



TTMD

Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi / HVAC, Refrigeration, Fire Fighting and Sanitary Journal

Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki /
Fundamentals of HVAC Design & Application Appendix

Sayı / Number: 31

TTMD
Adına Sahibi / Owner on Behalf of TTMD
Abdullah BİLGİN

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü /
Responsible Editorial Manager
H.Bora TÜRKMEN

Genel Yayın Yönetmeni /
Chief of Editorial Manager
Prof.Dr. T. Hikmet KARAKOÇ

Yayın Kurulu / Editorial Board

Gürkan ARI
Onur BAŞOKUR
Abdullah BİLGİN
Aytekin ÇAKIR
Dr.İbrahim ÇAKMANUS
Remzi ÇELİK
Mustafa ÇETİN
Selfinaz ÇİLDİR
Faruk ÇİMEN
Ali Rıza DAĞLIOĞLU
Yrd.Doç.Dr. Hüseyin GÜNERHAN
Murat GÜRENLİ
Ender İREN
Prof.Dr. T. Hikmet KARAKOÇ
Serhan MUMCU
Refet Doruk OFLAZ
Nazif ÖZAKINCI
Züleyha ÖZCAN
Fevzi ÖZEL
Seden ÇAKIROĞLU ÖZTEKER
Yeşim PORTAKAL
İsmet TANER ÜNLÜ
Onur TUĞA
H.Bora TÜRKMEN
Fuzuli TOPAL
Cafer ÜNLÜ

Dernek Müdürü / TTMD Manager
Selen GÜNGÖR

Dergi Yayın Sorumlusu /
Responsible for Publication
Gülten ACAR
İlknur ALTINBAŞ

İletişim / Contact Info
Ankara: Bestekar Sk. Çimen Apt. No:15/2
06680 Kavaklıdere
Tel: 0 312 419 45 71 - 419 45 72
Faks: 0 312 419 58 51
web: www.ttmd.org.tr
e-mail: ttmd.istanbul@ttmd.org.tr

TTMD Yönetim Kurulu /
Executive Board of TTMD
Abdullah BİLGİN (Başkan)
Prof. Dr. Abdurrahman KILIÇ (Başkan Yrd.)
Fevzi ÖZEL (Başkan Yrd.)
Hırant KALATAS (Başkan Yrd.)
Dr. İbrahim ÇAKMANUS (Genel Sekreter)
Aytekin ÇAKIR (Muhasip Üye)
Cafer ÜNLÜ (Üye)
Levent ALATLI (Üye)
Handan ÖZGEN (Üye)
Gürkan ARI (Üye)
Tuhan TUNÇ (Üye)
Murat GÜRENLİ (Üye)
Tunç KORUN (Üye)

53. sayının ekidir.

Bina Mekanik Tesisat Sistemlerinde Kontrol ve Kabul Süreci ile Test, Ayar ve Balanslama İşlemleri

Waste Water Drainage and Venting Systems in Buildings: Alternatives for Efficient Pressure Control

Dr. İbrahim Çakmanus Oya ERTUĞ

Mak. Yük. Müh. Mak. Yük. Müh.

1. Giriş

Mekanik tesisat sistemleri (ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi tesisat, yangın, doğalgaz vb.) tasarım, yapım, yapım sonrası devreye alma ve işletme sırasında bir takım kontrol (standartlara uygunluk, ölçme, test vb.) ve kabul (onaylama) prosedürlerine tabi tutularak;

- Projelerin, yapıda ihtiyaç duyulan ısıtma, soğutma akışkanının (su, hava, gaz) doğru miktarda ve doğru zamanda konfor şartlarının, enerji verimliliği ile standartların öngördüğü gereksinimleri göz ardı etmeyecek biçimde sağlanabildiğinin garanti edilmesi,
- Yapım aşamasında tesis edilen cihaz ve iş kalemlerinin projelere uygunluğunun sağlanması,
- Yapım sonrası sistemlerin kontrol ve kabullerinin yapılarak mal sahibine projelere ve standartlara uygun olarak çalışır vaziyette teslim edilmesi,
- İşletme için mal sahibine gerekli bilgilerin ve dokümantasyonun aktarılması gerekir.
- Bu nedenlerle kontrol kabul ve test süreçleri tasarım, yapım, işletmeye alma ve işletme evrelerine ayrılmalıdır.
- Bu çalışmada bu süreçlere ilişkin bazı bilgiler çalışmanın sonunda belirtilen kaynaklara dayanarak özetlenmeye çalışılmıştır.

2. Tasarım Aşaması Kontrol ve Kabuller

Sistemlerde değişken işletme şartlarında dahi yeterli ve dengeli bir akışkan miktarı gerçekleştirecek, mücadele edilen basınç ve gürültüyü vb. aşmayacak, optimum işletme şartlarını sağlayacak bir kurulum yapılmalıdır. Bu gereklilikler ön ayarlı termostatik vanalar, iki veya üç yollu vanalar, kolon ayar vanaları, debi ve fark basıncı ayar vanaları, devir sayısı kontrollü pompalar, VAV kutuları, otomatik damperler ve bunları kontrol eden otomatik kontrol veya bina otomasyon sistemleri ile sağlanabilir. Tasarımcı projenin özelliğine göre bunlara benzer sistemleri tesis edebilir. Tasarım aşaması kontrol ve kabul süreci aşağıdakileri içerebilir.

- Ön tasarım aşamasında geliştirilmiş tasarım aşaması kontrol planlarının güncellenmesi,
- İmalat ve işletme aşamaları için kontrol kabul planlarının geliştirilmesi,
- Kontrol gereksinimlerinin geliştirilmesi ve projeye uyarlanması,
- Sistem el kitabının geliştirilmesi,
- İşletme bakım personeli için eğitim gereksinimlerinin belirlenmesi,
- Kontrol kabul sürecine odaklı tasarımların gözden geçirilmesi,
- Tasarım aşaması kontrol sürecinin kabul edilmesi.

İmalat, iskan ve işletme evreleri için kontrol planları geliştirilmesi: Bu evreler için geliştirilen kontrol ve kabul planı aşağıdaki gibi hususları içerebilir.

- Proje için kontrol kabul süreci,
- Kontrol edilen sistemler ve elemanlar da dahil olmak üzere, kontrol kabul çalışmalarının kapsamı,
- İlgililerin yetki ve sorumlulukları,
- İletişim protokolleri,
- Kontrol etkinliklerinin belge haline getirilmesi,
- Kontrol kabul etkinliklerinin zamansal çizelge (iş programı) taslakları.

Kontrol planlarının ilk şekli tasarımın başlarında geliştirilmelidir. Bu noktada planlar genel nitelikte olmalı ve kontrol tanımlamalarının geliştirilmesinde kullanılmalıdır. Tasarım süreci ilerledikçe plan güncellenir ve imalat dokümantasyonunun tamamlanması ile sona erer.

Kontrol gereksinimlerinin projelerle birleştirilmesi: Kontrol kabul tanımlamaları, projenin tasarım ile imalat ve işletme evrelerindeki kontrol sürecine ilişkin kapsamın, amaçların ve işlemlerin ayrıntılı bir açıklaması olarak düşünülmelidir. Bu tanımlama, işin kapsamını, sorumlulukları ve kontrol yüklenicisinin gereksinimlerini ortaya koymalıdır. Kontrol kabul süreci, yapı endüstrisinde hala yeni bir kavram olduğundan sadece kapsamı belirleyen değil, fakat süreçleri açıklayan bir işlem olarak kullanılır.

Bina projelerinin parçası haline gelmesi gereken kalite kontrol ve test işlemlerinin (örneğin havalandırma ve hidronik sistemlerin testi, yangın alarmı vb.) kabul kontrol sürecine nasıl uyarlanacağına açıklanması çok önemlidir. Test işlemlerinin incelenmesi, yönlendirilmesi, gerçekleştirilmesi, testlere nezaret edilmesi, dokümantasyon ve kabul işlemleri ile bunlara ilişkin sorumlulukların açık biçimde belirlenmesi gerekir. Kontrol yetkilisi, kontrol kabul özelliklerinin projeye uygun biçimde birleştirilmesini sağlamalıdır. Ancak kontrol özellikleri tasarımcı tarafından geliştirilmeli ve varsa kontrol yetkilisi tarafından kontrol edilmelidir.

3. İnşaat (Yapım) Aşaması Kontrol ve Kabuller

İmalat sırasındaki kontrol sürecinde;

- Bütün sistem ve cihazların belirtildiği biçimde sağlanması ve kurulması,
- Bütün sistemlerin ve cihazların çalışmakta ve doğru işlev görmekte olduğu,
- Sistemlerin işletme el kitabının hazırlanarak ilgili personele dağıtıldığı,
- Tesis işletme personelinin ve içeride çalışanların belirli eğitimleri aldığı doğrulanmalıdır.

Aşağıdaki kontrol etkinlikleri (yaklaşık sıralı olarak), kontrol amaçlarının karşılanmasında kullanılır. Kontrol yetkilisi etkinlikleri koordine etmeli ve bütün etkinliklerin yerine getirildiği sorgulanmalıdır.

Teklif ve sözleşme görüşmeleri: Kontrol kabul ekibinden birisi (genellikle kontrol yetkilisi), kontrol gereksinimlerini gözden geçirmek ve soruları yanıtlamak için toplantılar düzenleyebilir. Teklif alma ve sözleşme aşamalarında, sistemler hakkında ortaya çıkabilecek değişiklikler bu toplantılarda görüşülmelidir.

Kontrol sürecinin planlanması: İmalat aşamasındaki kontrol sürecinin planlanması kontrol yetkilisi tarafından yapılır. Planlama toplantıları yüklenici, mal sahibi, tasarımcı ve kontrol yetkilisinin katılımı ile yapılır ve bu toplantılarda kontrol planları güncellenir. Bu toplantılarda, kontrol kabul sürecini sağlayacak taraf, proje ekibindeki üyelerin rolleri ve sorumlulukları belgelendirme ve sorunları çözmede uygulanacak işlemler belirlenir, imalat aşamasının ön kontrol planları ve zaman çizelgesi gözden geçirilir.

Kontrol kabul planının güncellenmesi: Planlama ve sonuçlandırma toplantılarından sonra gerekirse planlar güncellenir.

Daha sonra projenin aşamalara ayrılması, iş programı ve kapsamla ilgili hususlar (örneğin test ve eğitim planları ve zaman çizelgeleri) güncellemelerle açıklığa kavuşturulur.

Kontrol evraklarının incelenmesi: İmalat evrakları. Kontrol edilmiş sistemlere ilişkin evraklar, imalat kontrol listesini hazırlamak, imalatın ilerlemesini gözlemek, kapsamlı testlerin yapılmasına yardımcı olmak amacıyla kontrol yetkilisi tarafından incelenir. Evraklar, imalattan önce belirlenmesi hem güç hem de masraflı olan, imalatla ilgili performans konularını belirlemek için de gözden geçirilir. Evraklar resmi kabulden önce, herhangi bir uyumsuzluğun belirlenmesine olanak sağlamak ve tasarımcı ekibiyle görüşülmek üzere tasarımcı ekibi tarafından da incelenmelidir.

Evrakları bütünleştirme toplantısı: Yüklenici kontrol dokümanlarını geliştirmeden önce, kontrol yetkilisi, sistemlerin birbirine bağlanması, kontroller arasındaki öncelikleri, kontrol noktalarının isimlendirilmesini, grafik ayrıntıları ve kurulumu, ulaşım düzeyleri gibi hususları performans belirlemeleri ve sorunların çözülmesindeki yöntemleri tartışmak üzere toplantılar düzenleyebilir.

Koordinasyon resimleri: Kontrol yetkilisi mal sahibine koordinasyonu gözleyebilmesi için yardımcı olur ve imalat resimleri vererek uzmanlık alanları arasında uyum sağlayabilir.

İşletme bakım verileri: İşletme ve bakım dokümanları kontrol yetkilisi tarafından istenen ve imalat evrakının ötesindeki bilgiler, kurulum ve işletmeye alma işlemleri, işletme ve bakım bilgileri, ekipman performans verileri ile kontrol teknik resimleri vb.'den oluşur. Bu veriler, kontrol yetkilisi tarafından sistemleri tanımak ve kontrol listelerinin, işletmeye alma planlarının ve test işlemlerinin hazırlanmasında kullanılır.

Zaman çizelgesinin kontrolü: Kontrol, kontrol sürecine ilişkin zaman çizelgesini koordine etmek ve kontrol etkinliklerinin inşaat (imalat) zaman-çizelgesi ile bütünleştirilmesi için, yükleniciyle ya da inşaat yöneticisi ile birlikte çalışır.

İmalat aşamasındaki kontroller

İnşaat esnasında aşağıdaki gibi hususların yerine getirilip getirilmediği kontrol edilmelidir.

- a. Sistemdeki bütün cihaz ve ekipmanın seçiminde sözleşmeye uygunluk, ömür boyu enerji tüketiminin optimum olması,
- b. Ömür boyu bakım, onarım ve personel giderlerinin optimum olması,
- c. Elektrikli cihazların motorlarının çekilen akımın minimum olan cinsten seçilmesi,
- d. Yerine konulan cihazların seçilenlerle aynı olması,
- e. Sistemlerdeki hava ve su akışlarının projelere uygun olarak ayarlanması,
- f. Hava ve su sistemlerinin balanslanması,
- g. Tüm sistemlerin projelere, şartnamelere ve standartlara uygun olarak yapıldığı,
- h. Otomatik kontrol sistemlerinin birbiri ile uyumlu çalışması,
- i. Sistemlerin meydana getirdiği ses ve gürültünün şartnameler ve standartların verdiği limitler dahilinde olduğunun tespiti.

3.1. Sistemlerin Test, Ayar ve Balans (TAB) İşlemleri

Cihaz ve sistemlerin sözleşme ve şartnamelere göre montajlarından sonra, ancak işletmeye almadan önce test, ayar ve balans (TAB) işlemleri yapılmalıdır. Bunun için sistemlerin

gerekli yerlerinde ve devrelerinde sıcaklık, basınç, hava ve su hızı, devir sayısı, besleme gerilimi, çekilen akım gibi ölçümler yapılır. Bu işlemler için binadaki sistemlerin niteliğine bağlı olarak aşağıdaki cihazlardan gerekli olanlar temin edilmelidir.

Fonksiyon ve çalışma testlerini yapabilmek için gerekli uzman iş gücü ve test ekipmanı (örneğin test aletleri, elektrik, su, gaz, yakıt, işçilik vb.) yüklenici (veya sözleşmeye bağlı olarak taraflardan birisi) tarafından temin edilmelidir.

Testler TSE ve EN standartlarına ve şartnamelere uygun olarak yapılarak sonuçları onaylanmalıdır. Yapılacak testlere ilişkin test formu örnekleri ekte verilmiştir.

A. Hava sistemlerinin TAB işlemleri

Gerekli cihazlar

1. Basınç ölçümü.
 - a. 1 Pa aralıklı bölüntülü,
 - b. Eğimli ve dik tip (0 ila 2.5 Pa),
 - c. Test manometresi (örneğin 700 ve 2000 Pa skalalı),
 - d. Birleşik manometre (+ ve - uçların okunabildiği),
 - e. Değişik uzunlukta Pitot tüpleri,
2. Sıcaklık ölçümü.
 - a. Dairesel ve kadranlı termometre (0.5 K bölüntülü),
 - b. Cam düz termometre,
 - c. Kalıpla baskılı termometre (0 ila 100 C kadranlı 0.5 K bölüntülü),
 - d. Dijital termometreler,
3. Pens ampermetreler (gerilim, akım, direnç ölçebilen).
4. Çiğ noktası sıcaklığı ölçme cihazı.
5. Bağlı nem ölçme cihazı.
6. Pervaneli tip anemometre.
7. Torba, davlunbaz tipi hava debisi ölçme aparatı.
8. Savurma psikometre.
9. Takometre (dokunmalı veya ışıklı tip).
10. Su akış ölçme cihazı (orifis: 12 kPa ila 100 kPa gibi ihtiyaç duyulan skalaya sahip kadranlı veya magnetik tip).
11. Ses seviyesi ölçme cihazı (oktav bandı ayırmalı, mikrofon ve kailbrasyon seti ile birlikte).
12. Titreşim analiz cihazı (sıçrama hızı ve ivmelenme ölçüm cihazı).

Testler için yapılacak ön hazırlıklar

1. Projelerin detaylı biçimde incelenerek sistemlerin işletme mantığının detaylı olarak analiz edilmesi,
2. Bütün hava sistemlerinin (klima santralleri, aspiratörler, vantilatörler, VAV boxlar vb.), hava çıkış cihazlarının (difüzör, menfez, panjur vb.) onaylanmış kataloglarının ve detay çizimlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi,
3. Onaylanan ve sahada monte edilen cihazların özellik ve kapasite yönünden test edilmesi ve istenilen değerlere sahip olup olmadıklarının belirlenmesi,
4. Proje ile montajın karşılaştırılarak klima santralinden hava çıkış noktasına kadar monte edilen her şeyin incelenmesi,
 - a. Hava kanallarının projelere ve teknik şartnamelere uygun olarak imal ve monte edildiği,
 - b. Hava kanallarının kaçak testlerinin yapıldığı,
 - c. Kontrol ve müdahale kapaklarının uygun yerlere konulduğunun tespit edilmesi,
 - d. Hava kanallarında kesit daralmasına sebep olabilecek ezilme ve deformasyonların olup olmadığı,
 - e. Yangın ve duman damperlerinin uygun olarak monte edildiği ve ulaşılabilirliği,
 - f. Terminal kutuları, tekrar ısıtma serpantinleri vb. ekip-

manların montajının prolere uygun olarak yapıldığı ve ulaşılabilirliği,

g. Sistemdeki bütün menfez, difüzör vb. çıkış ve emiş ağızlarının doğru monte edildiği ve damperlerinin açık olduğu, kontrol edilmelidir.

5. Klima santralının detaylı biçimde incelenmesi,

a. Hava filtrelerinin doğru ve kaçak olmayacak şekilde monte edildiği ve temiz olduğu,

b. Serpantinlerin doğru ve kaçak olmayacak şekilde monte edildiği ve temiz olduğu,

c. Elektrik motorları kasnakları ile vantilatör ve aspiratör kasnaklarının doğru hizalandığı,

d. Kayışların uygun gerginlikte olduğu ve muhafazalarının takıldığı,

e. Otomatik kontrol damperlerinin doğru pozisyonlarda olduğu ve damper tahrik ünitelerinin takılmış olduğu,

f. Klima santral esnek bağlantılarının yapıldığı, kontrol edilmelidir.

6. Hava dağılım sisteminin akış şemaları hazırlanmalıdır,

7. Vantilatör, aspiratör, hava çıkış ve emiş ağızları test raporlarının hazırlanmalıdır,

8. Hava kanallarından ölçüm yapılacak yerlere karar verilmelidir.

Sahada yapılan inceleme ve kontroller sonrasında yüklenici görülen hata ve noksanları gidermeli, bütün elektrik motorlarının çalışmaya hazır hale gelmesini sağlamalı, sistemi test, ayar ve balans işlemleri için hazır hale getirmelidir.

Test, Ayar ve Balans (TAB) Süreci

Ön hazırlıkların ve sistemdeki hata ve noksanlıkların giderilmesinden sonra TAB işlemlerine başlanır. Bu işlemler aşağıdaki sıra ile yapılabilir:

1. Sistemdeki bütün aspiratör ve vantilatörler çalıştırılır ve aşağıdaki işlemler yapılır.

a. Vantilatör ve aspiratörlerin dönüş yönünün doğru olduğu kontrol edilir.

b. Elektrik motorları besleme gerilimi ve çalışma akımı ölçülür, aşırı akım koruma röleleri uygun değerlere ayarlanır.

c. Statik basınç limit anahtarlarının çalıştığı kontrol edilir.

d. Hava ve su akışları ve oluşan sıcaklıklar tespit edilir.

e. Cihaz içinde, serpantin kenarlarında, kısa devre olup olmadığı kontrol edilir

f. Cihazlar (boru kenarları, ek yerleri, kapılar vb. vasıtasıyla) dışarıya veya dışarıdan içeriye hava kaçağı olup olmadığı kontrol edilir.

2. Üfleme kanalında ve kanal düzenlemesine uygun olarak bütün ayrılmalarda uygun ölçüm noktaları ve metodları aşağıdakilere göre seçilir.

a. Hassas bir ölçüm yapabilmek için ölçüm noktası dirseklerden ve ayrılmalardan yeteri kadar uzakta ve hava kanalının yeterli uzunluktaki düz bir kısmında yapılmalıdır.

b. Hava hızı ölçümü yapılacak kanal kesitinde ölçümler formlarda belirtilen sayıda yapılmalı ve ortalaması alınmalıdır (hız kenarlarda düşük, merkeze yakın yerlerde fazladır).

c. Kanallardaki hava hızı pitot tüpü, mikrometre veya kalibre edilmiş anemometre ile ölçülmelidir.

3. Doğru ölçümler yapılarak sistemin toplam hava debisi hesaplanır, gerekiyorsa sıcaklık ve yükseklik (rakım) düzeltmeleri yapılmalıdır. Hava debisi yüksek veya düşükse vantilatör ve/veya aspiratör devir sayıları değiştirilir (kayış kasnak değişimi veya frekans konvertörü ile limitleme vb.). Debi ve/veya basınç artacaksa elektrik motorunun gücünün yeterliliği de kontrol edilmeli, gerekirse büyütülmelidir.

4. Ayrılmalardaki debi ayar damperleri projelerdeki değerlere göre ayarlanır.

5. Her hava çıkış veya emiş ağzının debisi ölçülür. Tüm branşmanlarda ve ağızlarda istenilen debilerin tutturulabilmesi için ölçümler birden fazla sayıda tekrarlanır.

6. Klima santral çıkışındaki basınç, filtre ve serpantinlerin kirleneceği dikkate alınarak bir miktar fazla tutulur.

7. Branşman kanallarda ve hava çıkış ağızlarında projede istenilen değerlere ulaşıldığında aşağıdaki değerler okunarak çizelgelere yazılır.

- Elektrik motorunun gerilimi ve çektiği akım,
- Vantilatör statik basıncı,
- Santralin bütün elemanlarının (filtre, damper, serpantin, nemlendirici, vb.) statik basınç kayıpları,
- Ana ve branşman kanallardaki hava debileri,
- Bütün hava çıkış ağızlarındaki hava debileri,
- Cihaz ve sistemlerin aşağıdaki gürültü kriterlerinin en az birisini sağlandığı kontrol edilir.

| Mahal adı | RC seviyesi | Yaklaşık dBA |
|-------------------------|-------------|--------------|
| Yetkili ve özel ofisler | 25-35 | 25-35 |
| Konferans salonu | 25-35 | 30-40 |
| Holler ve koridorlar | 40-45 | 40-45 |
| Genel ofisler | 35-40 | 40-45 |

Rapor Bilgileri

TAB raporları sistemin işletme personelinin gerektiğinde başvurabileceği bir kaynak olmalıdır. Bu nedenle asgari aşağıdaki bilgileri ihtiva etmelidir.

1. Projeler.

- Hava miktarları ve dağılımı,
- Vantilatör ve aspiratörlerin statik basınçları,
- Elektrik motorlarının çektiği akım,
- Vantilatör veya aspiratörlerin devir sayıları,
- Minimum dış hava oranı,
- Proje hava miktarları ve statik basıncındaki genel güç ihtiyacı.

2. Uygulama.

- Cihazların üreticileri,
- Cihaz model numaraları,
- Cihaz seri numaraları,
- Santralin düzenlenme şeması,
- Elektrik motorlarının etiket bilgileri.

3. Saha testleri.

- Vantilatör ve aspiratörlerin devir sayıları,
- Elektrik motorlarının besleme gerilimleri ve çektiği akım,
- Santral elemanlarının basınç kayıpları,
- Sahada yapılan ölçümlere göre vantilatör ve aspiratörlerin çalışma noktasının üretici performans eğrileri üzerinde gösterilmesi (çalışma noktasının mümkün olduğunca proje değerlerine yaklaştırılması sağlanır),

e. Bütün ana ve branşman hava kanallarında, hava çıkış ve emiş ağızlarındaki hava debileri, vb. ölçülmelidir.

Ayrıca

- Klima santrallerinde
 - Kayıp ölçüleri ve sayıları,
 - Motor, vantilatör ve aspiratör kasnak ölçüleri,
 - Tam yükte elektrik motoru devir sayısı,
 - Filtre tipi ve statik basınç kaybı, değiştirme süresi,
 - Susturuculara ilişkin bilgiler vb,

belirlenmelidir.

B. Hidronik Sistemlerin TAB İşlemleri

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde, su tarafının balansı da sistemin otomatik olarak çalışması, minimum enerji sarfiyatı ve doğru dağıtım için yeterli doğrulukta sağlanmalıdır. Ancak su tarafının balansı hava tarafı kadar hassasiyet gerektirmeyebilir. Hava akışının projede istenilen değerlerin altında olması ısı transferini daha fazla etkilemesi- ne rağmen su tarafında bu durum daha az hassastır.

Gerekli Cihazlar

Hidronik sistemde iyi bir TAB işlemi yapılabilmesi, ölçüm ve ayar cihazlarının doğru kullanılmasına bağlıdır. Aksi takdirde akış, basınç ve sıcaklık değerlerinin ölçümünde zorlukla karşılaşılabilir. Ölçme işlemlerinde aşağıdaki cihazların bir kısmının veya tamamının kullanılması gerekebilir.

1. Manometreler.

- Sistem basıncına göre gerekli yerlere monte edilmiş manometreler,
- Ultrasonik dijital manometreler,
- Analog ve dijital basınç farkı ölçme cihazları,
- Basınç düşümü ölçümü için portatif dijitalmetre.

2. Akış ölçme cihazları.

- Ultrasonik istasyonlar,
- Türbinler,
- Venturi,
- Çok bağlantılı pitot tüpü,
- Akış indikatörleri,
- Portatif akış ölçme cihazları.

3. Termometreler.

- Sistemde gerekli yerlere monte edilmiş termometreler,
- Sıcaklık farkı ölçümü yapabilen portatif termometreler,
- Uzaktan sıcaklık ölçebilen lazer termometreler.

4. Balans Valfleri.

- Fabrika ayarlı balans valfleri,
- Dinamik balans valfleri,
- Akış sınırlama valfleri,

5. Su soğutma grubu, ısı eşanjörü, kontrol valfleri üzerine monte edilmiş akış ölçme cihazları.

Testler İçin Yapılacak Hazırlıklar

Hidronik sistemlerin TAB işlemlerinden önce aşağıdakilere benzer hazırlıklar yapılmalıdır.

- Sistem projelerinin ve şartnamelerin çok iyi biçimde kavranmış olması gerekir.
- Sistemdeki pompalarla ilgili bilgiler (pompa eğrileri, tahrik motoru, fiziki ölçüler vb.) ve onaylanmış katalogları incelenmelidir.
- Pompaların elektrik motorlarının şalterleri ve aşırı akım röleleri vb. uygunluğu kontrol edilmelidir.
- Su soğutma grubu, kule, kazan, ısı eşanjörü gibi cihazlarla ilgili bilgiler (kapasite, basınç kaybı vb.) incelenmelidir.
- Kontrol vanalarının Kv değerleri ile sıcaklık kontrol eğrileri incelenmelidir.
- Terminal cihazlarının bilgileri (akış-basınç bilgileri vb.) incelenmelidir.
- Basınç emniyet ve basınç düşürme vanalarının ayar değerleri belirlenmelidir.
- Akış ölçme cihazları kalibre edilmelidir.
- Diğer gerekli bilgiler (tablolar, grafikler vb.) incelenmelidir.

Yukarıda belirtilen bilgilerin sağlanması ve incelenmesinin ardından aşağıdaki işlemler yapılır:

1. Boru sisteminin (ana, bransman ve kolon boruları) incelendiği ve As –built projelerle karşılaştırıldığı,
2. Balans elemanlarının projelere uygun olarak monte edildiği,
3. Basınç emniyet vanalarının gerekli değerlere uygun olarak ayarlandığı,
4. Basınç düşürücü vanaların ayarları,
5. Bütün genişleme tankları,
6. Pompaların projelere ve onaylanan kataloglara uygun olduğunun, yerleşiminin, ekselenmesinin, yatakların yağlandırıldığı, havalarının alındığı, dönüş yönü,
7. Pislik tutucuların ölçüsünde, doğru olarak monte edildiği ve filtrelerin temiz olduğu,
8. Terminal cihazların ölçü ve yerlerinin projelere uygun olarak ve iyi bir şekilde monte edildiği,
9. Boru sisteminin yıkanıp temizlendiği,
10. Boru tesisatının tamamının su ile dolu olduğu,
11. Boru tesisatının tamamının havasının tamamıyla alındığı,
12. Sistemdeki bütün vanaların çalışma konumunda olduğu,
13. Kontrol vanalarının ölçülerinin, monte edildikleri yerlerin, bağlantı ağızlarının akış yönüne uygun olduğu ve vanayı tahrik eden ünitelerin yeterli olduğu,
14. Kazanların sıcaklık, basınç kontrol elemanlarının çalışma ve emniyet değerlerine uygun olarak ayarlandığı,
15. Kazanlar, soğutma grupları, kuleler, ısı eanjörleri vb. cihazların bağlantılarının projelere uygun biçimde (uygun çapta, fleksible bağlantı ile vb.) yapıldığı, kaidelerin ve varsa yayların uygun olduğu,
16. Kazanların ve soğutma gruplarının çalışmaya hazır olduğu,
17. Sistemdeki bütün elektrikli cihazların elektrik bağlantılarının doğru biçimde yapıldığının ve koruma elemanlarının ayarlandığı,
18. Bütün ölçme cihazlarının kalibrasyonlarının doğru biçimde yapıldığı, kontrol edilmelidir.

TAB İşlemleri

Hidronik sistem ile ilgili ön hazırlıklar ve sistemin kontrol edilmesinden sonra sistemde tespit edilen hata ve noksanlar montaj ekipleri tarafından tamamlanmalıdır. Sistemin çalışmaya hazır olduğuna karar verildiğinde sistemin TAB işlemlerine başlanır. Bu işlemler aşağıdaki gibi yapılabilir:

1. Pompa kısma vanası kapalıya yakın konuma getirilir.
2. Pompalar çalıştırılır, dönüş yönleri kontrol edilir.
3. Pompanın ΔP değeri, kullanılan pompanın eğrisindeki projede belirtilen debi değerine gelene kadar kısma vanası açılır.
4. Kısma vanası yavaşça kapatılır, pompanın ΔP değeri (pompanın giriş ve çıkışında) tespit edilir.
 - a. Eğer bu ΔP değeri pompanın sıfır debideki değeri ile uyuyorsa, pompa eğrisi balans işleminde kullanılabilir.
 - b. Bu değer uymuyorsa; a) pompa içinde hava kalmış olabilir, b) pompa rotoru kirlenmiştir veya yabancı bir madde akışı engellemektedir, c) pompa yanlış seçilmiştir.
5. Pompanın sisteme uygun olduğu anlaşıldıktan sonra ΔP değeri projedeki değere ulaşana kadar kısma vanası yavaş yavaş açılır. Böylece pompa debisi proje değerine yaklaşır.
6. Pompa besleme gerilimi ve çektiği akım ölçülür ve motor koruma rölesi ayarlanır.
7. Balanslama işlemine tesisat merkezlerinden (kazan dairesi, soğutma ve klima merkezi vb.) başlanır. Ana borulardaki

debiler ölçülür ve balans vanaları ayarlanarak her devrenin debisi projeye uygun hale getirilir.

8. Önce yakın bransman ve kolonlar, daha sonra uzakta olanlar ayarlanır.

Hidronik sistemlerin testleri esnasında;

- a. Kalorifer kazanlarının proje ve imalat Loyd kontrolleri (kazan tipi ve gücüne bağlıdır) dahil tüm basınç, sızdırmazlık, mukavemet, fonksiyon ve kapasite testleri gerekli zamanlarda bir muayene komisyonunun veya bir teknik uzmanın gözetiminde yapılması ve sonuçlar raporlara bağlanması,
- b. Soğutma gruplarında şebekeden çekilen elektrik enerjisi ile sağladığı soğutma miktarının ölçülmesi, soğutma gruplarının performans (COP) değerlerinin test edilerek katalog değerlerini sağladığı gösterilmelidir. Sistem COP'sinin tespit edilmesi (Bunun için pompalarda, kulede vb.'de tüketilen enerjilerin de ölçülmesi gerekir), gibi hususlara dikkat edilir.

C. Doğalgaz Tesisatı TAB İşlemleri

Doğalgaz tesisatları TSE ve yerel şartnamelere göre yapılıp test edilmelidir. Testlerde aşağıdakilere benzer hususlara yer verilmelidir.

1. Tesisat, gaz şirketinden yetki almış firma tarafından yapıldığı,
2. Gaz hattı elemanlarının basınç düşümlerinin cihazlarının tam yükte yanması esnasında problem yaratmayacak düzeyde olduğu,
3. Boruların uygun mesafelerde kelepçelendiği, dikey boruların en alttan ankrajlandığı,
4. Duvar ve kat geçişlerinin kılıflı boru içinden geçtiği,
5. Havalandırmaların yeterliliği,
6. Kazan dairesi girişinde kazan dairesi ana emniyet şalteri ve butonu konulduğu,
7. Deprem, duman ve yangın algılamalarında gazın girişten kesilip kesilmediği,
8. Boruların ve bacaların topraklandığı,
9. Basınç testlerinin yapıldığı ve tam sızdırmazlık sağlanmadığı,
10. Tüketim yerlerine giden gaz miktarlarının istenilen değerlerde olup olmadığı,
11. Gaz şirketinin test ve kabul belgesi kontrol formlarına eklendiği, kontrol edilmelidir.

D. Yangın Tesisatı TAB İşlemleri

Yangın tesisatları yapının özelliğine ve büyüklüğüne bağlı olarak yangın dolapları, sprinkler sistemleri, gazlı sistemler gibi sistemlerden oluşabilir. Testlerden önce sistemlerin Yangın Yönetmeliği ile ilgili diğer yönetmeliklere uygun olarak yapıldığının bir kez daha gözden geçirilmesinden sonra aşağıdaki hususların dikkate alınması yararlı olur.

1. Tesisatın projelere uygun olarak yapıldığı kontrol edilmelidir.
2. Gerekli yerlerden alarmlar alınarak sistemlerin işlevini görüp görmedikleri belirlenmelidir.
3. Hidronik yangın sistemlerinde gerekli testler ve balanslama yapılmalıdır.
4. Gazlı sistemlerin işlev görüp görmedikleri (gerekirse gaz boşatılarak) test edilmelidir.

3.2. Diğer Bazı Hususlar

Yukarıda belirtilen tüm testler mal sahibinin yetkili kıldığı teknik elemanların huzurunda yapılmalı ve test sonuçlarının

dökümü çıkartılarak, rapor halinde mal sahibine teslim edilmelidir. Bu çalışmalar esnasında ayrıca aşağıdaki gibi hususlar da dikkate alınabilir.

- Sistemlerin çalıştığı, değişen koşullara doğru cevap verdiği ve cihazların katalog değerlerini sağladığı gösterilmelidir. Fonksiyon testleri ile de sistemlerin gerçek performansını gösterilmelidir. Herhangi bir malzeme veya ekipman bu testlerden birini geçememiş olursa sökülmeli ve gerekiyorsa yenisi ile değiştirilmeli ve yeni cihaz da testlere tabi tutulmalıdır.
- Yerel testler yapıldıktan sonra tüm sistem gerekli çalışma koşullarını sergilemek üzere çalışma testlerine tabi tutulmalıdır. Çalışma testleri gerçek çalışma koşulları altında yapılmalıdır.
- Isıtma, soğutma, havalandırma ve diğer tesisat sistemleri 1 sezon boyunca mümkün olan tüm çalışma çevrimlerinde çalıştırılmalıdır. Mevsimi gereği denenemeyen sistemler takip eden ilk sezonda test edilmelidir.
- Kaçak tespitine yönelik basınç testleri, cihazlar sisteme bağlanmadan önce yalnızca boru donanımına uygulanmalıdır.
- Toprağa döşeli borularda testler çukurlar doldurulmadan, diğer yerlerde duvarlar, şaftlar ve asma tavanlar kapatılmadan ve izolasyonlardan önce yapılmalıdır.
- Dağıtıcı ve toparlayıcı menfezlerin reglajı esnasında gerekirse aspiratör ve vantilatör kayış kasnakları değiştirilerek debi ayarları yapılmalıdır.
- Ölçme ve test cihazları için boru tesisatı ve kanallar üzerinde ve cihazların giriş-çıkış bağlantılarında sıcaklık ve basınç ölçme noktaları bulunmalıdır.
- Sistemler, aşağıda belirtilen veya şartnamelerde verilen basınç ve sürede test edilmelidir.

| Test edilen sistem | Test başlangıcındaki göstergesi | Testte kullanılan akışkan / süre |
|----------------------------------|---|----------------------------------|
| Isıtma ve soğutma boru devreleri | İşletme basıncının 1.5 misli | Su / 24 saat |
| Kullanma suyu boru devreleri | İşletme basıncının 1.5 misli | Su / 24 saat |
| Yangın boru devreleri | İşletme basıncının 1.5 misli | Su / 24 saat |
| VRV ve gaz devreleri | Üretici kataloglarındaki ve şartnamelerdeki şartlarda | - |

- Test basıncına dayanamayarak hasar görmesi muhtemel kondens ayırıcı, otomatik vana, basınç düşürücü vana, belirli basınçta açılan vana (relief valve), pompa veya diğer cihazlar deneme esnasında sökülmeli veya bypass yapılmalıdır.
- Hidronik sistemlerde testler tamamlandıktan sonra sistemler boşaltılmalı, basınçlı hava veya su ile kir, toz, yabancı maddelerden temizlenmek üzere yıkanmalı, pislik ayırıcılar, vanalar ve fittingslerde biriken pislik ve kalıntılar temizlenmelidir.

4. Devreye Alma Aşamasında Kontrol ve Kabuller

İşletmeye alma işlemi, cihaz imalatçısı firmalarının yetkili servisleri ve/veya konularında yetkin personel tarafından yapılmalıdır. Devreye alma işlemleri esnasında kontrol formlarının doldurulup onaylanması gerekir. Yapılan işlemin uygunluğu imalatçı firmanın yazılı onayı ile de sağlanmalıdır.

İskan/çalışma sürecindeki kontroller tipik olarak bina iskan edilmeden bir ya da iki ay sonra gözlemlene sürecinde elde edilen bulguların çözülmesi ile başlar ve ekipmanların genelde bir veya iki yıl olan garanti süreleri ile sona erer.

Amaçlar.

Bu aşamadaki kontroller aşağıdakileri kapsmalıdır;

- Eğitimin tamamlanması,
- Sistemlerin devreye alınması,
- Mevsimsel nedenlerle kontrol edilmemiş sistemlerin ve testlerinin sorgulama ve doğrulamasının yapılması,
- Garanti süresi sona ermeden önce önemli performans sorunlarının belirlenmesi ve çözülmesi,
- Kontrol kabul sürecine ilişkin değerlendirmelerin yapılması.

Etkinlikler

Eğitim: Kontrol yetkilisi, eğitim belgelerini gözden geçirerek ve bazı eğitim bölümlerinde hazır bulunarak, eğitimin belgelerle uygun biçimde tamamlandığını kontrol eder ve doğrular.

Mevsimsel Testler: Karşıt mevsim testleri çalışmaya en azından, mevsimsel değişmelerin önemli farklılıklar getirdiği sistemlerde, çalışmanın hem kış hem de yaz koşullarında doğrulanması amacıyla yapılırken, uygun olduğunda geçiş mevsimlerinde de gerçekleştirilebilir. Test işlemleri, yüklenici tarafından kontrol yetkilisinin ve bina sistemlerini çalıştıranların kontrolü altında yapılmalıdır. Buna karşın mal sahibinin işletme ekibi ve kontrol yetkilisi, kontrol sistemleri üzerinde yeterli bilgiye sahip olduklarında bu testleri yapıp, sorunlu durumlar ortaya çıktığında yükleniciyi çağırabilir ve eksikliklerin giderilmesini isteyebilir.

Garanti Süresi Sonuna Yakın İncelemeler: Kontrol yetkilisi, yüklenicinin garanti süresi dolmadan birkaç ay önce, tesisleri işleten ekiple görüşmesi ve sistem çalışmasını gözden geçirmesi, ekibin sorunlarını belirlemesi veya garanti süresi ile ilgili hususları saptaması gerekebilir.

5. İşletme Aşamasına Yönelik Çalışmalar ve Dokümantasyon

Saha testlerinin yapılması ve sonuçların onaylanmasından sonra cihazların ve sistemlerin işletmeye alma sürecine geçilir. İşletmeye alma işlemleri, cihaz imalatçısı firmalarının yetkili servisleri ve/veya konularında yetkin personel tarafından yapılmalıdır. Yüklenici, imalatçı firmanın verdiği garanti süresini mal sahibine yansıtmalı veya sözleşmedeki şartlarda kendisi garanti etmelidir.

Sistemler devreye alındıktan sonra maksimum verimle, emniyetli ve ekonomik kullanılabilmesi için aşağıdaki gibi dokümanlar hazırlanmalıdır.

- İşletme talimatları,
- Bakım talimatları,
- Arıza giderme talimatları,
- İmalatçı katalogları,
- Yedek parça listeleri.

Bunlar Türkçe olmalı, imalatçı katalogları talimat yerine kullanılmamalıdır. Talimatlarda kullanılacak yazı kalitesi kolay okunabilir ve aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- Bakım ve onarım esnasında can ve mal emniyeti bakımından alınacak önlemler eksiksiz olarak, hiçbir yanlış anlamaya meydan vermeyecek biçimde belirtilmelidir.
- Sözleşme ve proje kapsamında bulunan tüm sistemler için planlı bakım kartları hazırlanmalıdır.
- Talimatlarda kullanılan dilde tereddüte meydan verecek veya birden çok anlama gelen terimler kullanılmamalıdır.
- Talimatlarda basit kelimelere ve amacı doğrudan ifade eden cümlelere yer verilmelidir. Kullanılan kelimeler ve terimler birbiri ve konu ile tam uyum içinde olmalıdır.
- Terimler ve açıklamalar işletme ve bakım personelinin kolaylıkla takip edip uygulayabileceği şekilde açık olmalıdır.
- Kontrol ve ölçülerle ilgili ifadelerdeki limit değerler ve

sayılar net bir biçimde ve doğru olarak yazılmalıdır.

7. Bakım ve uygulamanın her bir cihaz veya sistem için tam ve doğru bir şekilde yapılabilmesi için gerekli avadanlık ve ölçü aletlerinin listesi verilmelidir.

8. Ölçüler ve birimler metrik sistemde verilmelidir. Özel durumlarda metrik sistem dışında birimler kullanılırsa bunların yanına metrik sistemdeki karşılıkları yazılmalıdır.

9. Binanın işletmesi sırasında uyulması gereken emniyet kuralları hiçbir tereddüte meydan vermeyecek şekilde anlatılmalıdır.

10. Genel hususlara ilave olarak sistemler için kontrol listeleri, temizleme, ölçü aletlerinin kontrolü usulleri vb. belirtilmeli, kusurlar arıza bulma ve giderme talimatlarına ilgi verilmelidir.

11. Genel açıklamalara ilave olarak proje kapsamında bulunan sistemler için akım şemaları çizilmeli, akış yönleri vb. şematik olarak gösterilmelidir. Akım şemalarında gösterilen bütün mekanik tesisat cihazları şema üzerine projedeki numaralarıyla kodlanmalı ve ayrı bir sayfada listelenerek imalatçının ismi, adresi, malzemenin tipi, kapasitesi, kod numarası vb. bilgiler yazılmalıdır.

12. Cihaz ve sistemler için normal veya acil durumlarda kullanıcı personelin yapmak zorunda kalabileceği işlemler, alınması gereken güvenlik önlemleri mümkün olduğunca ayrıntılı biçimde açıklanmalıdır. Ölçme, işletmenin bir parçası olduğundan, ölçü aletlerinin kullanma şekilleri ve bu gibi aletlerin verdiği bilgilerden ne şekilde yararlanılacağı belirtilmelidir.

13. Bakım talimatları periyodik bakım, özel bakım olmak üzere iki bölüme ayrılmalıdır. Her iki bölümdeki mekanik tesisat için planlı bakım kartları hazırlanmalıdır. Ölçü aletlerinin kalibrasyonunun nerede, nasıl yapılacağı ve bakım sıklığı da ayrıca belirtilmelidir.

14. Arıza bulma ve giderme talimatları: Cihaz ve sistemlerin kontrolü sırasında görülen ve arızanın saptanması ve düzeltme yöntemleri anlatılmalı, değiştirilebilecek en ufak parçaya kadar (conta, salmastra vb.) detaylandırılmalıdır. Arıza bulma talimatlarında “çalışmazsa firmaya müracaat edin” ve/veya “fabrikasına gönderin” türünden ifadeler kullanılmamalıdır. Arızaların giderilebilmesi için cihaz veya ekipmanı meydana getiren parçaların montaj ve demontaj resimleri DIN A4 boyutunda ve anlaşılır bir şekilde verilmelidir.

15. Yedek parça listeleri: Bu bölüm mekanik cihaz ve tesisat sistemlerinin kesintisiz, emniyetli ve istenen verimde işletilebilmesi için gerekli yedek parça listelerini ve ayrıntılı bilgileri içermelidir. Yedek parça listelerinde parça isimleri, adetleri, ölçüleri, malzeme cinsleri ve diğer gerekli tüm bilgiler bulunmalıdır. “Tavsiye edilen yedek parça listesi” nde İdare’ce hazır bulundurulmasında yarar görülen ancak zorunlu olmayan (ve her zaman işgörenden veya piyasadan temini mümkün olan) parçaları içermelidir. Yedek parça listelerindeki parçaların piyasada eşdeğeri bulunuyorsa muadili cetveller veya imalatçı ve satıcı firmaların katalogları da eklenerek yedek parça seçimi ve temini için mal sahibine verilmelidir. Yedek parça listelerinde imalatçı, satıcı, ana dağıtıcı ve servis firmalarının isimleri, adresleri, telefon ve faksları da verilmelidir.

16. İmalatçı katalogları: İşletme ve bakım, arıza bulma ve giderme talimatlarının ve yedek parça listelerinin hazırlanmasına esas olan veya herhangi bir başka amaç için kullanılan imalatçı firma tarafından hazırlanmış kataloglar verilmelidir.

17. Bibliyografi: Talimatların hazırlanmasında bakım el kitapları, ilgili standartlar veya buna benzer yayınlar kullanılmış ise bu gibi yayınlardan alınan tablo, abak, formül gibi bilginin sonuna konacak parantez içindeki rakamlar ile bu bölümde listelenmiş yayınlara atf yapılmalıdır. Bu kısım standart bibliyografya şekline uygun olmalı, yayının ismi, yazarı, baskı tarihi vb. bilgiyi kapsamalıdır.

18. Düzenleme şekli: Talimatlar aşağıdaki bölümleri kapsamalıdır.

- İçindekiler,
- İşletme talimatı,
- Bakım talimatı,
- Arıza bulma ve giderme talimatı,

- Yedek parça listeleri (tavsiye edilen ve lüzumlu),
- İmalatçı katalogları (kullanma ve bakım talimatları).

19. Dokümanlar

- As-built proje listesi, projeler ve proje raporları,
- Kontrol listelerinin birer kopyası,
- Planlı bakım kartlarının birer kopyası,
- Yapılan test sonuçlarının özetleri.

20. Diğer dokümanlar

- İşletme ve bakım talimatlarına ek olarak aşağıdaki gibi dokümanlar verilmelidir.
- Cihaz(lar)ın veya sistemin “kurulu gücü”,
- Değişik yük değerlerinde verimler: %25, %50, %75, %100, %125...,
- Enerji tüketimleri listesi (farklı yüklerde),
- Sistemin yaklaşık ömrü (çalışma/kullanma saatine göre),
- Sistemin kuruluş maliyetinin ve yaklaşık işletme maliyetinin verilmesi (fizibilite tarihi esasına göre),
- İşletme ve bakım personeli sayı ve niteliği ile meslek grupları belirlenecektir (bu grupta bakım ve işletme personeli için verilmesi gereken teorik ve pratik eğitim için gerekli doküman, eğitim planı, vb. bilgiler de eklenecektir),
- Bakım ve işletme personelinin sayısı ve meslek gruplarının dağılımı,
- Garanti belgeleri.

KAYNAKLAR

- [1] Özkol, N. ve Pirinçcioğlu, T., “Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme Sistemlerinde Test, Ayar ve Balans”, Tesisat Market Dergisi, Eylül 2006.
- [2] Boz, E., 2000, Mekanik Tesisat Uygulama Kitabı, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Yayın No: 9.
- [3] ASHRAE Uygulama El Kitabı 2003, “Yeni Binalarda Kabul, Kontrol İşlemleri”, Bölüm 42, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Yayın No: 14.
- [4] Henke, B., “Isıtma ve Klima Sistemlerinin Hidrolik Bakımdan Dengelenmesi”, Tesisat Dergisi, Ocak- Şubat 1998.

Yazarlar;

Dr. İbrahim ÇAKMANUS

1960 Giresun doğumludur. Makina Mühendisliği bölümlerinde olmak üzere KTÜ’de lisans, ODTÜ’de yüksek lisans, Gazi Üniversitesi’nde doktora yapmıştır. 1983-1991 yılları arasında Demiryollar, Limanlar, Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü’nde Hava Meydanları Binaları HVAC tesisatları, petrol boru hatları ve akaryakıt depolama tesisleri projelendirme ve inşaatı konularında çalışmıştır. 1992 yılından bu yana T.C. Merkez Bankası A.Ş.’de çalışmaktadır. Burada bazı Merkez Bankası Şube binalarının projelendirme ve yapım işlerinde çalışmıştır. ASHRAE (American Society Of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), Makina Mühendisleri Odası, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği (Yönetim Kurulu Üyesi), Isı Bilim ve Tekniği Derneği (Yönetim Kurulu Üyesi), Toplumsal Saydamlık Hareketi Derneği (Yönetim Kurulu Yedek Üyesi) üyesidir. Çeşitli dergilerde yayımlanmış teknik makaleleri bulunmaktadır. Evli ve iki kızı vardır.

M. Oya ERTUĞ

1979 Ankara doğumludur. ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamlamıştır. 2004-2005 yılları arasında Bahri Türkmen Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti.’nde HVAC proje mühendisi olarak çalışmıştır. 2005 yılından bu yana T.C. Merkez Bankası A.Ş.’de makina mühendisi ünvanıyla çalışmaktadır. Makina Mühendisleri Odası, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir.



Ek-1: HVAC Cihaz Kontrol Formu

| İNŞAATI | | | | | | | | | | Form No: | |
|---|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|---|--------------------------|
| ISITMA-SOĞUTMA-HAVALANDIRMA CİHAZLARI KONTROL FORMU |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ..... |  |
| Cihaz Yeri : | | | | | | | | | | | |
| İlgili Projeler : | | | | | | | | | | | |
| Genel | | Filtreler | | Fanlar | | Sulu Serpantinler | | Elektrikli Serpantin | | Titreşim İzolasyonu | |
| Panjur Montajları | <input type="checkbox"/> | Tip ve Ebadlar Uygun | <input type="checkbox"/> | Dönüş Yönü | <input type="checkbox"/> | Engeller & Pislilikler | <input type="checkbox"/> | Ebad & Konstrüksiyonu | <input type="checkbox"/> | Vibrasyon Önleyici Yay & Basılma Mikt. | <input type="checkbox"/> |
| Man. Dampere Ayar. & Kilitlen. | <input type="checkbox"/> | Sayısı Uygun | <input type="checkbox"/> | Rotor Balanslaması ve Toleransı | <input type="checkbox"/> | Hava Akışı & Yönü | <input type="checkbox"/> | Hava Akışı & Yönü | <input type="checkbox"/> | Kaide | <input type="checkbox"/> |
| Otomatik Dampere Çalışıyor | <input type="checkbox"/> | Temizlik | <input type="checkbox"/> | Yatak ve Motor Yağlaması | <input type="checkbox"/> | Doğru Borulama & Akışı | <input type="checkbox"/> | Kanal Bağlantısı | <input type="checkbox"/> | Sismik Gövde Bağlantı Yayları | <input type="checkbox"/> |
| Cihaz Dış Kaplaması | <input type="checkbox"/> | Filtre Karkası - Sızdırmazlık | <input type="checkbox"/> | Kasnak Ayarları | <input type="checkbox"/> | Vanalar Açık & Ayarlanmış | <input type="checkbox"/> | Engeller & Pislilikler | <input type="checkbox"/> | Emişteki Susturucu | <input type="checkbox"/> |
| Müdahale Kapakları Kapalı | <input type="checkbox"/> | Geçici Filtre | <input type="checkbox"/> | Kayış Gerginliği | <input type="checkbox"/> | Hava Atma Cih. & Kondensöpler | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Üflemedeki Susturucu | <input type="checkbox"/> |
| Drenaj Boru Bağlantısı | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Kasnak Set Screw Sıkıştırılmış | <input type="checkbox"/> | T.A.B. İçin Gerekli Önlemler | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Atış Ağzındaki Susturucu | <input type="checkbox"/> |
| Temizlik | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Kayış Koruma Yerinde | <input type="checkbox"/> | Ebat & Devre sayısı | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Ahş Ağzındaki Susturucu | <input type="checkbox"/> |
| Gövde Sızdırmazlığı | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Flexible Kanal Bağl. Aksında | <input type="checkbox"/> | Kanatçık Ara Mesafesi & Durumu | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | | |
| Gövde Yapısı | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | Tip & Karakteristikler | <input type="checkbox"/> | Boru Kanatçıkları | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | | | | | | Elektrik-Elektronik Tesisat Kontrolleri | | Bilgi İşlem ve Otomasyon Grubu Kontrolleri | |
| | | | | | | | | El. Serpantin Elektrik Bağlantıları | <input type="checkbox"/> | Dampere | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | El. Serpantin Emniyet Anahtarı | <input type="checkbox"/> | Fark Basınç Presostadları | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | El. Serp. Kontaktör & Disconnect Anah. | <input type="checkbox"/> | Termostatlar | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | Fan Starter & Disconnect Anah. | <input type="checkbox"/> | Sıcaklık Sensörleri & Frekans Konvertörleri | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | Fan Elektrik Bağlantıları | <input type="checkbox"/> | Panolar | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Tarih : | / / | | | | | Tarih : | / / | | Tarih : | / / .. | |
| İsim : | ..... |  |  |  |  | İsim : | ..... |  | İsim : | ..... |  |
| İmza : | ..... |  |  |  |  | İmza : | ..... |  | İmza : | ..... |  |
| AÇIKLAMALAR : | | | | | | | | | | | |
| ŞANTIYE ŞEFİ | | | | | KONTROL ONAYI | | | | | | |
| Tarih : | / / | | | | Tarih : | / / | | | | | |
| İsim : | ..... |  |  |  | İsim : | ..... |  |  |  |  |  |
| İmza : | ..... |  |  |  | İmza : | ..... |  |  |  |  |  |

Ek-2: Chiller Test Raporu

|İNŞAATI CHILLER TEST RAPORU | | | | | Form No: |
|---|-----------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Cihaz Yeri : | | | | | |
| İlgili Projeler : | | İmalatçı : | | | |
| Model : | | Seri No : | | Kapasite : | |
| Refrig. : | | Starter : | | Isıtıcı Ebadı : | |
| Evaporatör | Dizayn | Ölçülen | Condenser | Dizayn | Ölçülen |
| Evap. Basınç / Sıcaklık | | | Condenser Basınç / Sıcaklık | | |
| Girişte ve Çıkışta Su Basıncı | | | Girişte ve Çıkışta Su Basıncı | | |
| Su Basıncı Farkı DP | | | Su Basıncı Farkı DP | | |
| Girişte ve Çıkışta Su Sıcaklığı | | | Girişte ve Çıkışta Su Sıcaklığı | | |
| Su Sıcaklığı Farkı DT | | | Su Sıcaklığı Farkı DT | | |
| Debi | | | Debi | | |
| | | | | | |
| Kompresör | Dizayn | Ölçülen | Refrigeration | Dizayn | Ölçülen |
| İmalatçı / Model | | | Yağ Seviye Kontrolü | xxxxx | |
| Seri No | | | | | |
| Emiş Basıncı / Sıcaklığı | | | Refrig. Seviye Kontrolü | xxxxx | |
| Çıkış Basıncı / Sıcaklığı | | | Relief Vana Set Motoru | | |
| Yağ Basıncı / Sıcaklığı | | | Yüksek Boşaltma Set Noktası | | |
| Voltaj | | | Boştaki Silindir % | | |
| Amp. T ₁ T ₂ T ₃ | | | Purge Kontrolü | | |
| Çekilen Güç | | | Yatak Sıcaklığı | | |
| Yağ Isıtıcısı Amps. | | | Vana Pozisyonu | | |
| Soğutulmuş Su Kontrolü | | | Talep Limiti | | |
| Kondenser Suyu Kontrolü | | | Düşük Sıcaklık Set Noktası | | |
| Düşük Basınç Set Noktası | | | | | |
| Yüksek Basınç Set Noktası | | | | | |
| | | | | | |
| Tarih : | / / | | | | |
| İsim : | ..... |  |  |  |  |
| İmza : | | | | | |
| AÇIKLAMALAR : | | | | | |
| Test verileri uygundur / uygun değildir. | | | | | |
| ŞANTİYE ŞEFİ | | | KONTROL ONAYI | | |
| Tarih : | / / | | Tarih : | / / | |
| İsim : | ..... |  | İsim : | ..... |  |
| İmza : | | | İmza : | | |



Ek-3: Isıtma Kazanı Test Raporu

| İNŞAATI ISITMA KAZANI TEST RAPORU | | | | | | Form No: |
|---|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| Cihaz Yeri : | | | | | | |
| İlgili Projeler : | | | | | | |
| Cihaz Bilgileri | Cihaz No. | Cihaz No. | Cihaz No. | Cihaz No. | | |
| Yeri | | | | | | |
| İmalatçı | | | | | | |
| Model No | | | | | | |
| Seri No | | | | | | |
| Tipi / Ebadı | | | | | | |
| Yakıt / Miktarı | | | | | | |
| Geçiş Sayısı | | | | | | |
| Yakma Şekli | | | | | | |
| Brülör Şekli | | | | | | |
| Brülör Kontrolü | | | | | | |
| Volt / Faz / Hertz | | | | | | |
| Test Bilgileri | Dizayn | Ölçülen | Dizayn | Ölçülen | Dizayn | Ölçülen |
| İşletme Basıncı / Sıcaklığı | | | | | | |
| Giriş / Çıkış Sıcaklığı | | | | | | |
| Emniyet Vana Sayısı / Ebadı | | | | | | |
| Emniyet Vana Ayarı | | | | | | |
| İşletme Alt Değeri | | | | | | |
| Yüksek Sıcaklık Set Değeri | | | | | | |
| Alt Sıcaklık Set Değeri | | | | | | |
| Voltaj | | | | | | |
| Amper | | | | | | |
| Amp. T ₁ T ₂ T ₃ | | | | | | |
| Baca Fanı | | | | | | |
| Baca Basıncı | | | | | | |
| Kapasite | | | | | | |
| Emniyet Çıkışları Kontrol | | | | | | |
| | | | | | | |
| Tarih : | / / | | | | | |
| İsim : | ..... |  |  |  |  |  |
| İmza : | | | | | | |
| AÇIKLAMALAR : | | | | | | |
| Test verileri uygundur / uygun değildir. | | | | | | |
| ŞANTIYE ŞEFİ | | | KONTROL ONAYI | | | |
| Tarih : | / / | | Tarih : | / / | | |
| İsim : | ..... |  | İsim : | ..... |  |  |
| İmza : | | | İmza : | | | |

Ek-4: Pompa Test Raporu

|İNŞAATI POMPA TEST RAPORU | | | | | Form No: |
|---|-----------------------|------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Cihaz Yeri : | | | | | |
| İlgili Projeler : | | İmalatçı : | | | |
| Bilgiler | Pompa No. | Pompa No. | Pompa No. | Pompa No. | Pompa No. |
| Dizayn | | | | | |
| Yeri | | | | | |
| Model No | | | | | |
| Seri No | | | | | |
| Debi / Basınç | | | | | |
| İstenen NPSH | | | | | |
| Devir Sayısı | | | | | |
| Çark Çapı | | | | | |
| Motor İmalatçısı | | | | | |
| Motor Gücü / Devir Sayısı | | | | | |
| Volt / Faz / Hertz | | | | | |
| F.L. Amps / S.F. | | | | | |
| Sızdırmazlık Tipi | | | | | |
| Ölçülen | | | | | |
| Pompa Çalışmadığı Andaki Basınç | | | | | |
| Vana Kapalıyken Basınç | | | | | |
| Pompa Çarkı Çapı | | | | | |
| Vana Açıkken Basınç | | | | | |
| Vana Açıkken Debi | | | | | |
| Final Çıkış Basıncı | | | | | |
| Final Emiş Basıncı | | | | | |
| Final DP | | | | | |
| Final Debi | | | | | |
| Voltaj | | | | | |
| Amp. T ₁ T ₂ T ₃ | | | | | |
| | | | | | |
| Tarih : | / / | | | | |
| İsim : | ..... |  |  |  |  |
| İmza : | | | | | |
| AÇIKLAMALAR : | | | | | |
| Test verileri uygundur / uygun değildir. | | | | | |
| ŞANTIYE ŞEFİ | | | KONTROL ONAYI | | |
| Tarih : | / / | | Tarih : | / / | |
| İsim : | ..... |  | İsim : | ..... |  |
| İmza : | | | İmza : | | |

"zamanı değerli kılan,
içine sığdırabildiğiniz tecrübelerdir"



neredeyse yarım asıra uzanan tecrübe



1968

ÜNTES[®]
iklimlendirme uzmanı

Merkez

Çetin Emeç Bulvarı 73. Sok.
No: 4 Öveçler - ANKARA
Tel : 0.312 472 87 00 (Pbx)
Fax : 0.312 472 87 77

Fabrika

İstanbul Yolu 37. Km.
Kazan - ANKARA
Tel : 0.312 814 12 16 (Pbx)
Fax : 0.312 472 87 77

İstanbul Bölge

19 Mayıs Mah. Sümer Sok.
Zitaş İş Merkezi D-2 Blok
Daire: 7 Kozyatağı - İSTANBUL
Tel: 0.216 410 11 88
Fax: 0.216 410 11 76

İzmir Bölge

Teknik Malzeme İş Merkezi
1202/1 Sokak No :17/218
Gıda Çarşısı - Yenişehir - İZMİR
Tel : 0.232 469 05 55 (Pbx)
Fax : 0.232 459 12 92

Adana Bölge

Ziyapaşa Bulvarı İbrahim
Özekici Apt. Asmakat
No: 62 ADANA
Tel : 0.322 459 00 40 (Pbx)
Fax : 0.322 459 01 80