formül kullanılır

$$Q = A \times V$$

A= Ölçüm yapılacak kesitin yüz ölçümü

V= Hava Hızı



Şekil 3.7: Pitot tüpü ile hava kanallarında hız ölçümü

Göreceli veya karşılaştırmalı hava debisi ölçümü yapabilmek için hava ölçümü yapacak istasyonların, kanalın orta hat çizgisi üzerinde yerleşmiş olması ve o noktadaki hava hızının günlük okumalar şeklinde alınması gerekir.

Daha detaylı bir debi okuması için zikzak (traverse) yöntemi uygulanmalıdır. Aşağıdaki tablo, hava debisi ölçümü yapan cihazların hassasiyetlerini vermektedir.

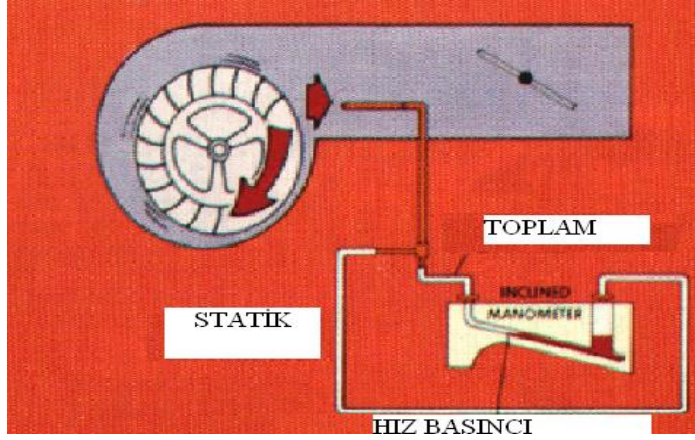
Cihaz	Hava Hızı (m/dk)	Hassasiyet %
Duman tüpü veya tabancası	3-45	-/+10
Velometre	0-250	-/+10
Anemometre (tek noktadan ölçüm)	0-1200	-/+30
Anemometre (ızgara ölçüm probu) ile	0-1200	-/+2
Termal anemometre	1-600	-/+2
Pitot tüpü	>60	-/+1-2

Tablo3.1: Hava debisi ölçümü yapan cihazların hassasiyetleri

HVAC kanalları veya menfezlerinde ya da diğer terminal cihazlarında hava hızı ve debisi ölçümü yapılırken, ortalama hava hızını yakalayabilmek için hava akışı yönünde zikzak (traverse) konumlu bir seri okuma yapmak gerekir. Bu şekilde hava akış miktarının hassas bir şekilde ölçümü olanaklı olabilir.

Genellikle çok çabuk bir şekilde kanalın bir noktasındaki ya da menfezden çıkan hava debisi ya pitot tüpü ya da manometre kullanılarak anlık ölçülmektedir. Bu ölçme, genelde kanaldan geçen hava akışının tam orta noktasında yapılmaktadır. Genelde tek noktadan debi okunmaktadır. Bu ölçüm değerine dayalı olarak ise fan performansı hesabı ve buna bağlı olarak, damper ve dağıtım elemanlarındaki reglajlar etkilenmektedir. Bu ise binanın hem hava kalitesine hem de işletme giderlerine olumsuz etkide bulunmaktadır.

Bu durumda, ortamda bulunan insanlardan “çok sıcak, çok soğuk” şikâyetleri gelecek, ya da enselerine vuran hava akışlarından rahatsızlıklarını dile getireceklerdir. Bina yöneticisi de kabaran faturalardan şikâyet edecektir. Bunun sonucu; sahada uzun süreler tekrarlanan yeniden ayar ve karşılığı ödenmeyen mühendislik hizmetleridir. Bunun nedeni başlangıçta yapılan dikkatsiz ve özensiz hava ölçümleridir. Oysa aşağıda anlatılan yöntemle yapılacak ölçümler, herkes için faydalı olacaktır.



Şekil 3.8: Pitot tüpünün kullanılması

3.3.2. Hava Basıncı Ölçümü

Sıvı ve gazların birim yüzeye uyguladığı kuvvete basınç adı verildiğini biliyoruz. Basınç ölçümlerinde manometre adı verilen ölçme araçları kullanılır. Farklı basınç ölçümleri için çeşitli tipte manometreler üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

3.3.2.1. Mekanik Kadranlı Manometreler

Bu tür manometreler pompa basıncının kontrolünde, serpantin chiller ve kondenser basınç ölçümlerinde kullanılır.



Resim 3.6: Manometre



Resim 3.7: Çeşitli basınç ölçerler

3.3.2.2. Fark Basınç Manometreleri

Tesisat için yapılacak tüm debi ölçümlerinde mutlaka basınç farkı gereklidir. Bu da iki basınç ölçümü gerektirir. Basınç ölçümlerinden biri yüksek basınç, diğeri de alçak basınç bölümünden alınmalıdır. Tüm debi ayarlamalarında bu metot uygulanmalıdır.

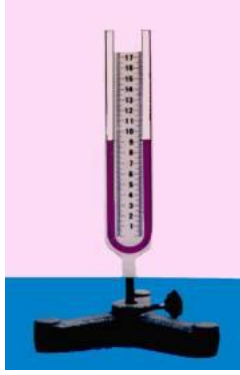


Resim 3.8: Fark basınç manometreleri

3.3.2.3. U Manometre

Hava ve hidrolik sistemlerinde kısmi vakum ve pozitif basıncı ölçmekte kullanılan basit bir manometredir. Milimetre su sütunu veya inç su sütunu skalalı tipleri uluslararası alanda kullanılmaktadır. U manometreler çeşitli ebatlarda olmakla beraber, 250 Pa üzeri basınç düşümlerinde (filtre, serpantin, fan, terminal ünitesi, kanal parçası gibi) kullanılması uygundur.

Sulu sistemlerin basınçları, hava devrelerine göre çok büyük olduğundan sulu veya alkollü manometreler yerine cıvalı manometreler kullanılır.



Resim 3.9: U manometre

3.3.2.4. Elektronik Manometre

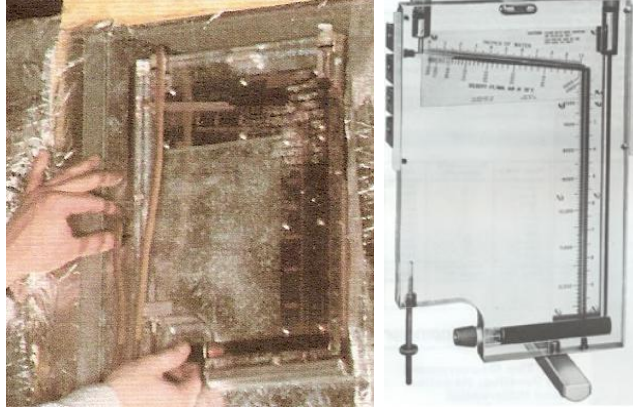
Elektronik manometreler çok düşük basınç değerlerini doğru olarak ölçmek üzere tasarlanmıştır. Kullanım sahası 0.025–15,000 Pa'dır. Bu tip manometrelerde hava debisi ve hız, barometrik basınca ve sıcaklığa bağlı olarak otomatik bir şekilde düzeltilmektedir. Bu aletlerin bazılarında sıcaklık ölçme gibi ilave fonksiyonlar da mevcuttur. Pitot tüpü veya statik basınç probu ile birlikte kullanılır. Bu aletler hız gridleri ile birlikte HEPA filtre çıkışında, davlumbaz ağızında ve serpantin yüzeyinde hız ölçmede kullanılır.



Resim 3.10: Elektronik manometre

3.3.2.5. Eğimli ve Dik Manometre

Bir dik bir de eğimli iki adet skalası olan bu manometrenin eğimli skalası ile 250 Pa altı basınç farkını doğru olarak ölçmek mümkün iken, dik skala ile daha yüksek değerleri ölçmek mümkündür. Bu manometre, pitot tüpü veya statik prob ile birlikte basınç veya hava hızını ölçmekte kullanılır.



Resim 3.11: Eğimli ve dik manometre

3.3.3. Hava Kanallarında Akış

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem, havalandırma kanalını zikzak olarak kat eden pitot tüpü prensipli hava akış istasyonu ve bunun ucuna bağlanmış olan elektronik basınç transdüserli basınç ölçüm cihazlarıdır. Hava debisi ölçümleri termal manometre ile de yapılabilir. Ancak termal manometre ile ölçümlerde hızlanma ve esneme etkilerini dikkate almak gerekir. Termal manometre ölçümleri yeterince hassas olmadığından doğal olarak bu ölçüm sonuçları çok fazla kabul görmez.

Kanalda hava debisi ölçümü yapılacak ise ölçüm yapılacak kesit bölgesinden önceki düz kanal mesafesi, ölçüm yapılacak kanal kesit çapının ya da genişliğinin altı katı uzunlukta olmalıdır. Aynı şekilde ölçüm yapılacak kesit bölgesi sonrasındaki düz giden kanal uzunluğu, kesit çapının ya da genişliğinin dört katı uzunlukta olmalıdır.

Örnek olarak 35cm x 100 cm genişliğinde bir hava kanalında hava debisi ölçümü yapabilmek için bu hava kanalının en az 10 metre düzgün devam eden bir kısmı bulunmalı ve bu düzgün kısmın 6. metresindeki kesimde ölçüm yapılmalıdır.

Test süresince havanın kalıcı durumda olması istenilen bir durumdur. Hava ölçümleri aşağıdaki tablolarda görülen noktalarda yapılarak kayıt edilir. Kanaldaki hava hızı hesaplanırken her bir ölçüm hız basıncı değerinin karekökü alınarak bu karekök değerlerinin ortalaması alınır.

Aşağıdaki formül kullanılarak ortalama hava hızı hesaplanır.

$$V = 1.291 \sqrt{1013,25/B \times T/293 \times 100000/(100000+P_s)} \times P_v$$

V= Hava hızı m/s

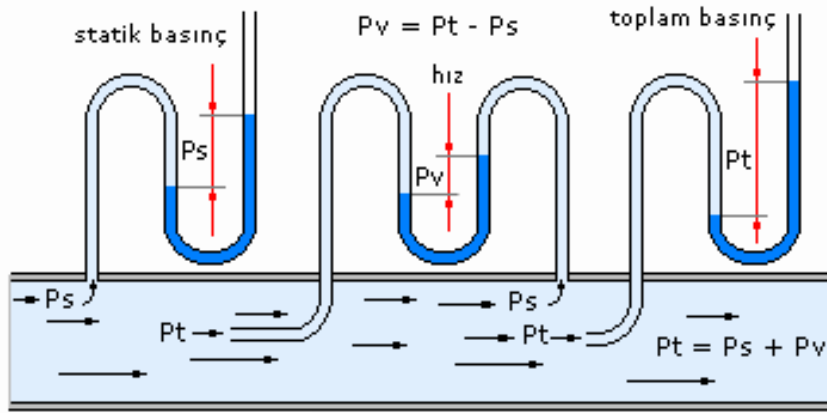
B= Barometrik basınç mbar

T= Mutlak sıcaklık $K=t^{\circ}C+273$ t üfleme sıcaklığıdır.

P_s = Statik basınç Pa

P_v = Hız basıncı Pa

P_s 2500 Pa dan küçük ise $100000/100000+P_s$ yuvarlama değeri göz ardı edilebilir,



Şekil 3.9: Kanal basıncı ölçümü ve hava akış basıncının bulunması

Tavsiye edilen en yüksek kanal hızları m/sn				
Uygulama alanı	Ana kanal		Tali kanal	
	Besleme	Dönüş	Besleme	Dönüş
Apartman	5,0	4,0	3,0	3,0
Toplantı salonu	6,5	5,6	5,0	4,0
Bankalar	10,0	7,6	8,1	6,1
Hastane odaları	7,6	6,5	6,1	5,0
Otel odaları	7,6	6,5	6,1	5,0
Endüstride	15,2	9,1	11,0	7,6
Kütüphaneler	10,0	7,6	8,1	6,1
Evler	5,0	4,0	3,0	3,0
Lokantalar	10,0	7,6	8,1	6,1
Satış mağazaları	10,0	7,6	8,1	6,1
Tiyatro ve sinema	6,5	5,6	5,0	4,0

Tablo 3.2: Tavsiye edilen en yüksek kanal hızları (m/sn)

3.3.3.1. Akış Ölçüm Davlumbazı

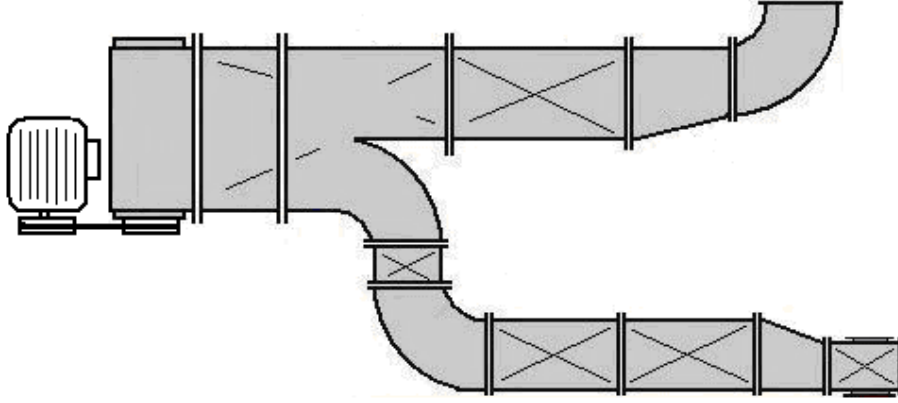
Konik veya piramit şekilli bu cihaz ile bir menfez veya difüzörden çıkan havanın tamamı toplanıp daha dar kesitli boğaz kısmından geçirilirken, buradaki ölçme cihazı ile havanın hızını ölçmek ve debisini doğru olarak tespit etmek mümkün olmaktadır.



Resim 3.12: Torba-davlumbaz tipi debi ölçme aparatı

UYGULAMA FAALİYETİ



Radyal fan montajı yapılmış dikdörtgen kesitli bir hava kanalındaki hava hızını sıcak telli anemometre ile ölçünüz.



Şekil 3.10: Uygulama

Gerekli malzemeler:

- Radyal fan
- Dikdörtgen hava kanalı
- Sıcak telli anemometre
- Kontrol kalem

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Radyal fanı çalıştırmak için elektrik bağlantısını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Bu işlemi yaparken elektrik bağlantısını ders öğretmeniniz yardımıyla yapabilirsiniz. Mutlaka yanınızda kontrol kalem ve izoleli pense bulundurunuz. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Fan çalıştırılmadan önce filtreleri, damperleri, hava klapalarını kontrol ederek pozisyonlarının doğru olup olmadığını ve sabitleme vidalarının sıkılıp sıkılmadığını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kanal üzerindeki elemanları teker teker kontrol ediniz. Gevşek vidalar varsa sıkıştırınız.

<p>➤ Test sonuçlarının yazılacağı rapor kâğıtlarını hazırlayınız.</p>	<p>➤ Test sonuçlarını kayıt altında tutup arkadaşlarınızla paylaşmanız için rapor kâğıtlarını hazırlayınız ve dosyalayınız.</p>
<p>➤ Kanallarda yapılacak ölçümler için en iyi ölçümün yapılacağı noktaları belirleyiniz.</p>	<p>➤ Kanal yapısını inceleyerek ölçüm yapacağınız noktaları belirleyiniz.</p>
<p>➤ Bütün hava çıkış damperlerini tam açık konuma getiriniz.</p>	<p>➤ Hız ölçme işlemine başlamadan önce kanal üzerindeki tüm hava çıkış damperlerini açık konuma getiriniz.</p>
<p>➤ Radyal fanı çalıştırdıktan sonra hava akışının olduğu hava kanalında, sıcak telli anemometre ile üzerinden hava geçen akım taşıyan sıcak tel boyunca oluşan voltaj düşüşünü ölçünüz. Sıcak tel hava akışına dik olarak tutulan bir iletkenin içindedir ve hava debisini otomatik olarak hesaplayıp dijital olarak okunmaktadır. Bu değeri kayıt ediniz.</p> 	<p>➤ Bu cihazlar kullanılırken bir veya iki okuma değerine bağlı kalınız ve sıcak teli hava akışına dik olarak tutunuz.</p> 
<p>➤ Hava hızı ölçümünü yapmışsanız sıcak telli anemometreyi dikkatlice toplayınız.</p>	<p>➤ Anemometrenin sıcak tel probuna zarar vermeyiniz.</p>
<p>➤ Okunan değeri kayıt ettikten sonra bulduğunuz değerleri arkadaşlarınızla paylaşınız. İsteyen arkadaşlarınızın da hava hızı ölçümü yapmalarını bekleyiniz.</p>	<p>➤ Tüm arkadaşlarınız ve ders öğretmeninizle birlikte hava hızı ölçümündeki rakamları aranızda yorumlayabilirsiniz.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli olan malzemeleri temin ettiniz mi?		
2. Radyal fanı çalıştırmak için elektrik bağlantısını yaptınız mı?		
3. Elektrikle ilgili güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
4. Fan çalıştırılmadan önce filtreler, damperler, hava klapalarını kontrol ederek pozisyonlarının doğru olup olmadığını ve sabitleme vidalarının sıkılıp sıkılmadığını kontrol ettiniz mi?		
5. Test sonuçlarının yazılacağı rapor kâğıtlarını hazırladınız mı?		
6. Kanallarda yapılacak ölçümler için en iyi ölçümün yapılacağı noktaları belirlediniz mi?		
7. Bütün hava çıkış damperlerini tam açık konuma getirdiniz mi?		
8. Sıcak tel probunu hava akışına dik olarak tutarak hava debisi ölçümünü yaptınız mı?		
9. Okuduğunuz değeri kayıt ettiniz mi?		
10. Takımları toplayarak çalışma alanınızı temizlediniz mi?		
11. Okuduğunuz değerleri arkadaşlarınızla yorumladınız mı?		

DEĞERLENDİRME:

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Velometrelerden hava hızı ölçümlerinde yararlanılmaktadır?
2. () Barometreler, hava kanallarında basıncı ölçme amacıyla kullanılmaktadır?
3. () Her ana hava kanalı düz parçasının hava akış yönünde ve düz kanalın son kısmına yakın yerden hız ölçümü yapılmalıdır?
4. () Hava kanallarında hava hızı ölçümlerinde hata oranını azaltmak için kalibre edilmiş anemometreler tercih edilir?
5. () Eğik borulu manometreler, hava ve hidrolik sistemlerinde kısmi vakum ve pozitif basıncı ölçmekte kullanılan basit bir manometredir.
6. () Elektronik manometreler çok düşük basınç değerlerini doğru olarak ölçmek üzere tasarlanmıştır.
7. () Eğimli ve dik manometre, pitot tüpü veya statik prob ile birlikte basınç veya hava hızını ölçmekte kullanılır.
8. () Elektronik anemometre, menfez ve difüzörlerde; üfleme ve emme hava hızları ölçmekte kullanılır.
9. () Akış ölçüm davlumbazı; konik veya piramit şekilli bu cihaz ile bir menfez veya difüzörden çıkan havanın tamamı toplanıp daha dar kesitli boğaz kısmından geçirilirken, buradaki ölçme cihazı ile havanın hızını ölçmek ve debisini doğru olarak tespit etmekte kullanılır.
10. () Basınçölçerler (manometreler), pompa basıncının kontrolünde, serpantin chiller ve kondenser basınç düşüşleri için kullanılır.
11. () Tesisat için yapılacak tüm debi ölçümlerinde mutlaka basınç farkı gereklidir. Bu da iki basınç ölçümü gerektirir. Söz konusu ölçüler biri yüksek basınç diğeri de alçak basınç bölümünden alınmalıdır. Tüm debi ayarlamalarında fark basıncının ölçümünün manometre ile yapılması tavsiye edilmektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, merkezi havalandırma sistemlerindeki dengeleme işlemlerini tekniğine uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Termometre çeşitlerini ve özelliklerini araştırınız.
- Desibelmetrelerin nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Higrometre ne olduğunu araştırınız.
- Havalandırma kanallarında kullanılan yalıtım malzemelerini araştırınız.
- Havalandırma sisteminde test, ayar ve balans için yapılması gereken ön hazırlıkların neler olduğunu araştırınız.

Araştırmanızı internet ortamında yapabilirsiniz. Ayrıca merkezi sistem test, ayar ve dengeleme işleri yapan işletmeleri ziyaret ederek bu işlemlerin nasıl yapıldığını gözlemleyebilirsiniz.

4. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE TEST YAPMAK

Isıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemlerinin iyi ve detaylı projelendirilmesi, uygun ve kaliteli cihaz ve malzemelerin kullanılması, teknoloji ve şartnamelere uygun montajı, sistemlerden arzulanan sonuçların alınması için yeterli olmamaktadır. Sistemden istenilen uygun konfor şartlarının ve prosesin doğru çalışmasının sağlanması ve sürdürülmesi için sistemin montajından sonra test, ayar ve balans işlemlerinin yapılması gerekir. Ayrıca bu işlemlerin yapılması sistemin ekonomik olarak çalışması için zorunludur.

Montaj sonrası sistemin projeleri gözden geçirilerek işletmeye alma ve sonraki yapılan işlemlerde sistemdeki elemanların çalışma performansları ve proje ile uyumu test edilmelidir. Sistemdeki fan, aspiratör, pompa gibi cihazların debi ve basınçları projeye uygun olarak ayarlanmalı ve hava, su dağıtım sisteminin bütün bölümlerindeki akış miktarları projedeki değerlere uygun hale getirilerek balanslanmalıdır.

Test, ayar ve balans sonrası hazırlanacak raporlar kabul komisyonuna yardımcı olmalıdır.

Yabancı ülkelerde test, ayar ve balans işlemleri uzman mühendis veya firmalar tarafından yapılarak gerekli raporları hazırlanmamış olan binaların kabul işlemleri başlatılmamaktadır. Ülkemizde de bu işlemlere önem verilmesi gerektiğine inanmaktayız.

Bir ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemi proje, malzeme temini, sahada imalât ve montaj, test, ayar ve balans, kabul, işletme ve bakım safhalarından meydana gelen bir süreçtir. Kurulan sistemin, ortamlarda işverenin istediği konfor şartlarını veya prosesin doğru olarak çalışmasını ve bunu ekonomik işletme masrafları ile sağlaması gereklidir. Projenin amacına ulaşması bakımından test, ayar ve balans işlemleri en az diğerleri kadar önemlidir.

Test, ayar ve balans çalışmalarında sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılır:

- Sistemdeki bütün cihaz ve donanımın çalışma performanslarının tespit edilmesi ve projeye uygunluğunun kontrol edilmesi
- Sistemdeki elektrikli cihazların besleme gerilimi ve çektiği akımların ölçülmesi
- Sistemdeki akış miktarlarının projeye uygun olarak ayarlanması
- Hava ve su dağıtım sisteminin balans edilmesi
- Otomatik kontrol sistemlerinin çalışması ve birbiri ile uyumluluğunun tespit edilmesi
- Sistemin meydana getirdiği ses, gürültü ve titreşimin uygun seviyelerde olduğunun kontrol edilmesi
- Yapılan test işlemleri ve bütün ölçümlerden elde edilen değerlerin çizelgeler halinde hazırlanması ve bir rapor haline getirilmesi

Etkin ve verimli bir test, ayar ve balans işlemi tümüyle planlı ve sistematik bir uygulamayı gerektirir. Bunun için ise bu konuda deneyimli, yetenekli ve uygun ölçme cihazlarına sahip bir ekip gereklidir. Ekip tüm sistemin test, ayar ve balansını yapmalı ve sorumluluğunu yüklenmelidir. Birçok yabancı ülkede bu işlemler konu ile ilgili eğitimli personele sahip, ilgili kurumlarca sertifikalandırılmış firmalar tarafından yapılmaktadır.

Test, ayar ve balans işlemlerinin yapılabilmesi için gerekli tüm ölçü, ayar, cihaz ve elemanları, bunların yerleşimleri projelerde gösterilmeli, montaj sırasında yerlerine konulmalıdır. Bunlar yeterli sayıda kolon klapaları, debi ayar damperleri, valfler, akış kontrol ve ölçüm istasyonları, akış balans elemanlarıdır. Hassas ve doğru bir ölçmenin yapılabilmesi ölçüm yerinin, yeterli uzunluktaki düz boru veya hava kanalına yerleştirilmesine bağlıdır.

Yeni binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin montajı sonrası yapılan test, ayar ve balans işlemleri, mevcut binalarda ilave veya değişiklikler sonrasında tekrarlanmak zorundadır.

Bazı binalarda ise bu işlemlerin yaz-kış mevsim değişikliklerinde yılda iki defa yapılması lüzumlu olabilir.

Sistemlerin test, ayar ve balans işlemlerinden önce soğutma grubu, soğutma kulesi, kazan, pompa vs. gibi cihazlar devreye alınmalıdır. Bu cihazlar genellikle üretici garantisinden dolayı yetkili servisler tarafından çalıştırılmalı ve test edilmelidir.

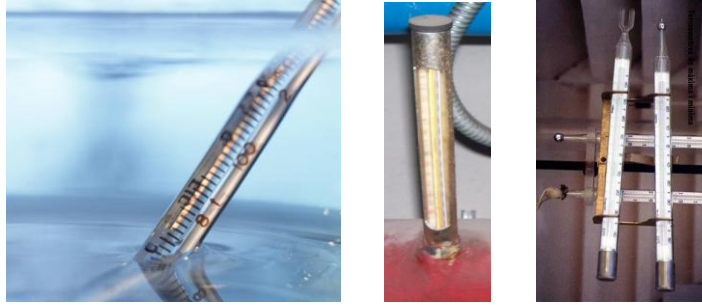
Bir hava sisteminin test, ayar ve balansında gereken yerlerde sıcaklık, basınç, devir sayısı, hava hızı, besleme gerilimi, çekilen akımın ölçülmesi zorunludur. Bu ölçme işlemleri için aşağıda belirtilen cihazlara ihtiyaç duyulur.

4.1. Havalandırma Sistemlerinde Hava Sıcaklığının Ölçülmesi

Kanal içinden geçen hava sıcaklığının ölçülmesinde, termometreler kullanılır. Termometre çeşitleri ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

4.1.1. Cam Tüplü Termometreler

Cam tüplü termometreler sıvı içerisine batırılmış boru tesisatlarında kullanılır. - 40 °C ile 105 °C sıcaklıkları arası en uygun kullanım bölgeleridir. Çevrede olabilecek radyasyondan etkilenerek gerçek ölçüm değerlerinden sapmalar gösterebilir. Cıvalı veya alkollü olarak üretilir.



Resim 4.1: Cam tüplü termometreler

4.1.2. Sıvılı Termometreler

Sıvılı termometreler ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme uygulamalarında kullanılır. Soğutucu, ısıtıcı akışkan ve hava sıcaklıklarının belirlenmesi gibi durumlarda kullanılır. Yüksek doğruluk ve düşük maliyetlerinden dolayı cıvalı cam termometrelerin sıcaklık ölçümlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Fakat gazlardaki ölçümlerde ısıl ışımdan etkilenirler. Teorik ölçüm aralıkları -38/550 °C'dir.



Resim 4.2: Cep tipi termometreler

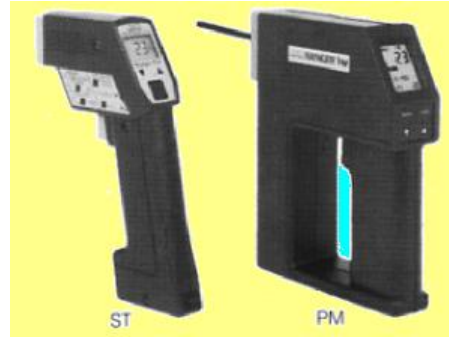
4.1.3. Işınım Termometreleri (Kızıl Ötesi Termometre, Pirometre)

Işınım termometreleri, bir yüzeyden kaynaklanan ışınımı ölçmeye yarar. Işınım mutlak sıcaklık (K) ile doğru orantılıdır. Toplam ışınım termometresi ($l = 0,2$ mm'den 20 mm arasındaki dalga boyu aralığındaki ışınları kapsamaktadır), dalga ışınım termometresi (örneğin $l = 8,0 \dots 12,0$ mm) ve spektral ışınım termometreleri (örneğin $l = 0,65$ mm) olarak ifade edilir. Yüzeyin, emisyon derecesinin saptanması halinde, yüzey sıcaklığı temas etmeden ölçülebilir. Bu da ulaşılması zor olan soğutma, klima serpantinlerindeki sıcaklık ölçümleri için önemli bir avantajdır. Ölçüm alanı -100°C 'den 5000°C 'ye kadardır.

Yaklaşık 0°C 'den 50°C 'ye kadar ölçüm alanlı duyargalar ve soğutma tavanlarında yüzey sıcaklığı dağılımının ölçülmesi için çözünürlüğü 0,1 K olması gerekir.



Resim 4.3: Işınım (infrared termometresi)



Resim 4.4: Işınım termometreleri



Resim 4.5: Dijital termometre

4.2. Havalandırma Sistemlerinde Hava Neminin Ölçülmesi

Hava kanallarında nem ölçümünde higrometre adı verilen cihazlar kullanılmaktadır. Bunun dışında, havanın nemi ile birlikte sıcaklığını da ölçebilen gelişmiş elektronik el cihazları da mevcuttur.

4.2.1. Higrometre

Higrometre havadaki nemi ölçmek için kullanılan bir araçtır. En basit higrometreler, birisinin haznesi devamlı ıslak tutulan iki termometreden oluşur.

Islak olan haznenin etrafındaki sıvının buharlaşması, o termometrenin devamlı daha düşük sıcaklık göstermesini sağlar. Ancak donma noktasının altındaki sıcaklıklarda bu sistem çalışmamaktadır, ıslak termometrenin haznesinin etrafında ince bir buz tabakası oluşur ve ısının doğru olarak gösterilmesini engeller. Bu gibi durumlarda kuru olan termometre daha yüksek sıcaklıklar gösterebilir.



Resim 4.6: Çeşitli higrometreler

4.2.2. Nem ve Isı Değeri İçin El Ölçüm Cihazı

Bu cihazlar; nem ve sıcaklığın doğru olarak ölçülmesinde, geniş sensör yelpazesi ile esnek kullanıma sahip, çığ noktası ölçümü ve diğer değerlerinin hesaplanmasını saniye bazında yapabilme olanağına sahip cihazlardır.



Resim 4.7: Nem ve ısı değeri için el ölçüm cihazı

4.3. Havalandırma Sistemlerinde Ses ve Gürültü Düzeyinin Ölçülmesi

4.3.1. Desibelmetreler

Ses seviyesi ölçme cihazı (oktav bandı ayırmalı, mikrofon ve ölçümleme seti ile birlikte)'dir. Cihaz ve kanaldan iç ortama iletilebilecek olan gürültülerin tespitini yapmakta kullanılmaktadır. Eğer gürültü, yaşanan ortamı rahatsız edecek düzeyde ise akustik kaplama malzemeleri mutlaka kontrol edilmeli, gerekirse yeniden sese karşı yalıtım yapılarak ses ve gürültü giderilmelidir.



Resim 4.8: Desibelmetre

4.3.2. Titreşim Analiz Cihazı

Havalandırma sistemlerinde titreşim de bir sorundur. Bütün cihazlar gürültü meydana getirdiği gibi titreşim de oluşturur. Havalandırma sistemlerinde titreşim öncelikli olarak kompresör ve fanlardan kaynaklanır. Hava kanallarında uygun cihazlarla titreşim ölçümleri yapılmalı ve titreşimi önleyici tedbirler alınmalıdır.



Resim 4.9: Titreşim analiz cihazı

4.3.3. Havalandırma Tesislerinde Gürültünün Azaltılması

Bir bina içinde akustik yönden istenen ses seviyelerinin muhafazası için önce bu ses seviyelerinin bilinmesi gereklidir. Çeşitli uygulamalar için tavsiye edilen ses seviyeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Konutlarda bina dışına konan cihazların maksimum gürültü seviyesi 60 desibel olarak tavsiye edilmektedir. Bina dışına konan cihazların seçiminde ses ve gürültü yönünden aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Cihazlar gürültü şikâyeti gelecek yerlerden mümkün olduğu kadar uzak mesafelere konulmalıdır.
- Sesten şikâyet gelebilecek yerlerin aksi tarafına gelecek şekilde cihaz yerleşimi yapılmalıdır.
- Doğal ve yapay ses barikatları meydana getirerek, sesin yaşanılan mahallere gitmesi önlenmelidir.
- Cihazın kendi bünyesine ses yutucu konmalıdır.
- Santral kısımlarına geçilen kapılarda ses yalıtımı yapılmalıdır.
- Kompresör, kondenser, klima santrali ve soğutma kulesi montaj ayakları altına mutlaka mantar plaka ya da titreşim önleyiciler konmalı, titreşimlerin binaya geçişi önlenmelidir.
- Havalandırma ve klima kanallarında ses, özellikle havanın akış yönüne göre daha etkili yayılır. Dolayısıyla üfleme fanlarının gürültüsü; kanallar, üfleyici menfezler ve anemostatlar tarafından ortamlara iletilir. Bu gürültüleri azaltmak için besleme kanalına ve dirseklerine iç taraftan ses yutucu sentetik elyaf yalıtım malzemeleri konmalıdır.
- Büyük kapasiteli havalandırma ve soğutma sistemlerinde gerekli yerlere susturucu ve titreşim emici takılmalıdır.
- Klima santralleri ve havalandırma sistemlerinde iyi dengelenmiş kaliteli fanlar kullanılmalıdır.



Resim 4.10: Yalıtım yapılmış hava kanalı

4.4. Yalıtım Malzemeleri

4.4.1. Hava Kanallarında Yalıtım ve Sızdırmazlığın Önemi

Havalandırma kanal sistemlerindeki yalıtım ve kaçaklar yolu ile kaybedilen enerji çok yüksek boyutlardadır. Özellikle temiz oda uygulamalarında, bazı endüstriyel uygulamalarda ve nem alma uygulamalarında kanallardaki hava kaçakları enerji kaybı dışında özel öneme sahiptir. Burada özel olarak sızdırmazlık istenen haller dışında, genel havalandırma ve klima uygulamalarında sızdırmazlık dolayısı ile oluşan enerji maliyeti üzerinde durulacaktır. Sadece havalandırma yapılması durumunda hava kaçaklarının enerji maliyeti fanların enerji tüketiminde ortaya çıkmaktadır. Kaçak ne kadar fazla ise bu oranda fan gücü boşa harcanmış olacaktır.

Klima kanallarında ise kaçak hava, aynı zamanda soğutma ve ısıtma enerjisi kaybı anlamına gelmektedir. Dolayısı ile klima sistemlerinde hem fanda hem de soğutma (veya ısınma) grubunda enerjinin boşa harcanması söz konusudur. Havası şartlandırılan hacimlerden geçen kanallardaki sızma, yine iklimlendirilen hacme doğru olacağından, bir kayıp oluşturmayacağı ileri sürülebilir. Ancak bu halde bile sızan hava istenilen fonksiyonu yerine getirmeyecek, menfezlerden hedef bölgeye üflenemeyecektir.

4.4.2. Havalandırma Kanallarında Yalıtım Malzemelerinin Kontrolünün Yapılması

Klima şiltesi, havalandırma kanallarının dıştan ısı yalıtımını sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Alüminyum folyo ile kaplı olduğundan buhar geçişine karşı yüksek dirence sahiptir. Kullanma sıcaklığının dış yüzeyde 125 °C üzerinde olmamasına dikkat edilmelidir.

Kendinden yapışkanlı tespit primleri kontrol edilmelidir. Klima kanallarında korozyon ve paslanma var ise yalıtım tekrar yapılmalıdır. Titreşimleri yutucu özelliği dolayısı ile aynı zamanda ses yalıtımı da sağlayacağı düşünüldüğünden yine desibelmetre ile ses düzeyi ölçümü yapılmalıdır.

Akustik yalıtım malzemelerinin ses yutma performansının çok iyi olması gerekmektedir. Eğer çok yüksek hava hızlarında herhangi bir aşınmaya maruz kalan yalıtım malzemeleri varsa yenileri ile değiştirilmelidir. Hava kanallarına mutlaka akustik izolasyon yapılmalıdır.



Resim 4.11: Klima şiltesi



Resim 4.12: Akustik izolasyon malzemeleri

4.5. Havalandırma Sistemlerinde Test, Ayar ve Balans İşlemleri

Hava sistemlerinin test, ayar ve balans işlemlerine başlamadan önce şu ön hazırlıklar yapılmalıdır:

- Sistemin projelerinin (kat planları, akış şemaları, kesitler vs.), teknik şartnamelerinin incelenmesi, sistem ve amacının iyi bir şekilde kavranması
- Bütün hava sistemi cihazlarının, hava çıkış ve giriş elemanlarının (menfez, difüzör, panjur vs.) onaylanmış katalogları ile hazırlanmış detay çizimlerinin incelenmesi
- Projede belirtilen cihaz ve takım ile sahada monte edilenlerin özellik ve kapasite yönünden mukayese edilmesi
- Proje ile montajın karşılaştırılması amacı ile havalandırma santralinden hava çıkış ve emiş noktalarına kadar hava dağıtım sisteminin incelenmesi
 - Hava kanallarının projelere ve teknik şartnamelere uygun olarak imal ve monte edildiğinin kontrol edilmesi
 - Hava kanallarının kaçak testinin yapıldığının tespit edilmesi
 - Kontrol ve müdahale kapaklarının uygun yerlere monte edildiğinin kontrol edilmesi
 - Hava kanallarında kesit daralmasına sebep olabilecek ezilme ve deformasyonların olup olmadığının kontrol edilmesi
 - Yangın, duman ve debi ayar damperlerinin doğru olarak monte edildiğinin ve ulaşılabilirliğinin kontrol edilmesi
 - Terminal kutuları vs. gibi donanımların montajının projeye uygun olarak yapıldığının ve ulaşılabilirliğinin kontrol edilmesi
 - Sistemdeki bütün menfez, difüzör vs. gibi hava çıkış ve emiş ağızlarının doğru monte edildiğinin ve damperlerinin açık olduğunun kontrol edilmesi
- Havalandırma santralinin incelenmesi
 - Hava filtrelerinin doğru, kaçaksız olarak monte edildiğinin ve temiz olduğunun kontrol edilmesi
 - Elektrik motorları kasnakları ile fan kasnaklarının doğru olarak hizalandığının kontrol edilmesi
 - Kayışların uygun gerginlikte olduğunun ve muhafazalarının takıldığıının kontrol edilmesi
 - Otomatik kontrol damperlerinin doğru pozisyonlarda olduğunun ve damper tahrik ünitelerinin takılmış olduğunun kontrol edilmesi
 - Fanlar ile hava kanalı esnek bağlantılarının yapıldığının kontrol edilmesi
- Hava dağılım sisteminin akış şemalarının hazırlanması
- Fan hava çıkış ve emiş ağızları test raporu çizelgelerinin hazırlanması
- Hava kanallarında doğru bir şekilde ölçüm yapılabilecek yerlere karar verilmesi

Sahada yapılan inceleme ve kontroller sonrasında montaj firması, sistemde görülen hata ve noksanları gidermeli; bütün elektrik motorlarının çalışmaya hazır hale gelmesini sağlamalı; test, ayar ve balans işlemleri için hazır hale getirilmelidir.

4.5.1. Kaçakların Tespit Edilmesi

Yapılan ölçüm sonucu elde edilen değerler beklenenin üzerine çıkarsa kaçakların azaltılması için aşağıdaki yöntemlerden birini kullanmak suretiyle kaçak tespit edilip önlenir ve test tekrarlanır. Aşağıdaki işlemler fan çalışır durumda iken yapılacaktır:

- **Bakarak ve el yordamıyla:** Özellikle ilk bakışta görülmesi zor, kanalın arka tarafında kalan ve montajı esnasında işçinin zorlanmasından kaynaklanabilecek imalat eksiklikleri olabilir. Bunlar flanşlı imalatta conta, civata, somun eksikleri, flanşsız imalatta ise kanal birleşim noktalarının iyi dövülmemesinden doğan eksikler olabilir. Bu yöntem çok fazla miktarlarda hava kaçağı olması durumunda etkili olur.
- **Dinleyerek:** Kaçak yerlerinden çıkan hava, deliğin geometrisi ve kanal basıncına göre şiddeti değişen ıslık benzeri bir ses çıkarır.
- **Hissederek:** Kanalın üzerinde (ağırlıklı olarak kaçak olabilecek noktalar üzere) el gezdirilmek suretiyle kaçak olan yerler tespit edilebilir (elin ıslak olması işi kolaylaştıracaktır).
- **Sabunlu su:** Sabunlu su, olası kaçak bölgelerine sürülüp gözlenir. Kaçak olması halinde baloncuklar olduğu gözlenecektir.
- **Duman tabletleri:** Bunlar yoğun bir şekilde duman çıkaran kapsüllerdir. Duman, kaçak olan yerlerden çıkacağı için kaçağın tespit edilmesi kolaydır.

4.5.2. Donanımların ve Sistemin Test, Ayar ve Balansı

Ön hazırlıkların, hata ve noksanların tamamlanmasından sonra sistemin çalışmaya hazır olduğuna karar verildiğinde sistemin test, ayar ve balans işlemlerine başlanır. Bu işlemler aşağıdaki sıra ile yapılır.

- Sistemdeki bütün aspiratör ve fanlar çalıştırılır ve şu işlemler yapılır:
 - Fanların dönüş yönünün doğruluğu kontrol edilir.
 - Elektrik motorları besleme gerilimi ve çalışma akımı ölçülür. Motor aşırı akım koruma röleleri uygun değerlere ayarlanır.
 - Statik basınç limit anahtarlarının çalıştığı kontrol edilir.
 - Hava ve su akışları ve oluşan sıcaklıklar tespit edilir.
 - Havalandırma santrali içinde havanın kısa devre yapıp yapmadığı kontrol edilir.
 - Santralden dışarıya olan hava kaçakları (boru bağlantısı kenarları, ek yerleri, kapı kenarları veya deliklerden) kontrol edilir.
- Ana üfleme kanalı ve kanal düzenlemesine uygun olarak bütün ayrılmalarda uygun ölçüm noktaları ve metotları aşağıdakilere göre seçilir.

- Hassas ve doğru bir ölçmenin yapılabilmesi için ölçüm yeri dirsek ve ayrılmalardan yeterli uzaklıkta ve hava kanalının yeterli uzunluktaki düz bir kısmında yapılmalıdır.

Hava hızı ölçülecek her kanal kesitindeki ölçüm birçok noktada yapılmalı ve bunların ortalamasına göre karar verilmelidir. Zira kesitteki hız dağılımı kenar ve köşelerde düşük, merkez ve çevresinde yüksektir. Dikdörtgen ve dairesel kesitli hava kanallarının bir kesitindeki hız ölçümleri için aşağıdaki şekildeki noktalar tavsiye edilmektedir.

- Kanaldaki hava hızı 3m/sn' nin üstünde ise bir pitot tüpü ve manometre, altında ise bir pitot tüpü ve mikro manometre veya yakın zamanda kalibre edilmiş bir termal anemometre kullanılmalıdır.
- Doğru değerlerin ölçülebileceğine karar verilen yerlerde yapılan ölçümlere göre sistemin toplam hava debisi hesaplanır. Gerekli görülüyorsa sistemin kurulduğu yerin rakımına ve sıcaklığına göre hava debisi düzeltilmesi yapılır ve standart hava debisi bulunur. Rakımı 600 m' den az olan yerlerde düzeltme önemsizdir. Ancak kesin değerler arzulanıyorsa bu yapılabilir. Bulunan hava debisi projedeki değer üstünde ise fanın devrini düşürmek amacıyla kasnak değişimi yapılır ve hava debisi projeye uygun hale getirilir. Eğer hava debisi projede istenilenin altında ise fan devrinin artırılması gerekir. Ancak bu durumda fan devrinin, kritik değerlere çıkması ve motor gücünün yeterliliği mutlaka tetkik edilmelidir.
- Ayrılmalardaki debi ayar damperleri ayarlanarak bütün branşman kanallardaki hava debilerinin projedeki değerlere uygun hale gelmesi sağlanır.
- Her hava çıkış ağzının debisi ölçülür ve projede istenen değerlere göre ayarlanır. Ayrılmalarda ve hava çıkışlarında yapılan ayarlamalarda bir defada projedeki değerlere ulaşılması genellikle mümkün olmamaktadır. Değerlerin sağlanabilmesi için ayar işlemleri çoğunlukla birkaç defa tekrar edilir. Yapılan ayarlamalar sonucunda proje ile gerçekleşen değerlerin tam olarak sağlanması pratikte mümkün olmamaktadır. Bu sebepten projelerde balans toleransları açıkça belirtilmelidir. Genellikle bu toleranslar kritik olmayan uygulamalarda, ana kanallarda \pm %5, branşman kanallarda ise \pm %10 olarak düşünülebilir. Santral çıkışındaki statik basıncın bir miktar yüksek tutulması faydalıdır. Çünkü ayarlamalar filtre ve serpantinlerin temiz olduğu durumda yapılmaktadır. Bu elemanlar kirlendiğinde hava miktarı düşer ve aşırı yüklerde sorunlara sebep olabilir.
- Branşman kanallarda ve hava çıkış ağzlarında projede istenilen değerlere ulaşıldığında aşağıdaki değerler okunarak çizelgelere yazılır:
- Elektrik motorunun besleme gerilimi ve çektiği akım
 - Fan statik basıncı
 - Santralin bütün elemanlarının (giriş, filtre ve karışım damperleri) statik basınç kayıpları
 - Ana ve branşman kanallardaki hava debileri
 - Bütün hava çıkış ağzlarındaki hava debileri

4.5.3. Rapor bilgileri

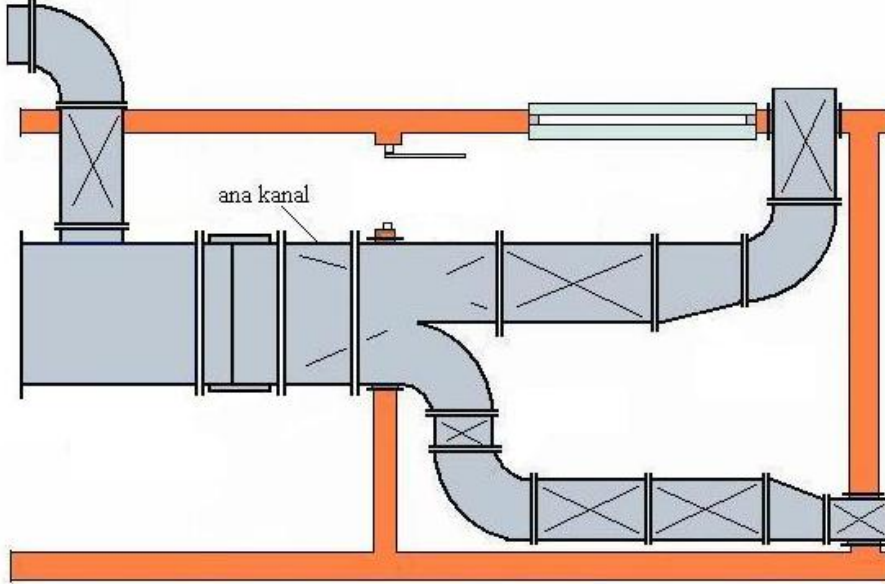
Test, ayar ve balans raporları, sistemin işletme mühendisi ve personelinin gerektiğinde başvuracağı bir kaynaktır.

Bu sebeple raporlar en azından aşağıdaki bilgileri ihtiva etmelidir.

- Proje
 - Hava miktarı ve dağılımı
 - Fanların ve aspiratörlerin statik basıncı
 - Elektrik motorlarının konulan ve çektiği güç
 - Fanların devir sayısı
 - Minimum dış hava oranı
 - Proje hava miktarı ve statik basıncındaki gerekli güç ihtiyacı
- Uygulama
 - Cihazların üreticileri
 - Cihaz model numarası
 - Cihaz seri numarası
 - Havalandırma santralının tertibi
 - Elektrik motoru ile ilgili etiket bilgileri
- Saha testleri
 - Fanların devir sayısı
 - Elektrik motorunun besleme gerilimi ve çektiği akım
 - Santral elemanlarının basınç kayıpları
 - Sahada yapılan ölçümlere göre fanların çalışma noktasının üretici performans eğrileri üzerinde gösterilmesi. Aşağıdaki şekil, sistem ve fan eğrilerinin birbirine etkilerini göstermektedir. Sistem proje noktasından sapmalarda hava debisi ve direnç değişiklikleri olmaktadır. Bu bakımdan, sistemin çalışma noktasının kabul edilir toleranslar dâhilinde proje noktasına yaklaştırılması gerekir.
 - Bütün ana kanallarda ve branşman kanallarında, hava çıkış ve emiş ağızlarındaki hava debileri
- Ek Bilgiler
 - Havalandırma santralleri
 - Kayış ölçüleri ve sayısı
 - Motor, fan veya aspiratör kasnak ölçüleri
 - Tam yükteki elektrik motoru devir sayısı
 - Filtre tipi ve statik basınç kaybı, değiştirme süresi

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda görüntüsü verilen hava kanalına benzer, atölyede ya da herhangi bir işletmede bulacağınız havalandırma kanalı üzerinde; hava hızı, hava sıcaklığı, ses ve gürültü düzeyi ile nem miktarı ölçümlerini yaparak kanal yalıtımının uygunluğunu elle ve gözle kontrol ediniz.



Şekil 4.1: Kanal hava değerlerinin ölçülmesi

Gerekli malzemeler:

- Havalandırma kanalı (yalıtlımlı ve çalışır durumda)
- Elektronik anemometre
- Dijital termometre
- Higrometre
- Desibelmetre

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemdeki hava sıcaklıklarının termometre ile ölçümünü yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kanal hava sıcaklıklarını, tespit edeceğiniz ölçüm noktalarından ölçebilirsiniz. ➤ Ölçüm noktaları olarak santral çıkışı ve mahal girişleri uygundur.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemin ses ve gürültü düzeyinin desibel metre ile ölçümünü yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemdeki ses ve gürültü düzeyini ölçebilirsiniz. ➤ Bu işlemi yaparken kanal dışından gelen seslerin ölçümü etkilemesini engelleyebilirsiniz. ➤ Sistemde ses ve gürültü fazlalığı varsa sebeplerini araştırabilir, kabul edilebilir düzeye getirmek için önlemler alabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemdeki havanın içindeki nem miktarının higrometre ile ölçümünü yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kanal havasının nem miktarını ölçebilirsiniz. ➤ Nem miktarında aşırı fazlalık ya da düşüklük varsa kabul edilebilir değerlere getirmek için ilave tedbirler alabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemi istenilen sıcaklık değerlerine getiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistem havasını istenilen sıcaklık değerine getirebilirsiniz. ➤ Hava sıcaklığını ayarlama, mahallere yansıyan hava sıcaklıklarını esas alabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemin istenilen ses ve gürültü düzeyi yalıtımlarını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemin yalıtımını kontrol edebilirsiniz. ➤ Sistemin yalıtımı yapılmamışsa ses ve gürültüye karşı yalıtım yapabilirsiniz. ➤ Yalıtım uygulamasından sonra ses ve gürültü düzeyinin kabul edilebilirliğini yeniden kontrol edebilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemdeki havanın nem oranı ayarını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistem havasının nemini ölçebilirsiniz. ➤ Aşırı nemli ya da kuru havanın yaşanılan mahallerde insanları rahatsız edeceğini unutmayınız. ➤ Havanın nem değerini istenen düzeye getirebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Test için gerekli araç ve gereci temin edebildiniz mi?		
2. Sistemdeki hava sıcaklıklarını termometre ile ölçümünü yapabildiniz mi?		
3. Sistemin ses ve gürültü düzeyini desibelmetre ile ölçebildiniz mi?		
4. Sistemdeki havanın içindeki nem miktarını higrometre ile ölçebildiniz mi?		
5. Sistemi istenilen sıcaklık değerlerine getirdiniz mi?		
6. Sistemin istenilen ses ve gürültü düzeyi için yalıtımlarını yaptınız mı?		
7. Kanal yalıtımlarını elle ve gözle kontrol ettiniz mi?		
8. Sistemdeki havanın nem oranını istenen düzeyde ayarlayabildiniz mi?		
9. Takımları toplayarak çalışma alanını temizlediniz mi?		
10. Ölçtüğünüz değerleri arkadaşlarınızla yorumladınız mı?		

DEĞERLENDİRME:

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Merkezî iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinde istenilen uygun konfor şartlarının, prosesin doğru çalışmasının sağlanması ve sürdürülmesi için sistemin montajından sonra test, ayar ve balans işlemlerinin yapılması gerekir. Ayrıca bu işlemlerin yapılması sistemin ekonomik olarak çalışması için zorunludur.
2. () Cam tüplü termometreler ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme uygulamalarında kullanılır.
3. () Fan hızının en iyi ölçüm yolu, desibel metreyle ölçüm yapmaktır.
4. () Higrometre havadaki nemi ölçmek için kullanılan bir araçtır. En basit higrometreler, birisinin haznesi devamlı ıslak tutulan iki termometreden oluşur.
5. () Nem ve ısı değeri için el ölçüm cihazı nem ve sıcaklığın doğru olarak ölçülmesinde kullanılmaktadır.
6. () Yapılan ölçüm sonucu elde edilen değerler beklenenin üzerine çıkarsa kaçakların azaltılması için aşağıdaki yöntemlerden birini kullanmak suretiyle kaçak tespit edilebilir ve test tekrarlanır. İşlemler fan çalışır durumda iken yapılacaktır. Bunlar bakarak ve el yordamıyla, dinleyerek, hissederek, sabunlu su ve duman tabletleridir.
7. () Havalandırma kanal sistemlerindeki yalıtım ve kaçaklar yolu ile kaybedilen enerji önemli değildir.
8. () Klima şiltesi, klima kanallarının dıştan ısı yalıtımını sağlamak amacıyla kullanılır.
9. () Akustik ızalasyon malzemelerinin ses yutma performansı çok önemli değildir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.


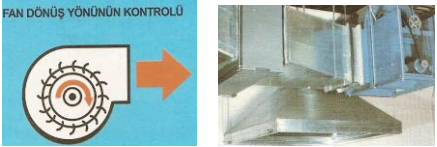


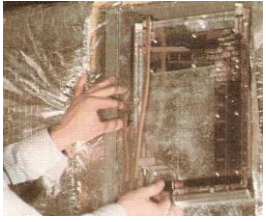
MODÜL DEĞERLENDİRME



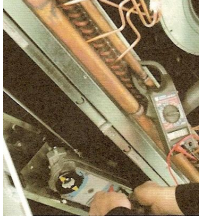

Aşağıdakine benzer özellikte küçük bir havalandırma santralinin hava testi ve dengeleme işlemlerini yapınız.



Resim: Paket tip havalandırma santrali

Not: Bu işlemi merkezi havalandırma sistemi bakım ve servis elemanı ile yapmanız tavsiye edilir.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Hava testi ve dengeleme işlemlerini gerçekleştirmek için malzemeler: Takometre, pens ampermetre, anemometre, pitot tüpü, eğik borulu manometre, elektronik manometre, akış davlumbazı, çok girişli termometre.</p>	<p>➤ Aletleri kullanırken çok dikkatli olunuz.</p> 
<p>➤ Bütün filtrelerin temiz ve uygun bir biçimde takıldığını ve fan dönüş yönünü kontrol ederek, Egzoz ızgarası ve filtrelerden hava hızı ölçümünü yapınız.</p> 	<p>➤ Ölçüm yaparken kuralara uyunuz.</p> 
<p>➤ Fan hızının ölçümünü takometre ile yapınız.</p>	<p>➤ Bu işlemi yaparken çok dikkatli olunuz.</p> 
<p>➤ Besleme ve dönüş kanalının statik basınç ölçümünü eğik borulu manometre yardımı ile yapınız.</p>	<p>➤ Eğik borulu manometrenin terazisinde olmasına dikkat ediniz.</p> 
<p>➤ Damper minimum konuma ayarlandıktan sonra besleme kanalının hava debisini/hava akışını pitot tüpü ile ölçünüz.</p>	<p>➤ Pitot tüpünü hava akımının içine doğru yöneltebilirsiniz.</p>

<p>➤ Her besleme difüzöründeki ön okuma işlemlerini akış davlumbazı yardımıyla yapınız.</p>	<p>➤ Bu işlem yapılırken terminal veya çıkış ön ayarlarını da yapabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Hava dengeleme işlemlerinde, bina basıncı ölçümünü elektronik manometre ile yapınız.</p>	<p>➤ Cihazı çalıştırabilir, damper açık ve minimum kapalı konumlardayken bina basınç değerlerini okuyabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Damper servo motorunun bağlantılarını pens ampermetre kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Kullanma kurallarına uyunuz.</p> 
<p>➤ Besleme ve dönüş havası sıcaklıklarının dijital termometre ile takibini yapınız.</p>	<p>➤ Mahallere üflenen hava sıcaklığı, mahallerin yaşam kalitesi açısından önemlidir.</p> 

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz tamamlayabildiniz mi?		
2. Fan motorunun direnç (yalıtkanlık) ölçümünü yapabildiniz mi?		
3. Fan motorunun akım ölçümünü pens ampermetre yardımıyla yapabildiniz mi?		
4. Fan motorunun gücünü wattmetre yardımıyla ölçebildiniz mi?		
5. Fan motorunun devrini takometre ile ölçebildiniz mi?		
6. Fan motorunun yol verme şeklini kontrol edebildiniz mi?		
7. Fan motorunun etiket değerlerini ölçülen değerleriyle karşılaştırdınız mı?		
8. Maksimum çekilen akıma uygun termik kullandınız mı?		
9. Fan motorlarının elektrik kablo bağlantılarını kontrol ettiniz mi?		
10. Fan-motor kayışını çıkarmak için motoru kızıağı üzerinde hareket ettirdiniz mi?		
11. Kasnak setuskur vidalarını gevşeterek gerektirdiği kadar döndürdünüz mü?		
12. Setuskur vidalarını sıkarak kasnağın kanalındaki kayışları yenisi ile değiştirdiniz mi?		
13. Gerdirme somunu ve pulunu kullanarak kayış gerginliğini sabitlediniz mi?		
14. Egzoz ızgarası ve filtrelerden hava hızı ölçümü yaptınız mı?		
15. Fan hızının ölçümünü takometre ile yaptınız mı?		
16. Besleme ve dönüş kanalının statik basınç ölçümünü eğik borulu manometre yardımı ile yaptınız mı?		
17. Damper minimum konuma ayarlandıktan sonra besleme kanalının hava debisi/ hava akışı ölçümünü pitot tüpü ile yaptınız mı?		
18. Her besleme difüzöründeki ön okuma işlemlerini akış davlumbazı yardımıyla yaptınız mı?		
19. Hava dengeleme işlemlerinde, bina basıncı ölçümünü elektronik manometre ile yaptınız mı?		
20. Damper servo motorunun bağlantılarını pens ampermetre kontrol ettiniz mi?		
21. Besleme ve dönüş havası sıcaklıkları takibini dijital termometre ile yaptınız mı?		
22. Bu modülü size verilen süre içerisinde başarı ile tamamlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış

KAYNAKÇA

- www.teskon.mmo.org.tr
- www.wikipedia.org
- www.stspv.intersindical.org
- Alarko Carrier yayınları, Çatı Tipi Klimalar, 2004.
- Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği yayınları, Konfor Modülü Uygulama Kılavuzu, Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği yayınları, Ses ve Titreşim Kontrolü Kılavuzu, Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği yayınları, Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Uygulamaları.
- Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği yayınları, Tesisat Mühendisliği Uygulama Kitabı.
- BULGURCU, Hüseyin, İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol, 2005.
- BİLGE Mustafa, Klima Santralleri El Kitabı, ISKAV Yayınları, 1998.
- SAYAR Engin Deniz, Soğutma İklimlendirme Meslek Bilgisi 1-2, MEB yayınları, 2004.
- BİLGİLİ Mehmet, Erdoğan ŞİMSEK, Yusuf YAŞAR, Abdülkadir POLAT, Havalandırma Sistemleri Kitabı