

T.C
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

DENİZ ARAÇLARI YAPIMI

**İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA
TESİSATI**

ANKARA 2008

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmeye üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA TESİSATI ÖN İMALATINI YAPMAK	3
1.1. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı	3
1.1.1. İklimlendirmenin Tanımı	3
1.1.2. Havalandırma Tanımı	3
1.1.3. Soğutmanın Tanımı	4
1.1.4. Önemi	5
1.1.5. İklimlendirmenin Temel Unsurları	6
1.1.6. Çeşitleri.....	6
1.2. Klima Sistemleri.....	8
1.2.1. Tüm Havalı Sistemler	8
1.2.2. Fan-Coil Sistemleri	10
1.2.3. Değişken Soğutucu Debili (DSD) Sistemler	11
1.3. Soğutma Yöntemleri.....	12
1.4. Soğutucu Akışkanlar	13
1.5. İklimlendirme ve Havalandırma Tekniği ile İlgili Temel Tanım ve Bilgiler	14
1.6. Klimaların Çalışma Prensibi	16
1.7. Klima Santralleri	17
1.8. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatında Kullanılan Borular.....	24
1.8.1. Bakır Boruların Montaja Hazırlanmasında Kullanılan Takımlar	26
1.9. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Kompresörleri	26
1.9.1. Tanımı.....	26
1.9.2. Çeşitleri.....	27
1.10. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Isı Dönüştürücüleri	29
1.10.1. Kondenser (Yoğuşturucu).....	29
1.10.2. Evaporatör (Buharlaştırıcı-Soğutucu).....	33
1.11. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Valf ve Ekipmanları.....	35
1.11.1. Tanımı.....	35
1.11.2. Çeşitleri.....	35
1.12. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Fittingsleri (Fittings)	40
1.12.1. Tanımı.....	40
1.12.2. Çeşitleri.....	40
1.13. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Boruları Ön İmalatının Yapılması	41
UYGULAMA FAALİYETİ.....	43
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	44
DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ	46
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	47
2. İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA TESİSATI YARDIMCI BAĞLANTILARINI YAPMAK.....	47
2.1. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Basit Klima Devre Bağlantısı	47
2.2. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Sulu Tip Kondenser Bağlantısı	48
2.3. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Evaporatör Bağlantısı	49
2.4. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Hermetik Kompresör Bağlantısı	50
UYGULAMA FAALİYETİ.....	51

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	53
DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ	54
MODÜL DEĞERLENDİRME	55
CEVAP ANAHTARLARI.....	56
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	57
KAYNAKÇA.....	58

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI451
ALAN	Deniz Araçları Yapımı
DAL/MESLEK	Deniz Araçları Tesisat Donatımı
MODÜLÜN ADI	İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı
MODÜLÜN TANIMI	İklimlendirme ve havalandırma tesisatı tanımı, çeşitleri, devre elemanları, klima sistemleri, soğutma yöntemleri, soğutucu akışkanlar, temel tanım ve bilgiler, klima santralleri, yardımcı bağlantılar, fittings ile ilgili bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	İklimlendirme ve havalandırma tesisatı boru devrelerini yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında tekniğe uygun olarak istenen standartlarda iklimlendirme ve havalandırma tesisatı boru devrelerinin üretimini yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Tekniğe uygun olarak iklimlendirme ve havalandırma tesisatı ön imalatını yapabileceksiniz.2. Tekniğe uygun olarak iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı bağlantılarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye. Donatım: Şerit metre, kumpas, çelik cetvel, mikrometre, boru, bağlantı parçaları, keten, sülyen boya, teflon bant, boru anahtarları, boru mengenesi, kurbağacık, açma, kapama ve kontrol aletleri.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her öğrenme faaliyeti sonunda kendinizi değerlendirebileceğiniz ölçme araçları yer almaktadır. Ayrıca öğretmenin tarafından hazırlanan ölçme araçları ile modül sonunda değerlendirmeye tabi tutulacaksınız.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gemilerde iklimlendirme ve havalandırma tesisatının önemli yeri vardır. İklimlendirme ve havalandırma tesisatı gemi boyutu ve ısıtılacak mekâna göre çeşitli şekillerde yapılmaktadır. İklimlendirme ve havalandırma tesisatını öğrenmek için öncelikle sistemin ön imalatı ve yardımcı ekipmanların bilinmesi gerekir.

İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı modülünden sonra İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Montaj ve Resim modüllerini öğreneceksiniz. Ayrıca Tesisat ve İklimlendirme Teknolojisi alanı Bakır Boru Montaja Hazırlama ve Montaj modüllerinden faydalanabilirsiniz.

Bu modülün sonunda size gerekli donanım sağlandığında geminin iklimlendirme ve havalandırma tesisatını yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli koşullar sağlandığında, uluslararası denizcilik kurallarına uygun olarak iklimlendirme ve havalandırma tesisatını üretebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bir düzüne farklı çaplarda ve renklerde pipet alanız. Aldığınız pipetleri, tahta veya mukavva bir düzlemde yapıştırıcı kullanarak çeşitli şekillerde modül içeriğine uygun boru devreleri kurmaya çalışınız.
- İnternette iklimlendirme ve havalandırma tesisatı hakkında araştırma yapınız.

1. İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA TESİSATI ÖN İMALATINI YAPMAK

1.1. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı

1.1.1. İklimlendirmenin Tanımı

İklimlendirme kapalı bir ortamdaki havanın, fiziki ve kimyevi özelliklerini, insanların konforu ve endüstriyel aktivitelerini sağlamak için gerekli olan sıcaklık, nem, havalandırma ve filtreden geçirme şartlarının sağlanması ve kontrol edilmesidir.

Gemide iklimlendirme ve havalandırma tesisatı; yaşam mahalleri, kargo, gemi yapı elemanları, iklimlendirme tesisatı tasarım, hesaplama ve projelendirilmesini içeren boru devreleri ve ekipmanlarıdır.

Kapalı bir ortamın sıcaklık, nem, temizlik ve hava hareketini insan sağlık ve konforuna veya yapılan endüstriyel işleme en uygun seviyelerde tutmak üzere bu kapalı ortamdaki havanın şartlandırılmasıdır. İklimlendirme terimi İngilizcedeki Air Condition (Hava Şartlandırılması) ve Almandaki klima terimine karşılık gelir. Türkçede iklimlendirme ve klima terimlerinin her ikisi de kullanılmaktadır.

1.1.2. Havalandırma Tanımı

Havalandırma, kapalı bir ortamda insanların ihtiyacı olan yeterli hava temini ile bazı araç ve gereçler için belli şartlarda bulunması gerekli olan havadır.

1.1.3. Soğutmanın Tanımı

Bir maddenin veya ortamın sıcaklığını onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısının alınması işlemine soğutma diyebiliriz. Genel olarak soğutma çevre sıcaklığının altına inilmesidir.

- **Soğuk depo:** Gıda maddelerinin normal atmosferde saklanabilir sürelerinden daha uzun süre saklanabilmeleri için ihtiyaca uygun koşullarda soğutulan ve nem durumu kontrol edilen, dış atmosferden ısı ve nem kazancına karşı yalıtılmış kapalı hacimlerdir.
- **Soğutma rejimi:** Gıda maddelerinin belirli bir süre saklanabilmesi için gerekli soğuk ortam havasının sıcaklık, nem durumu ve nem dolaşımı koşullarıdır.
- **Soğutma yükü:** Soğuk ortamın, soğutma rejiminde tutulabilmesi için soğuk ortamdaki çıkarılması veya dışarıya atılması için gerekli ısı miktarıdır.
- **Soğutma devresi:** Soğutma rejimini temin eden ve üzerinde esas olarak soğutucu, emme borusu, kompresör, basma borusu, kondenser, sıvı tankı, sıvı borusu ve genleşme valfi vb. makine ve tesisat bulunan kapalı bir devredir.
- **Soğutucu akışkan:** Soğutma devresinde dolaştırılan ve buharlaşma ile yoğuşurma arasında durum değiştirerek soğutma rejimine uygun sıcaklıkta buharlaşan akışkandır.
- **Emme borusu:** Soğutucuda buharlaşan düşük basınçlı soğutucu akışkan buharının kompresör emme girişine taşınmasını sağlayan borudur.
- **Kompresör:** Soğutucuda buharlaşan düşük basınçlı soğutucu akışkan buharını emerek daha yüksek bir basınç ve sıcaklık altında kondensere basan bir iş makinesidir. İklimlendirme tesisatlarının kalbi olarak adlandırılır.
- **Basma borusu:** Kompresörün bastığı yüksek basınç ve sıcaklık altındaki soğutucu akışkan buharının kondensere taşınmasını sağlayan borudur.
- **Kondenser:** Soğutma kompresörü tarafından yüksek basınç ve sıcaklık altında basılan soğutucu akışkan buharının yoğunlaşmasını ve ısı geçişini sağlayan belirli ısı yayma yüzeyine sahip bir tesisat elemanıdır.
- **Sıvı tankı:** Soğutma tesisatında sıvı soğutucu akışkanın topladığı ve genellikle silindirik biçimli tanktır.
- **Sıvı borusu:** Sıvı tankında biriken sıvı soğutucu akışkanın genleşme valfine kadar taşınmasını sağlayan bir borudur.

- **Genleşme valfi:** Sıvı soğutucu akışkanın sabit ısı tutumu altında durum değiştirerek genleşmesi sonucu basınç ve sıcaklık düşmesine uğradığı ve bu arada kısmen buhar ve kısmen sıvı durumuna dönüştüğü bir valf veya dar boğazdır.
- **Yüksek basınç tarafı:** Bir soğutucu devresinde kompresörün basma tarafından basma borusu, kondenser, sıvı borusu ve genleşme valfine kadar olan tesisat elamanlarının tümüdür.
- **Alçak basınç tarafı:** Bir soğutma devresinde genleşme valfinden başlayarak soğutucu, emme borusu ve kompresörün emişine kadar olan tesisat elamanlarının tümüdür.
- **Yoğuşma basıncı:** Bir soğutma devresinde yoğuşma basıncının maksimum değeri üst basınç olarak 15×10^5 Pascal'dır.
- **Yoğuşma sıcaklığı:** Su ile soğutmalı kondenserlerde yoğuşma sıcaklığı $+25^\circ\text{C}$ ile $+60^\circ\text{C}$ arasında seçilmeli ve ancak üst basınç olarak maksimum 15×10^5 pascal yoğuşma basıncı esaslı da soğutucu akışkan türü belirlenmelidir.
- **Buharlaşma basıncı:** Buharlaşma basıncı alt basınç veya mutlak basınç olarak 0.75×10^5 Pascal'ın altındaki vakum değerine inmemelidir.
- **Buharlaşma sıcaklığı:** Buharlaşma sıcaklığı soğuk depo rejim sıcaklığının en çok $10 - 15^\circ\text{C}$ altında olmalıdır.
- **Sistem kapasitesi:** Sistem kapasitesi bir soğutma devresinin soğutmakta olan soğuk ortamdaki emdiği ısı miktarıdır.
- **Bağıl nem:** Bağıl nem, belirli bir sıcaklıktaki havanın içinde bulunan su buharı miktarının, aynı sıcaklıkta ve aynı miktardaki havada bulunabilecek en yüksek su buharı miktarına (doyma su buharı miktarına) oranının yüzde olarak ifadelidir.
- **Kuru termometre sıcaklığı:** Kuru termometre sıcaklığı, ısı ışınımı tesirlerinden korunmuş kuru sıcaklığı ölçebilen sıcaklık ölçerin (Cıvalı termometre gibi) gösterdiği sıcaklıktır.
- **Yaşama yeri:** Yaşama yeri, salonlar, kamaralar, ofisler, hastaneler, sinemalar, oyun ve hobi odaları, kuaför salonları olarak kullanılan alanlardır.

1.1.4. Önemi

Gemilerde iklimlendirme ve havalandırma tesisatı hem çalışanlar için hem de gemide sıcaklık istenen (Kargo, akaryakıt depoları vb.) yerler için vazgeçilmez bir devredir.

- Çalışanlar iklimlendirme ve havalandırma tesisatı ile;
 - Isınma,
 - Havalandırma ihtiyaçlarını karşılarlar.
- Gemiler iklimlendirme ve havalandırma tesisatı ile;
 - Taşınan yükün muhafaza edilmesi,
 - Çeşitli devrelerin ısıtılması, soğutulması veya havalandırılması (ana makine, iklimlendirme vb.)

gibi ihtiyaçlarını karşılarlar.

İnsanlar belli bir sıcaklık ve nem aralığında ve temiz havalı ortamlarda rahat etmektedir. Bu aralık, konfor bölgesi olarak tanımlanmıştır (nem % 30 ile % 60, sıcaklık 20–27°C). Sıcaklığın gereğinden fazla veya az olmasının rahatsız edici olduğu açıktır. Nem düzeyinin az olması boğaz kuruluğu, gözlerde yanma gibi rahatsızlıklara yol açmasının yanında, fazla nem de terlemeye ve bunaltıcı bir sıcaklık hissine neden olur. Ayrıca ortamın havası temiz ve taze olmalıdır; toz, duman, polen ve diğer zararlı maddelerin filtre edilmesi ve insanın fark etmeyeceği ama temiz havayı getirip kirli havayı götürecek bir hava dolaşımı gereklidir.

1.1.5. İklimlendirmenin Temel Unsurları

- **Sıcaklık:** İnsan veya imalat kontrolü için ortam sıcaklığı konfor veya tasarım şartlarını sağlamalıdır. Bu şartlar insan konforu için 18–27°C arasında değişmektedir.
- **Nem:** İnsan konforu için bağıl nemin % 30-% 60 arasında tutulmalıdır.
- **Temizlik:** Havanın içindeki partikül madde (PM) ve zararlı gazların (SO₂, CO₂ vb.) filtrelenmesi gerekir.
- **Hava hareketi:** Konfor için yaz aylarında daha fazla, kış aylarında nispeten daha düşük hava hareketi gereklidir.

1.1.6. Çeşitleri

Bugün yeni gelişmeler birbirini takip etmekte ve bilhassa tesisatın tesis ve işletme giderlerinin azaltılması konusu üzerine önemle durulmaktadır.

Bir iklimlendirme ve havalandırma tesisatının uygun olabilmesi için bugün şu şartları yerine getirmesi gereklidir:

- Hızlı ve etkili bir ayar tertibatına sahip olmalıdır.
- İklimlendirme ve havalandırma tesiri ile mahallin atmosferi bozulmamalıdır.
- Tesisat tesis, işletme ve bakım giderleri yönünden verimli olmalıdır.

İklimlendirme ve havalandırma sistemlerini bugün iki ana grup altında toplamak mümkündür.

➤ **Merkezî sistemler**

Bu tür sistemler daha çok büyük binaların isimlendirilmesi için kullanılır. Bir kazan ve radyatörlerden oluşan bir kalorifer tesisatına benzetilebilir. Kazan yerine bir klima santrali, radyatörler yerine de havalandırma kanalları, menfezleri ve/veya fanlı serpantin üniteleri (fan-coil unit) vb. cihazlar bulunmaktadır. Sistemin boru veya kanalları içerisinde su, hava veya bir soğutucu akışkan dolaştırılarak ısıtma-soğutma-havalandırma ve nem kontrolü sağlanır. Merkezî sistemler tamamen havalı, tamamen sulu ve sulu-havalı sistemler olarak üç ana sisteme ayrılır.

Tamamen havalı sistem, merkezî bir klima santralında şartlandırılan havanın kanallar yardımıyla iklimlendirilecek ortama gönderilmesidir. Özellikle büyük mahallerin iklimlendirilmesinde kullanılır. Merkezî klima santrali karışım hücresi, filtre, aspiratör, vantilatör, ısıtıcı batarya, soğutucu batarya ve nemlendirici hücrelerden meydana gelir.

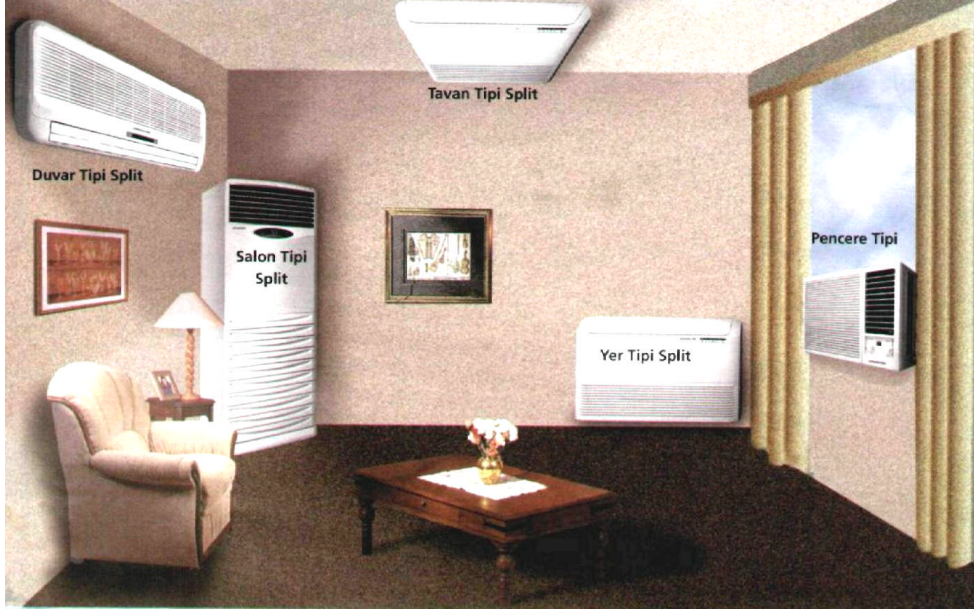
Tamamen sulu sistemler çok odalı binalarda, ofis binaları, otel, motel, hastane ve apartmanlarda yaygın olarak kullanılır. Her bir odaya yerleştirilen hava şartlandırma (fan coil) cihazı ile odaların soğutulması sağlanır.

Fanlı serpantinlerde dolaşan su, merkezî bir soğutma grubunda (ehiller) pompalar yardımıyla tesisata gönderilir. Her bir odanın sıcaklığı bir termostatla kontrol edilebilir.

Sulu ve havalı sistemler bir merkezde şartlandırılan temiz havanın ve merkezî bir soğutma grubunda soğutulan suyun, fanlı serpantin birimlerine gönderilerek mahallerin, insanların temiz hava ihtiyaçlarını da karşılayarak soğutulması işlemidir.

➤ **Bağımsız (Yerel) sistemler**

- Pencere tipi klimalar
- Ayrık (Split) tip klimalar
 - Duvar tipi
 - Döşeme tipi
 - Salon tipi
 - Kanal tipi
 - Tavan tipi
 - Dış ünitesiz tipler
 - Gizli tavan (kaset) tipi
- Paket tip klimalar (salon, döşeme, çatı vb. tip)
- Portatif tip klimalar



Resim 1.1: Bağımsız sistemler

1.2. Klima Sistemleri

Bir mahalın ısıtma ve/veya soğutma yükü ait olduğu mahal için öngörölmüş olan konfor şartlarının sağlanması ve bunu ve bunu takiben korunabilmesi için mahale birim zamanda verilmesi (ısıtma) ve/veya mahalden çekilmesi (soğutma) gereken ısı enerjisidir.

Mahalin ısıtma ve/veya soğutma fikri belirlendikten sonra, yükü karşılığı olan enerjinin mahale ve/veya mahalden nasıl transfer edileceği sorusu önem kazanır.

Günümüz teknolojisinde kullanılan başlıca sistemler şunlardır:

- Tüm havalı sistemler
- Fan-coil sistemleri
- Değişken soğutucu debili (DSB) sistemler

1.2.1. Tüm Havalı Sistemler

Tüm havalı sistemler ofis, okul, üniversite, laboratuvar, hastane, otel, temiz odalar, bilgisayar odaları, hastane, ameliyat odaları, araştırma-geliştirme tesislerinde ve endüstriyel ticari tesislerinde kullanılmaktadır.

Tüm havalı sistemler, iki ana kategoride sınıflandırılır.

➤ Tek kanallı sistemler

Bu sistemlerde birer adet soğutma ve ısıtma serpantinleri bulunmaktadır. Hava dağıtımını gerçekleştiren bir ana kanal mevcuttur ve hava dağıtımı bu kanalla yapılır. Bu basit kanal dağıtımında, tüm terminal kutuları aynı hava sıcaklığındaki hava ile beslenir.

Tek kanallı sistemler de kendi aralarında gruplara ayrılır.

- **Sabit hava debili sistemler:** Sabit hava debili sistemler, iklimlendirilen hacimlerin yük değişimlerine, içeriye verdikleri havanın sıcaklığını değiştirmek suretiyle, uyum sağlarlar.
 - Tek zonlu sistemler
 - Çok zonlu ve tekrar ısıtmalı sistemler (Reheat)
 - Bypass'lı sistemler
- **Değişken hava debili sistemler:** DHD sistemi kontrol kutularıyla, daha ziyade hava miktarlarını değiştirerek hitap ettiği hacim ısıtma, soğutma düzenini sağlar ve dizayn şartlarını korur. Veriş havası genelde sabit sıcaklıkta olup mevsime göre bu sabitlik derecesi değişebilir. Değişken hava debili sistemler, binanın iç bölümlerine de uygulanabilir. Bu tatbikat ayrı ayrı fanlarla yapılabildiği gibi müşterek fanlar ile de olabilir. Bu durumda binanın kabuk bölümünde munzam olarak ısıtıcı kullanılabilir. Özellikle dış kabuk bölümünde kullanılan DHD sistemi, solar yüklerin ve dış sıcaklığın değişmesi nedeniyle, verilen hava miktarının değişimi işletmede büyük enerji tasarrufu elde edilmesini sağlar. DHD sistemlerinde, nem kontrolü bir yeterlilik problemidir. Eğer nemlilik, araştırma ve geliştirme laboratuvarlarında olduğu gibi kritik bir etkin ise bu takdirde, sabit hava debili sistemleri kullanmakta yarar vardır. Konferans ve toplantı salonlarında, restoranlarda olduğu gibi duyulur ısı oranı düşük ise, kısmi yük durumları için DHD kutuları %50 minimumda kullanılmalı ve tekrar ısıtma düzeni eklenmelidir. Bu suretle hava hareketleri de azalmış olmaktadır.
 - **DHD sistemi avantajları**
 - İyi dizayn edildiği takdirde konfor şartlarını sağlayan ve düşük enerji sarfiyatı olan sistemlerdir.
 - Gün boyu değişen soğutma ve ısıtma yüklerine uyumludur.
 - Senenin büyük kısmında, %100 taze hava ile çalıştığından dolayı zonlarla iç hava kalitesi mükemmeldir.
 - Fleksibilite iç bölümlenmeye uygun, DHD difüzörleri kullanıldığında her türlü bölünmeye uygun maksimum fleksibilite eldesi sağlar.
 - Binanın otomasyonu ile birlikte kullanılarak minimum taze debileri sağlandığında, minimum enerji harcaması ile hava kalitesinin temini, bakım kolaylığı, istenilen konfor sıcaklıklarının ve ses seviyelerinin temini sağlanabilmektedir.

○ **DHD sistemi dezavantajları**

- İlk yatırımı 4-borulu fan-coil sistemi ile yaklaşık aynıdır.
- Dumping problemleri vardır.
- Stabilitate problemleri vardır.
- DHD sistem teknolojisinin iyi anlaşılmemiş ve elemanlarının doğru seçilmemiş olmasından sorunlar kaynaklanabilmektedir.

➤ **Çift kanallı (Dual-Duct) sistemler**

Bu sistemler de merkezi bir cihaz ve şartlandırılacak alanlara paralel giden iki adet kanaldan oluşmuştur. Kanalın bir tanesi sıcak hava diğeri ise soğuk hava taşımaktadır. Her zona, içerideki yükün karşılayacağı oranlarda sıcak ve soğuk hava karıştırılarak verilir. Bir çift kanallı sistem tek kanallı DHD sistemine nazaran daha çok enerji sarf eder. Fakat tekrar ısıtma düzeni gibi akışkan boruları, sızıntı tehlikesi bulunan kullanım alanı tavanlarda dolaştırılmaz.

1.2.2. Fan-Coil Sistemleri

Genel olarak fan-coil sistemi; içinden ısıtıcı ve soğutucu akışkanın geçtiği serpantin ile mahal arasındaki ısı transferi sonucu mahalın ısıtma ve soğutma yüklerinin alınarak istenilen mahal sıcaklığının sağlanması olarak açıklanabilir.

Fan-coil cihazı, diğer adıyla üfleme konvektör veya salon tipi sıcak hava cihazı, kanatlı borulardan serpantini üstte, altta ise hava hareketini sağlayan radyal fan ve filtresi bulunan bir ısıtma, soğutma elemanıdır.

Fan-coil sistemi; fan-coil cihazı, primer hava sistemi ve kanallaması, hava filtresi, egzost sistemi ve kanallaması, üfleme ve emiş menfezleri, otomasyon sistemi, soğutma ısıtma suyu dağıtım sistemlerinden oluşur.

Fan tarafından filtreden geçerek emilen hava serpantin yüzeyini yalayarak ortama üflenir.

Fan-coil üniteleri kasetli veya kasesiz tip olarak imal edilmekte olup pencere önüne, asma tavan içine veya pencere önünde bir kaşe içine yerleştirilebilmektedir. Çok katlı ofis binaları, oteller, moteller ve hastanelerde kullanılmaktadır.

Fan-coil sistemlerinin ana problemi olarak dile getirilebilecek ana konular mahallerdeki taze hava ihtiyaçları karşısında çaresiz kalmaları ve de ses seviyeleridir.

Dış ortamla yapılacak kontrolsüz bir fiziksel bağlantı yerine, ihtiyaç duyulan taze havayı merkezi olarak şartlandıran ve mahallere dağıtan bir primer havalandırma sisteminden bahsetmek daha doğru olacaktır.

- **İki borulu Fan-coil sistemi:** İki borulu fan-coilde serpantinde kışın sıcak su (ısıtma amaçlı), yazın ise soğuk su (soğutma amaçlı) geçilir. Kısaca 2 borulu fan-coil sistemi mevsime göre ya ısıtır ya da soğutur.

Yurdumuzda pek çok uygulama alanı bulunmasına karşın dünyada kullanımı gerilemektedir.

- **Dört borulu fan-coil sistemi:** Bu sistemde soğuk su gidiş-dönüş ve sıcak su gidiş-dönüş olmak üzere 4 boru mevcuttur. Ayrıca drenaj borusu da kullanılmaktadır. Terminal ünitelerde genelde biri ısıtıcı biri de soğutucu olmak üzere iki ayrı serpantin mevcuttur. Bu sistemde primer taze hava için veya sekonder su devrelerinde zonlama yapmaya gerek kalmamaktadır. Sistem özelliği aynı zaman diliminde farklı sıcaklıklar hisseden bölgelerde dizayn edilen konfor şartlarına ulaşmamızdır. Şöyle ki bir dış çevre cephe veya zonda ısıtma diğer bir dış çevre veya zonda da soğutma yapmamız mümkün olmaktadır.
- **Çoklu zon otomasyonlu fan-coil sistemi:** Bu sistem, birden fazla ortama hitap edebilen bir klimatizasyon sistemidir. İç ve dış ünite ile kumandaları arasında superlynk olarak adlandırılan elektronik altyapıyı kullanır.

Her bir iç üniteyi ayrı ayrı kontrol edebilme yeteneği, işletme masraflarını en aza indirir.

Servis kolaylığı gelişmiştir: iç ve dış ünitelerin hataları uzaktan kumanda üzerinde gösterilir.

Soğutkanın gizli ısını kullandığı için taşınma işlemine ek bir güç harcanmaz.

Soğutkanın taşınma işleminde pompalar, vanalar ve yüksek debili borular kullanıldığı için tesisat gürültüsü yoktur. İleri teknoloji ürünü büyük çaplı fanlar sayesinde düşük ses seviyesi ile konforlu bir klimatizasyon sağlar.

Bu sistem boyler, pompa, su boruları ve tanklar gibi büyük hacimli elemanlar içermediği için sadece ona ayrılmış bir hacime gereksinim duymaz. Böylelikle o alan, depolama ya da garaj gibi kullanılabilir.

Ara tesisat uzunluğu 100 m dış ünite ile iç üniteler arası maksimum yükseklik farkı 50 m aynı dış üniteye bağlı en alt ve üst üniteler arası maksimum yükseklik farkı da 15 m'dir.

Bütün üniteler merkezi sistemden kapatılıp açılabilir. 18°C ile 30°C arası 1°C hassasiyetle sıcaklık ayarı yapılabilir.

1.2.3. Değişken Soğutucu Debili (DSD) Sistemler

Değişken soğutucu debili sistem (DSD) merkezi sisteme alternatif olarak geliştirilen ve günümüz akıllı binaların ihtiyacını tam olarak karşılayabilecek bir sistemdir. Modüler yapısıyla çok katlı bir binanın, bir tek villaya kadar her türlü yapıda tam bağımsız kontrol imkânı vermektedir. Inverter teknolojisi ve değişken gaz debisi ile enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Geniş kazan dairesi, yakıt tankı vb. tesisat mahalleri gerekmediğinden önemli bir yer tasarrufu sağlar. Ayrıca DSD sistem, basit yapısı ile çok az yer kaplar. Soğutucu akışkanın boru çapları da oldukça küçüktür. Bu durumda daha az tesisat şaftı ve asma tavan boşluklarına ihtiyaç duyulur. Bu da binaların kat adetlerini arttırmaya imkân sağlar. Dikeyde 50 m' ye kadar çıkabilen bir borulama imkân vardır. Böylece ara tesisat katlarına ihtiyaç duyulmadan, dış ünitelerin çatıda ya da zeminde yerleştirilmesi mümkündür. DSD sistem, montaj esnasında da zaman tasarrufu sağlar. İç ünitelerin ve boru bağlantılarının yapılabilmesi için betonarme inşaatın bitmiş olması yeterlidir.

DSD sistemleri 3 tiptir:

- **Soğutma:** Sadece soğutma yapabilen sistem.
- **Heat-Pump:** Isıtma- soğutma işlemlerini ayrı ayrı yapar.
- **Heat-Recovery:** Bir mahalinde aynı anda bir tarafta ısıtma yaparken, diğer kısımda soğutma yapma imkânı sağlar.

DSD sistemlerle çözümlenen binalarda ortamın taze hava ihtiyacı, ısı geri kazanımlı havalandırılmalı (IGKH) sistem ile sağlanabilir. IGKS sistem "Isı geri kazanımlı havalandırma" anlamına gelir. Dış ortamdan alınan hava iç ortamdan çekilen hava ile ısı transferine sokulur ve içeriye ısıtılmış hava soğutulmuş olarak verilir.

1.3. Soğutma Yöntemleri

Soğutma veya klima tekniğinde üç yöntem uygulanır:

- **Fiziksel yöntem:** Sıvılar buharlaşırken çevreden ısı çeker, buharlaşan sıvının çevreden ısı çekmesi, ısı çekilen ortamın sıcaklığının düşmesine neden olur. Isı kaybının neden olduğu sıcaklık düşmesine ya da sıcaklık azalmasına soğuma denir. Fiziksel soğutma yönteminin endüstride kullanılan en önemli şekli, soğumada soğutma yöntemidir. Bu sistemde ısı enerjisinden yararlanır. Herhangi mekanik parçası yoktur. Soğutma devresinde soğutucu olarak silikojel ve su kullanılır. Silikojel nem tutucu ya da emici siliko-sodyuma maddesel bir asitin etkimesiyle oluşur. Bu bileşik daha sonra yıkanıp kurutulabilir. Çok küçük tanecikler halinde soğutma devresine yerleştirilen silikojel amonyağı emer. Amonyak düşük sıcaklıklarda suda kolayca çözülür. Bu çözelti 65°C sıcaklıkta ısıtıldığı zaman buharlaşır ve sudan ayrışır. Suyun işlevi soğutma devresindeki amonyağı çözmektir. Sistem; soğurma cihazı, kondenser (yoğuşturucu) ve (evaporatör) buharlaştırıcıdan oluşur.
- **Kimyasal yöntem:** Normal sıcaklıkta oldukları halde bazı kimyasal maddeler belirli aralarda birbirleriyle karıştırıldıkları zaman daha düşük sıcaklıklar elde edilebilir. Bunun nedeni karışım oluşurken çevreden bir miktar ısı alınmasıdır. Örneğin, kar veya buzla suda tuzunun karıştırıldığında soğuma elde edilir. % 65 kar veya buz, % 35 tuz (NaCl) karıştırıldığında ilk sıcaklık 0°C, karışım sıcaklığı -20°C'dir. % 60 kar ya da buz % 40 tuzun ilk sıcaklığı 0°C, karışım sıcaklığı -30°C'dir.

- **Mekanik yöntem:** Mekanik yöntemle soğutma dışarıdan iş verilerek soğutucu akışkanın basınç ve sıcaklığının yükseltilmesi esasına dayanır. Termodinamiğin 2. Kanun'una göre ters Carnot çevrimi prensibine göre çalışır.

1.4. Soğutucu Akışkanlar

Bir soğutma çevriminde ısının bir ortamdan alınıp başka bir ortama nakledilmesinde ara madde olarak yararlanılan soğutucu akışkanlar ısı alış verişini genellikle sıvı halden buhar haline (Soğutucu–Evaporatör devresinde) ve buhar halden sıvı haline (Yoğuşurucu–Kondenser devresi) dönüştürerek sağlarlar. Bu durum bilhassa buhar sıkıştırma çevrimlerinde geçerlidir.

Soğutucu akışkanların, yukarıda tarif edilen görevleri ekonomik ve güvenilir bir şekilde yerine getirebilmesi için bazı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olmaları gerekir. Bu özellikler, uygulama ve çalışma şartlarının durumuna göre değişeceği gibi her zaman bu özelliklerin hepsini yerine getirmek mümkün olmayabilir. Genel kaide olarak bir soğutucu akışkanda aranması gereken özellikler şunlardır:

- Az bir enerji (güç) sarfı ile daha çok soğutma elde edilebilmelidir.
- Soğutucu akışkanın buharlaşma ısı yüksek olmalıdır.
- Evaporatör de basınç mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır.
- Yoğuşma (Kondenser) basıncı düşük olmalıdır.
- Viskozitesi düşük ve yüzey gerilimi (kılcallığı) az olmalıdır (Bu özellik, yüksek ısı geçişini sağlayan, damlaşarak yoğuşmayı zorlaştırmaktadır ve kondenserde bu istenmez).
- Emniyetli ve güvenilir olmalıdır.
- Yağlama yağı ile ve soğutma devresindeki elemanlar ile zararlı sonuç verebilecek reaksiyonlara girmemelidir.
- Soğutma devresinde bulunması gereken rutubet (su) ile bulunması halinde bile çok zararlı reaksiyonlar meydana getirmelidir.
- Sistemden kaçması halinde, bilhassa yiyecek maddeleri üzerinde zararlı etki yapmamalıdır.
- Sistemden kaçarak havaya karışması halinde civardaki insanlara ve diğer canlılara zarar vermemelidir.
- Havaya karıştığında yanıcı ve patlayıcı bir ortam meydana getirmemelidir.
- Çalışma şartlarındaki basınç ve sıcaklıkların en uç sınırlarında dahi ayrışıp çözülmemeli, bütün özelliklerine muhafaza etmelidir.
- Elektriksel özellikleri (Bilhassa hermetik tip kompresörler için) uygun olmalıdır.

Bu özelliklerin hepsini birden her şart altında yerine getirebilen universal bir refrijeran madde (soğutucu akışkan) mevcut değildir. En sık rastlanan diğer soğutucu akışkanlar:

- Freon 12
- Freon 22
- Freon 134a
- Freon 407c
- Freon 404a
- Freon 410A 407c'nin muadili olup daha verimli olduğundan 407c'nin yerini tamamen almıştır.
- Amonyak (Amonyak; patlayıcı, yanıcı ve zehirlidir)
- Freon 12
- Kükürtdioksit
- Metilklorid

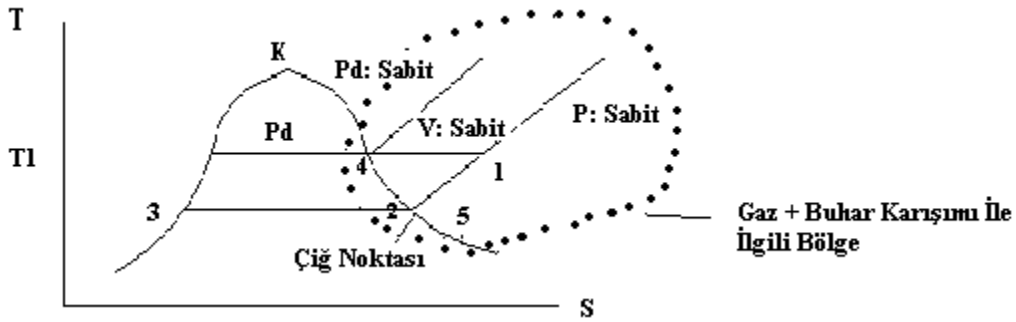


Resim 1.2: Soğutucu gaz tüpleri

1.5. İklimlendirme ve Havalandırma Tekniği ile İlgili Temel Tanım ve Bilgiler

- **Isı:** Isı enerjinin bir türüdür ve bugün mevcut ölçü cihazlarıyla direkt olarak ölçülmesi mümkün değildir. Isı'nın ölçü birimi olarak soğutmacılıkta Kilo Kalori "Kcal" (+14,5°C'deki 1kg suyun sıcaklığı 1°C artırmak için verilmesi gereken ısıdır.)
- **Sıcaklık:** Sıcaklık bağıl bir değerdir ve maddenin ısı sıklığını (konsantrasyonunu) ifade eder. Genellikle bir referans noktaya göre daha soğuk veya daha sıcak olarak ifade edilir.
- **Ağırlık:** Bir cismin, dünyanın yer çekimi kuvvetinin, etki seviyesi o cismin "Ağırlığı" olarak tarif edilir.
- **Hacim:** Bir cismin dolu bir kaptan taşıdığı sıvı miktarı olarak tarif edilir ve birimi metre küp'tür. Litre sık olarak kullanılan hacim birimi olup 1 Litre =1dm³ =0.001 m³ olmaktadır.
- **Özgül hacim:** Cismin birim hacminin ağırlığıdır ve daha çok, gazlar, buharlar ve hava için kullanılır. En sık rastlanan birimi m³/kg'dir.

- **Isınma ısısı (Özgül ısı):** Birim ağırlıktaki bir kütlenin sıcaklığının, birim sıcaklık kadar artırmak için ilavesi gereken ısı miktarı olup her değişik tür madde için farklı olduğu gibi aynı maddenin değişik konumları (Katı, sıvı, gaz) içinde farklıdır.
- **Duyulur ısı:** Maddenin sıcaklığını değiştiren ısıya duyulur ısı adı verilir. Gizli ısı ve duyulur ısının beraberce işlem gördüğü hallerde “Toplam Isı” söz konusu olur. Bir sıvı maddenin buharlaşma sıcaklığı, bulunduğu kaptaki basıncın seviyesine bağlı olarak değişir. Keza buharlaşma ısısı da değişik buharlaşma sıcaklıklarında birbirinden farklıdır. Örneğin norm atmosfer şartlarında su 100°C’de kaynar ve buharlaşma ısısı 538.9 Kcal /kg’dir. Hâlbuki 50°C’de 0.126 ata mutlak basınçta (690 mm Hg vakum) buharlaşma ısısı 569 Kcal /kg’dir.
- **Çiğ noktası:** 1 noktasında, T1 sıcaklığında ve P_b basıncında bulunan gaz + buhar karışımı, doymuş karışım durumundadır. Doymuş halde bulunan bu karışımın sabit sıcaklıkta sıkıştırılması ile buharın basıncı, karışım sıcaklığındaki doyma basıncına eşit olduğunda, 4 noktasına gelindiğinde karışım doymuş karışımı oluşturur. Basınç artırılmaya devam edilirse yoğunlaşma meydana gelir. Eğer, bir noktadaki basınç ve sıcaklığa sahip gaz buhar karışımı (P_b=sbt) sabit basınçta soğutulursa, karışımın basıncı sabit kaldığından karışımların kısmi basınçları da sabit kalır. Karışım 1–2 eğrisi boyunca soğur ve 2 noktasında karışım doymuş hale gelir. Bu iki noktaya çiğ noktası, buna karşılık gelen sıcaklığa, çiğ noktası sıcaklığı denir. Gaz +buhar karışımı 1 durumundan itibaren sabit basınç altında değil de sabit hacimde altında soğutulursa, 1–5 eğrisi takip edilerek 5 noktasına gelinir ve bu noktada yoğunlaşma başlar. Bu noktaya uyan sıcaklık, 1 halindeki karışımın çiğ noktası sıcaklığından düşüktür.

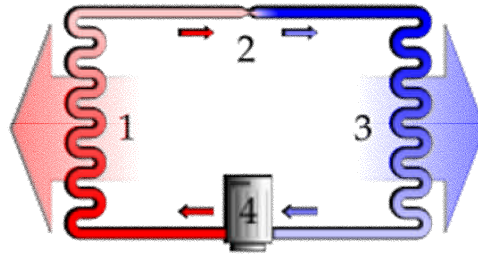


Şekil 1.1: Çiğ noktası diyagramı

- **Yaş termometre (YT) ve kuru termometre (KT) sıcaklıkları:** Havanın göreceli neminin veya nemlilik derecesinin, nemli hava ile ilgili diyagram ile belirlenmesine psychrometre denir. İki termometreden oluşan bir cihaz kullanılır. Cihazın termometrelerinden birinin haznesi çıplak olup, nem miktarı tespit edilmek istenen nemli havanın sıcaklığının ölçülmesi için kullanılır. Bu termometre ile ölçülen sıcaklığa KT kuru termometre sıcaklığı ismi verilir.

Haznesi ıslak sargı bezi ile sarılı diğer termometrenin bulunduğu bölümden doymamış nemli hava, ıslak beze temas ederek geçerken havadan ve termometreden, suya, ısıl denge sağlanacak şekilde ısı geçişi olur. Bunun sonucunda, bu termometreden YT yaş termometre sıcaklığı adı verilen ve kuru termometre sıcaklığından daha düşük bir sıcaklık belirlenir. Yaş termometre sıcaklığı için, $T_{çığ.nok.} < YT < KT$ ifadesi geçerlidir. Yani bu sıcaklık, daima çığ noktası sıcaklığı ile kuru termometre arasındadır. Doymamış nemli havanın, termometrelerin bulunduğu ortamdan yaklaşık 2 ila 2.5 m/s hız ile geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

1.6. Klimaların Çalışma Prensibi



Şekil 1.2: Basit klima devresi

Klimalarda kullanılan soğutma çevrimi şeması:

- 1. Kondanser (Yoğuşturucu)
- 2. Genişleme vanası (Kısılma vanası olarak da rastlanabilir).
- 3. Evaporatör (Buharlaştırıcı)
- 4. Kompresör

Klimanın çalışma yöntemi, belirli bir basınç altında bulunan sıvı haldeki akışkanın istenen sıcaklıkta buharlaştırılması ve buhar halden tekrar sıvı hale döndürülmesidir. Çalışma prensibini termodinamiğin ikinci kanunu açıklar.

Çevrim malzemesi olarak kullanılan gaz, bir kompresör aracılığıyla emilip sıkıştırılarak sıvılaştırılır. Sıkıştırma sırasında açığa çıkan ısı bir fan ile atmosferik çevreye (Dış ortama) atılır. Bu sıvı daha sonra genişleme valfi tarafından üzerindeki basıncın düşürülmesi ile bulunduğu ortamdan ısı çekerek gaz haline dönüşür. Bu esnada bulunduğu ortamdan ısı çektiği için ortam sıcaklığını da düşürmüştür. Soğutma akışkanı kompresör tarafından emilerek çevrim aynı şekilde tekrarlanır.

1.7. Klima Santralleri

Klima santralleri istenilen iklimlendirme şartlarını sağlayacak şekilde dizayn edilerek stoktan hızlı bir şekilde teslim edilir. 1.500–100.000 m³/h aralığında havayı şartlandırarak ortamda istenen nem ve sıcaklık değerini sağlarlar.



Resim 1.3: Gemi klima devresi

➤ Hücre konstrüksiyonu

Santral hücreleri, boyutlarına göre özel şekillendirilmiş, dış hava şartlarına ve darbeye dayanıklı çelik profillerden oluşan bir ana konstrüksiyona sahiptir. Hücreler, özel kalıplarda şekillendirilmiş çelik profillerin, çift cidarlı yüksek ses ve ısı izolasyonuna sahip panellerin birleştirilmesi ile oluşmuştur. Her hücre özel olarak tasarlanmış ve hücrenin işlevine göre iç aksesuarlarla donatılmıştır. Santrallerinin en büyük özelliklerinden biri hücrelerinin montaj mahalline uygun bir şekilde boyutlandırılabilmesidir. Kullanıcı için gerekli her türlü kolaylık (Montaj, işletmeye alma, bakım vs.) sağlanmıştır. Dizayn şartlarında aerodinamiklik ve verim ön plandadır. İşleyişine göre her hücre sızdırmaz bir yapıyı ihtiva eder ve iç parçalara rahatlıkla ulaşılır. Standart gövde panelleri 25 mm camyünü içerir. İsteğe bağlı olarak poliüretan izolasyonlu paneller kullanılabilir. Panel iç yüzeyi galvaniz çelik sac, dış yüzeyi ise poliüretan esaslı pre-coated PVC kaplı boyalı galvaniz sacdan oluşur. Panel kalınlıkları maksimum 40 mm'ye kadar taş yünü izolasyonlu olarak da imal edilebilirler. Gövde ve panel birleştirmeleri tamamen paslanmaz vida ve civatalar ile yapılır. İskelet ile paneller arası tam bir sızdırmazlık sağlayacak şekilde kauçuk esaslı neopron conta ile donatılmıştır.

➤ **Egzost ve karışım filtre hücresi**

Hücre 3 adet damper ve kasetli EU3 sınıfı filtreden oluşur. Bu hücre üstünde bulunan egzost damperi ile mahalden bir miktar hava egzost edilir ve bu oranda diğer damperden taze hava alınır. İç hava ile karıştırılarak gerekli şartlandırma işlemi yapılarak ortama verilir. Bu hücrede hava ayarları istenen oranda motorlu vanalar veya elle ayarlanabilir. Damperler alüminyum aerodinamik kanatlıdır, her iki taraftan da yataklanmıştır. Kanatlar lastik contalar ile donatılarak tam bir sızdırmazlık sağlanmıştır. EU3 sınıfı ön filtre galvanize kasetler içine yerleştirilmiştir. Filtre her iki yüzeyde perfore sac ile koruma altına alınmıştır ve bu filtre kaseti kızaklar üzerinde hareket ederek kolaylıkla sökülebilir ve temizlenebilir.

➤ **Torba filtre hücresi**

İsteğe bağlı koyulur. Filtre özelliğine göre EU7, EU9 sınıfı % 95–99 verime sahip yüksek toz tutma kapasitesine sahiptir. Kızaklı ve özel kasetlidir. Hücre kesitini tam olarak kapsar.



Resim 1.4: Torba filtre hücresi

➤ **Isıtıcı-soğutucu hücreleri**

Bu hücre ısıtma ve soğutma amacı ile kullanılır. Hücre içine yerleştirilen bataryalar sistemde kullanılan akışkanın cinsine göre seçilir. Soğuk su, sıcak su, kaynar su, buhar, elektrikli ısıtıcı ve direkt expansion (gazlı) bataryaları kullanılır. Bataryalar standart olarak alüminyum kanat ve bakır borulardan oluşur. Bu bataryaların en büyük özelliği alüminyum kanatların bakır borulara şişirilerek geçirilmesidir. Böylece yüksek ısı geçirgenliği sağlanmıştır. Bakır boru çapları 3/8", 1/2", 5/8".'dir. Et kalınlığı 0,35–0,75 arasında değişir. Alüminyum kalınlığı 0,15–0,20 mm arasındadır. Hücre kesiti batarya üzerinden geçen hava hızına göre belirlenir. Ortalama hava hızı 2,5–3 m/sn, olarak seçilir. Soğutucu bataryalarda yoğunlaşan suyun birikmesi ve tahliye edilmesi için paslanmaz tava kullanılır. Hava hızının 3 m/sn'yi geçtiği hücrelerde alüminyum veya PVC damla tutucular kullanılır.



Resim 1.5: Isı değiştirici bataryalar

➤ Damperler

Hava sirkülasyonunun ayarlanması, debi ve basınç kontrolü amacı ile kullanılan hava damperleri paralel tiptedir. Alüminyum kanat profilleri hava akımına en az direnci gösterir. Hava sızıntısını en aza indirmek için kanatlar üzerinde lastik contalar vardır. Damper çerçevesi flanşlıdır ve kanal bağlantısı için hazırlanmış delikler mevcuttur.



Resim 1.6: Hava damperi



Resim 1.7: Havalandırma damper bağlantısı

➤ Nemlendirme hücresi

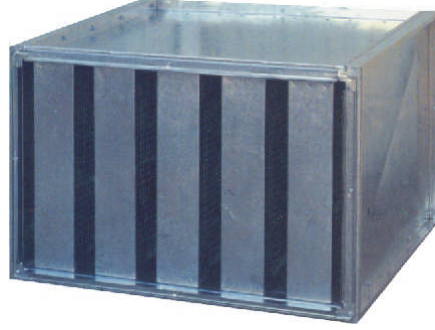
Nemlendirme hücresi, havanın nemlendirilmesi istendiği takdirde kullanılır. Santral içinden geçen hava, suyun pülverize edilmesi ile neme doymuş hale getirilir ve gerekli proje şartları sağlanır. Hücrelerin altında sızdırmaz bir su havuzu bulunur. Su bir pompa vasıtasıyla hücre içindeki fıskiyele gönderilerek pülverize edilir. Hava girişinde alüminyum hava yönlendiricileri bulunur. Havayı homojen bir şekilde dağıtırlar. Suyun sürüklenmesini önlemek amacıyla hücre çıkışında da alüminyum eliminatörler (damla tutucu) bulunur. Buharlı nemlendirme hücreleri ise buhar üretici bir jeneratör ihtiva ederler ve isteğe bağlı olarak boş hücre içine yerleştirilebilirler. Nemin kontrolü higrostat ile temin edilir.



Resim 1.8: Fıskiye - nemlendirme hücresi – higrostat

➤ **Susturucu hücre**

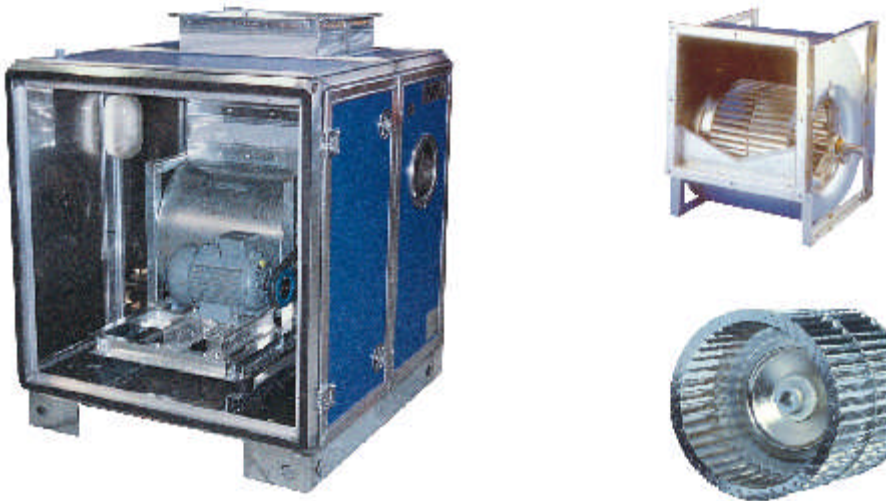
İsteğe bağlı olarak santral giriş ve çıkışına yerleştirilir. Susturucu hücreler yüksek ses tutma özelliğine sahip kulislerden oluşur. Kulisler galvaniz paneller içine camyünü- cam tüllü veya cam tüllsüz ve perfore sac konularak imal edilirler. Kulis boyutları ses yutma değerine göre ölçülendirilir.



Resim 1.9: Susturucu hücre

➤ **Fanlar**

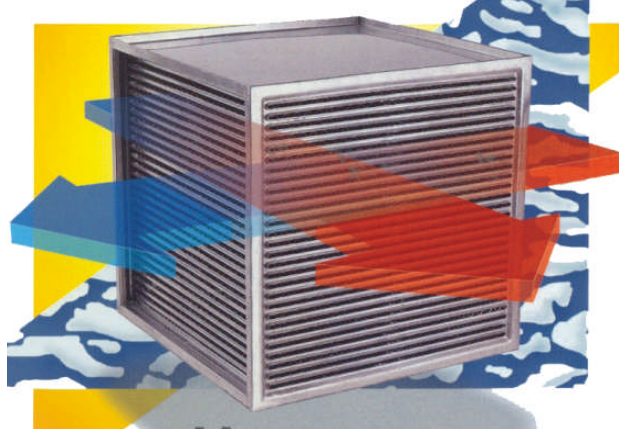
Aspiratör ve vantilatörler statik ve dinamik balanslı, çift emişli, yüksek verimli radyal tiptir. Düşük, orta ve yüksek basınçlı kanal sistemlerinde ileriye eğik sık kanatlı fanlar kullanılmaktadır. Bunun yanında yüksek basınçlı sistemlerde geriye eğik seyrek kanatlı (air foil kanatlı) yüksek basınçlarda yüksek verimlilikte çalışan yüksek devirli fanlar kullanılmaktadır. Titreşimin hücreye geçişini engellemek için fan-motor grubu lastik izolatörler üzerine monte edilmiş ve basma ağız esnek bağlantı ile ana gövdeye bağlanmıştır. Fanlar kayış kasnak sistemi ile ana gövdeye bağlanmıştır. Fanlar kayış kasnak sistemi ile tahrik edilir. Elektrik motorları, koruma sınıfı IP54, izolasyon sınıfı F, 3 fazlı, 380 V, 50 Hz' dir. Motorlar fan mil gücünden ortalama % 20 daha yüksek seçilmektedir.



Resim 1.10: Fanlar

➤ **Isı geri kazanımı**

Egzost havasıyla atılan ısının tekrar geri kazanılması için aşağıdaki ısı geri kazanım cihazları kullanılmaktadır.



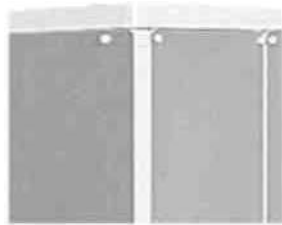
Resim 1.11: Isı geri kazanım hücresi

➤ **Paneller**

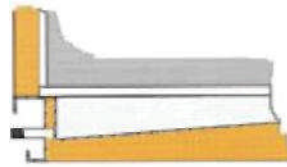
Paneller; 50 mm kalınlığında A1 yangın sınıfındaki, 70 kg/m^3 yoğunluklu kaya yünü ile doldurulmaktadır. İç yüzey sacları EN 10142-Fe PO2G standardına uygun olup galvanizlidir ve 1mm kalınlığındadır. Dış sac yüzeyi astar ve polyester topcoat kaplamadır. Dış sac ve iç yüzeyi ise epoksi astar kaplamalıdır. İç ve dış sacın aralarına yüksek ısı transfer direnci olan malzemeden köşe ve PVC malzemeden çıta elemanları vardır (Resim 1.12).

➤ **Yoğuşma suyu tavası**

Standart paslanmaz çelik sacdan imal edilen yoğuşma suyu tavası eğimli yapısıyla kuru tava dizaynına sahip olup klima santralının önemli konstrüktif özelliklerinden biridir. Bu sayede tava içinde su birikmesi önlenmiştir. Tavanın ısı izolasyonu da taş yünü ile sağlanmıştır (Resim 1.13).



Resim 1.12: Panel



Resim 1.13: Yoğuşma suyu tavası

➤ **Filtreler**

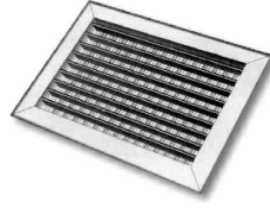
Filtreler üzerindeki hızı minimum düzeyde tutmak amacıyla filtre kesiti hava akış kesitini tam kaplayacak şekilde boyutlandırılmıştır. Filtrelere kolay servis verilmesini ve üst düzeyde sızdırmazlık sağlamak için yeni filtre kaset dizaynı yapılmıştır. Filtre malzemesi olarak isteğe göre sentetik elyaf veya cam elyaf kullanmak mümkündür (Resim 1.14).

➤ **Toplayıcı menfez**

Emiş gerektiren tüm sistem ve ünitelerde kullanılır. Karanlık odalarda doğal hava sirkülasyonu için kullanılır (Resim 1.15).



Resim 1.14: Filtre



Resim 1.15: Toplayıcı menfez

➤ **Kare tavan anemostadı**

Üfleme amaçlı, basık tavanlarda kullanılırlar



Resim 1.16: Kare tavan anemostadı

➤ **Domestik fanlar**



Banyo & Wc Egzost Fanları

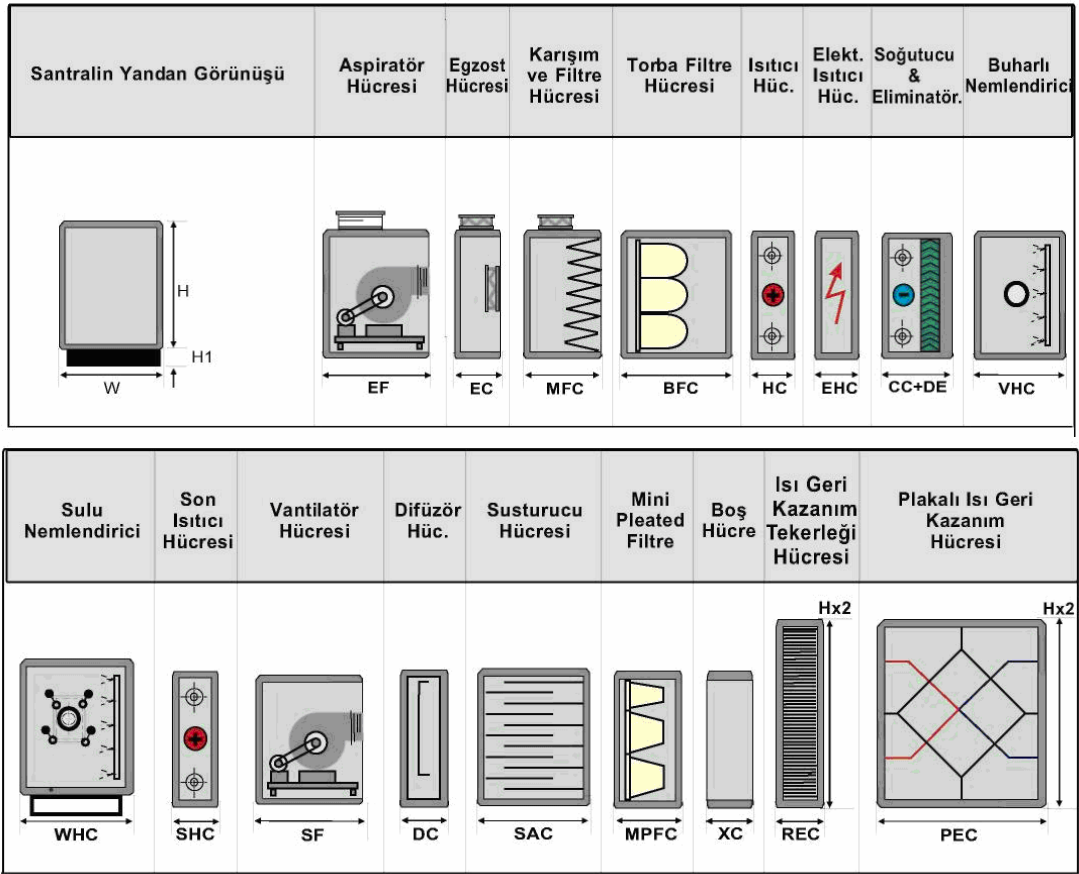


Duvar Tipi Aksiyal Fanlar

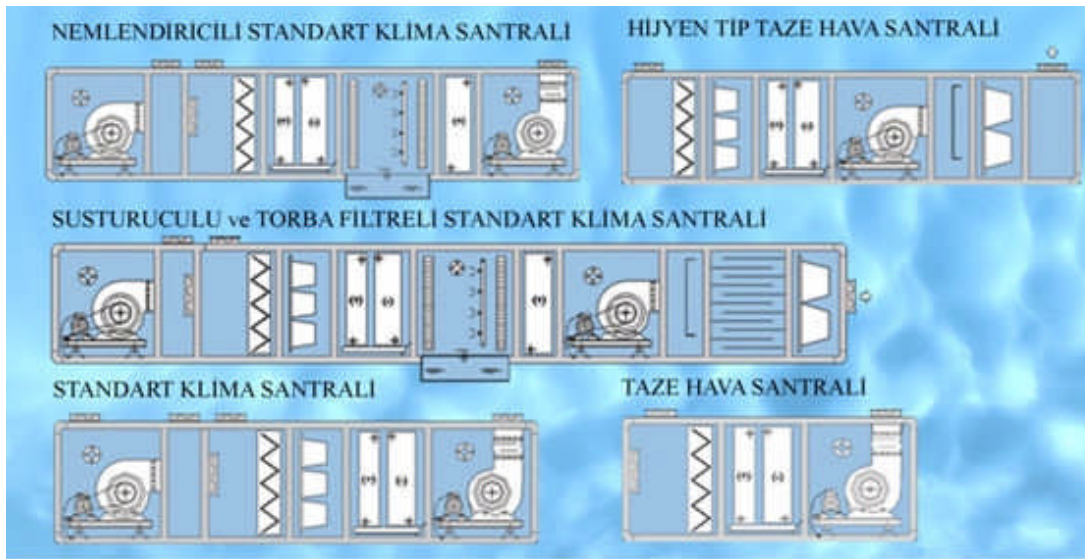


Kanal Tipi Aksiyal Fanlar

Resim 1.17: Domestik fanlar



Şekil 1.3: İklimlendirme santrali hücre yapısı



Şekil 1.4: İklimlendirme santrali sistemleri

1.8. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatında Kullanılan Borular

Yüksek sıcaklık mukavemet özelliklerine dayanarak, yüksek sıcaklık ortamında kullanımı amaçlanan boruların, her boyut ve her eriyik için bir test parçasına uygulanacak sıcak çekme testleri ile % 0,2 ve % 1 uzamadaki gerilmeleri tespit edilecektir. Bu testler, çalışma sıcaklığına en yakın olan tam 50°C'lik kademelere yuvarlatılmış sıcaklıklarda yapılır.

Tanınmış standartlara göre yüksek sıcaklıktaki mekanik özellikleri kanıtlanmış olan borulara testler uygulanmayabilir. Boruların yalıtılma durumları incelenmiş olmalıdır.

Gemilerde iklimlendirme ve havalandırma tesisatında kullanılan borular çoğunlukla çelik borulardır. Boru çelikleri bazik-oksijen çelik üretim yöntemi ile elektrik fırınında veya diğer yöntemlere göre üretilir.

Çelik borular hafif, ort ağır, ağır ve kaliteli boru olmak üzere dört çeşit imal edilir.

Çelik borular piyasada boy olarak satılır. Bir boy yaklaşık olarak 6 metredir. Demir boruların çinko kaplanmış olanlarına galvanizli boru denir. Galvanizli borular, gemi iklimlendirme ve havalandırma tesisatında en çok kullanılan boru çeşididir. Galvaniz kaplanmamış boruların diğer adı da siyah borudur.

Genelde karbon ve karbon-manganez çeliğinden yapılmış I ve II sınıf borular kullanılır. Bununla beraber borular 400°C'in üstündeki sıcaklıklarda kullanılamaz. Borular 100000 saatlik çalışma mukavemetinde üretilmiş olmalıdır.

Dikişsiz borular, sıcak veya soğuk haddeleme ile sıcak presleme veya sıcak veya soğuk çekme ile üretilebilir. Kaynaklı ferritik çelik borular, şerit veya levhalardan elektrik indüksiyon veya dirençli basınç kaynağı veya eritme kaynağı ile üretilebilir.

Borularda herhangi bir çatlak görülmemelidir. Borular, gerek kullanımlarına gerekse uygulanacak ısı işlemlere önemli etkileri olamayacak küçük yüzeysel hatalar, minimum müsaade edilebilen et kalınlığına kadar taşlanarak giderilebilir. Onarım kaynağına müsaade edilmez. Bu kural, eritme kaynaklı boruların dikişlerine uygulanmayabilir.

Boruların boyutları, boyutsal ve geometrik toleransları, standartlarda belirtilen isteklere uygun olmalıdır.

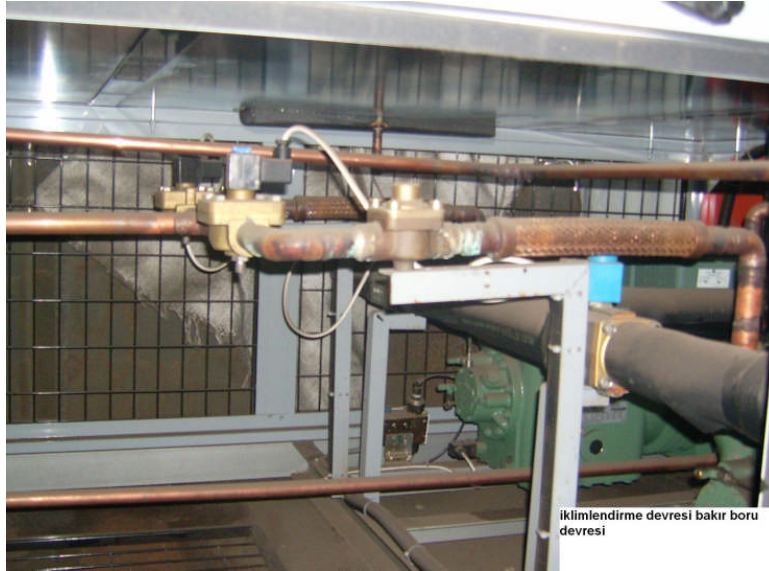
Tüm borular, belirtilen test basınçlarında sızdırmaz olmalıdır. Borular, standart ve atölye yöntemler ile kaynak edilebilme özelliğine sahip olmalıdır.

Buhar devreleri, hem normal hem de arızalı çalışma koşullarında, ısı genleşmeden doğan yüklenmeler, dış yükler ve destekleyici yapının kaymasından doğan yüklere karşı güvenli bir şekilde döşenmeli ve korunmalıdır.

Çelik borular DIN 1629 DIN 1630 DIN 17179 DIN 17175 DIN 2391-2 standartlarına göre 6 – 150 mm (1/8" - 6") delik anma ölçüsünde üretilir. Et kalınlıkları 1,8 – 5,0 mm arasındadır (Tablo 1.1).

Metrik (mm)	İnç	Et Kalınlığı (mm)
6	1/8"	1.8
8	1/4"	2
10	3/8"	2
15	1/2"	2.3
20	3/4"	2.3
25	1"	2.9
32	1 1/4"	2.9
40	1 1/2"	2.9
50	2"	3.2
65	2 1/2"	3.2
80	3"	3.6
100	4"	4
125	5"	5
150	6"	5

Tablo 1.1: Çelik boru ölçüleri



Resim 1.18: Bakır boru devresi

Fakat bu karakteristiklerin tümüne birden sahip olan bir kompresör yoktur denebilir. Uygulamadaki şartlara göre yukarıdaki karakteristiklerden en fazlasını sağlayabilen kompresör seçiminde tercih edilir. Genel yapıları itibarıyla soğutma kompresörlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür.

1.9.2. Çeşitleri

➤ **Pistonlu kompresörler**

Bir silindir içinde gidip gelme hareketi yapan bir pistonla sıkıştırma işlemini yapan bir tip kompresörlerde tahrik motorunun dönme hareketi bir krank-byel sistemi ile doğrusal harekete çevrilir. Eski tip bazı çift etkili kompresörlerin yatık tip pistonlu buhar makineleri ile hareketlendirilmesinde hiç dönel hareket olmadan da çalışma durumlarına rastlamak mümkündür. Bugünkü pistonlu soğutma kompresörleri genellikle tek etkili, yüksek devirli ve çok sayıda silindirli makineler olup açık tip veya hermetik tip motor-kompresör şeklinde dizayn ve imal edilmektedir.

Pistonlu kompresörlerin uygulanma şartları, birim soğutucu akışkan soğutma kapasitesine isabet eden silindir hacmi gereksinimi az olan ve fakat emiş/basma basınç farkı oldukça fazla olan refrijeranlar için uygun düşmektedir. Amonyak , R-12, R-22, R-502 bu refrijeranların en başta gelen türleridir.

Açık tip pistonlu kompresörlerin bugünkü silindir tertip şekilleri genellikle düşey I,V ve w tertibinde 1 ila 16 silindirli ve tek etkili olup, yatık ve çift etkili kompresör dizaynı hemen tamamıyla terk edilmiştir. Tam kapalı-hermetik tip motor-kompresörlerde düşey eksenli krank mili ve motor ile yatay eksenli silindir tertibi çok sık uygulanmaktadır.

➤ **Paletli dönel kompresörler**

Dönel kompresörler, pistonlu kompresörlerin gidip gelme hareketi yerine sıkıştırma işlemini yaparken dönel hareketi kullanır. Bu dönel hareketten yararlanma şekli ise değişik türden olabilir (Tek ve çift dişli, tek paletli, çok paletli). Çift dişli prensibine göre çalışan ve çok sık rastlanan Helisel Vida tipi dönel kompresörler de vardır.

➤ **Helisel tip dönel kompresörler**

Pozitif sıkıştırımlı kompresörler genel grubuna giren bu kompresörlerin değişik konstrüksiyonu haiz birçok türüne rastlamak mümkündür. Soğutma uygulamalarında halen en çok rastlanan helisel tip dönel kompresörleri, bariz farklara sahip iki ana grupta toplamak mümkündür: (1) tek vidalı/helisli tip, (2) çift vidalı /helisli, dönel kompresörler. Ancak her iki tip kompresörün de çalışma prensibi ve konstrüktif yönden birçok müşterek yanları vardır. Örneğin, basınçla yağın püskürtülmesi suretiyle hem yağlama işleminin yapılması, hem sıkıştırma işlemi sırasında sızdırmazlığın sağlanması hem de meydana gelen ısının gövdeden alınıp uzaklaştırılması, her iki tür kompresörde de yerleşmiş bir uygulama şeklidir. Keza oranları, kapasite kontrolü mekanizmaları ve ısı ekonomizeri tertipleri her iki tip kompresörde de benzer durumdadır.

➤ Santrifüj kompresörler

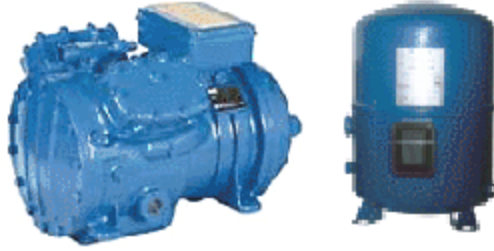
Buhar sıkıştırma çevrimiyle soğutma işlemi yapan santrifüj kompresörlerin, pistonlu ve dönel paletli veya vida tipi kompresörlerden farkı pozitif sıkıştırma işlemi yerine santrifüj kuvvetlerden faydalanarak sıkıştırma işlemi yapmasıdır. Santrifüj kompresörlerde özgül hacmi yüksek olan akışkanların (daha geniş hacimlerin) kolayca hareket ettirmesi mümkün olduğu için sık sık büyük kapasiteli derin soğutma (-100°C kadar) işlemlerinde uygulandığı görülür. Santrifüj kuvvetlerin büyüklüğü hızların karesi ile doğru orantılı olduğundan giriş-çıkış basıncı farklarının büyütülmesi devirin artırılması ile veya rotor çapının büyütülmesi ile yahut ta kademe sayısı artırılarak sağlanabilir. Bu nedenle santrifüj makinelerde nadiren de olsa 90.000 d/d gibi çok yüksek rotor devirlerine rastlamak mümkündür. Bu yüksek devirlerin sağlanması için tahrik motoru ile kompresör mili arasına deviri yükseltici bir dişli kutusu konulur. Yüksek devirli buhar veya gaz türbinleri ile direkt şekilde tahrik edilen santrifüj kompresörlere uygulamada rastlamak mümkündür.

Genel olarak tahrik gücü elektrik motorlarıyla sağlanır.

İçten yanmalı motorlarla tahrik edilen santrifüj kompresörlere seyrek de olsa rastlanabilir. Uygulamadaki kapasite sınırları bugün 85 ila 10.000 Ton/Frigo arasında değişir. Santrifüj kompresörlerde emiş ile basma tarafı arasındaki basınç farkının santrifüj kuvvetlerden yararlanılarak sağladığı yukarıda belirtilmişti. Bu basınç sağlanırken refrijerana önce bir hız (kinetik enerji) verilir ve sonra bu hız basınca (potansiyel enerji) dönüştürülür. Bu dönüştürme işlemleri sırasında mutlaka birçok kayıp olacaktır ve basma tarafı basıncı daha da yükseldikçe bunlar daha da artacaktır. Bu nedenle, santrifüj kompresörlerde basma basıncının mümkün olduğu kadar emişten az bir farkla olması istenir. Buna rağmen uygulamada emiş-basma basınç farkı değerleri 2 ila 30 arasında değişmekte ve her tür refrijeran ile santrifüj kompresör kullanılabilir. Fakat yukarıda izah edilen sebepten dolayı daha ziyade yoğunlaşma basıncı düşük olan refrijeranlar santrifüj kompresörler için uygun olmaktadır (R-11 ve R-113 gibi) ve bu şartlar ancak klima uygulamalarına cevap verebilmektedir. Bu nedenle santrifüj kompresörlere en çok klima sistemi uygulamalarında rastlanmasına şaşmamak gerekir. Derin soğutma uygulamalarında genellikle çok kademeli kompresör kullanılır ve 10 kademeye kadar yapılan santrifüj kompresörlere rastlamak mümkündür. Ayrıca santrifüj kompresörlerin paralel ve seri bağlantı tertibinde hatta ara kademelerden değişik sıcaklık uygulamaları için refrijeran bağlantısı yapılarak kullanıldığı zaman zaman görülmektedir.

Santrifüj kompresörlerin kapasite kontrolü genellikle refrijeranı emişte kısmak suretiyle sağlanır. Bu maksatla emiş ağzına ayarlanabilir kanatlar konur. Kanatların ayarlanması pnömatik, elektrik veya hidrolik vasıtalarla yapılabilmektedir. Kapasite kontrolü maksadı için santrifüj kompresörlerde de rotor devrini değiştirme tarzı kullanılmaktadır. Az da olsa uygulanan diğer kapasite kontrol sistemleri; difüzör (çıkış) kanatlarının açılarının ayarlanması, difüzör kanalının daraltılıp genişletilmesi, rotorun (çark) geçiş kanallarının daraltılması ve bunların birkaçının beraberce uygulanmasıdır.

Santrifüj kompresörlerin dizaynında çalışma kapasite sınırlarının ve devirlerinin gerek kritik devir sayısı yönünden ve gerekse şok dalgalanmasının başlaması yönünden çok iyi etüt edilmesi gerekir. Kritik devir sayısının 0.8 ile 1.1 katı değerleri arasındaki devirlerde kati surette sürekli çalışmaya müsaade edilmez.



Resim 1.20: Yarı hermetik - hermetik

1.10. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Isı Dönüştürücüleri

1.10.1. Kondenser (Yoğuşturucu)

Soğutma sisteminde refrijeranın evaporatörden aldığı ısı ile kompresördeki sıkıştırma işlemi sırasında ilave olunan ısının sistemden alınması kondenserde yapılır. Böylece refrijeran sıvı hale gelerek basınçlandırılır ve tekrar genişirilerek evaporatörden ısı alacak duruma getirilir.

Buhar ve gazların bir yüzeyde yoğuşması, yüzeyin vasıflarına bağlı olarak “Damla veya film teşekkülü” tarzlarında oluşur. Damla teşekkülü ile yoğuşma (Dropwise condensation) durumunda çok daha yüksek (film teşekkülünden 4–8 defa daha fazla) ısı geçirgenlik katsayıları sağlanabilmekte ve bu tercih edilmekte ise de uygulamada refrijeran özellikleri ve kondenser imalatının ekonomik faktörlerle sınırlanmaları nedeniyle ancak film tarzı yoğuşma ve az ölçüde de damla teşekkülü ile yoğuşma birlikte olmaktadır.

Kondenserdeki ısı alış verişinin 3 safhada oluştuğu düşünülebilir; bunlar (1) Kızgınlığın alınması (2) Refrijeranın yoğuşması (3) Aşırı soğutma. Kondenser dizaynına bağlı olarak aşırı soğutma kondenser alanının % 0-10'unu kullanacaktır. Kızgınlığın alınması için ise kondenser alanının % 5'ini bu işleme tahsis etmek gerekir. Bu üç değişik ısı transferi şekline bağlı olarak kondenserdeki ısı geçirme katsayıları ile sıcaklık araları da farklı olacaktır. Ancak kızgınlığın alınması safhasındaki ortalama sıcaklık aralığının fazlalığına karşı daha düşük bir ısı transferi katsayısı mevcut olacak; fakat aşırı soğutma sırasında bunun aksine sıcaklık aralığı daha az ve ısı geçirme katsayısı daha fazla olacaktır. Yoğuşma sırasında ise her iki değer de alt-üst seviyelerinin arasında bulunacaktır. Yapılan deneylerde ısı transferi katsayısının artmasının karşısında sıcaklık farkının azalması (veya tersi) yaklaşık olarak aynı çarpım sonucunu vermektedir ve bu değerlerin ortalamasını kullanmak mümkün olmaktadır.

Hesaplama sağladığı basitlik de göz önüne bulundurularak kondenserlerin hesabında tek bir ısı geçirme katsayısı ile tek bir ortalama sıcaklık aralığı değerleri uygulanmaktadır.

Genel olarak 3 değişik tip kondenser mevcuttur; (A) Su soğutmalı kondenserler (B) Hava ile soğutmalı kondenserler (C) Evaporatif (Hava-Su) kondenser. Uygulamada, bunlardan hangisinin kullanılacağı daha ziyade ekonomik yönden yapılacak bir analiz ile tespit edilecektir. Bu analizde kuruluş ve işletme masrafları beraberce etüt edilmelidir. Diğer yandan, su soğutmalı ve evaporatif kondenserlerde yoğuşum sıcaklığının daha düşük seviyelerde olacağı ve dolayısıyla soğutma çevrimi termodinamik veriminin daha yüksek olacağı muhakkaktır, bu nedenle yapılacak analizde bu hususun dikkate alınması gerekir.

- **Su soğutmalı kondenserler:** Bilhassa temiz suyun bol miktarda, ucuz ve düşük sıcaklıklarda bulunabildiği yerlerde gerek kuruluş ve gerekse işletme masrafları yönünden en ekonomik kondenser tipi olarak kabul edilebilir. Büyük kapasitedeki soğutma sistemlerinde genellikle tek seçim olarak düşünülür. Fakat son yıllarda yüksek ısı geçirme katsayıları sağlanan hava soğutmalı kondenserlerin yapılmasıyla 100 Ton/fr. Kapasitelerine kadar bunların da kullanıldığı görülmektedir. Su soğutmalı kondenserlerin dizaynı ve uygulamasında boru malzemesinin ısıl geçirgenliği, kullanılan suyun kirlenme katsayısı, kanatlı boru kullanıldığında kanat verimi su devresinin basınç kaybı, refrijeranın aşırı soğutulmasının seviyesi gibi hususlar göz önünde bulundurulur. Bakır boru kullanılan kondenserlerde (halojen refrijeranlar) genellikle borunun et kalınlığı azdır. Bakırın ısı geçirgenliği de yüksek olduğu için kondenserin tüm ısı geçirme katsayısına kondksyonun etkisi azdır ve bu katsayı daha ziyade dış (refrijeran tarafı) ve iç (su tarafı) film katsayılarının değerine bağlı olur. Hâlbuki et kalınlığı fazla ve ısıl geçirgenliği az (Demir boru gibi) olan borular kullanıldığında örneğin, amonyak kondenserlerinde, borudaki kondiktif ısı geçişi de tüm ısı geçirme katsayısına oldukça etken olur. Kirlenme katsayısı, kullanılan suyun zamanla su tarafındaki ısı geçiş yüzeylerinde meydana getireceği kalıntıların ısı geçişini azaltıcı etkisini dikkate almak maksadını taşır. Kirlenme katsayısını etkileyen faktörler şunlardır: (1) Kullanılan suyun, içindeki yabancı maddeler bakımından evsafı (2) Yoğuşum sıcaklığı (3) Kondenser borularının temiz tutulması için uygulanan koruyucu bakımın derecesi. Bilhassa 50°C'nin üzerindeki yoğuşum sıcaklıkları için kirlenme katsayısı, uygulamanın gerektirdiğinden biraz daha yüksek alınmalıdır. 38°C'nin altındaki yoğuşum sıcaklıklarında ise bu değer normalin biraz altında alınabilir. Su geçiş hızının düşük olması da kirlenmeyi hızlandırır ve 1m/sn'den daha düşük hızlara meydan verilmemelidir. Yüzey kalıntıları periyodik olarak temizlenmediği takdirde kirlenme olayı gittikçe hızlanacaktır, zira ısı geçirme katsayısı git gide azalacak ve gerekli kondenser kapasitesi ancak daha yüksek yoğuşum sıcaklığında sağlanabilecektir. Bu ise kirlenme olayına sebebiyet verecektir. Artan kirlenme ile su tarafı direncinin artacağı ve bunun sonucu su debisinin azalarak yoğuşum sıcaklığını daha da arttıracağı muhakkaktır.

- **Hava soğutmalı kondenserler:** Bilhassa 1 hp'ye kadar kapasitedeki gruplarda istisnasız denecek şekilde kullanılan bu tip kondenserlerin tercih nedenleri; basit oluşları, kuruluş ve işletme masraflarının düşüklüğü, bakım-tamirlerinin kolaylığı şeklinde sayılabilir. Ayrıca her türlü soğutma uygulamasına uyabilecek karakterdedir (Ev tipi veya ticari soğutucular, soğuk odalar, pencere tipi klima cihazları gibi). Çoğu uygulamalarda hava sirkülasyon fanı açık tip kompresörün motor kasnağına integral şekilde bağlanır ve ayrı bir tahrik motoruna ihtiyaç kalmaz. Hava soğutmalı kondenserlerde de ısı transferi 3 safhada oluşur, bunlar (a) Refrijerandan kızgınlığın alınması (b) Yoğuşurma (c) Aşırı soğutma. Kondenserin alanının takriben % 85 yoğuşurma olayına hizmet eder ki kondenserin asli görevi budur. % 5 civarında bir alan kızgınlığın alınmasına ve % 10 ise aşırı soğutma (subcooling) hizmet eder. Hava soğutmalı kondenserlerde yoğuşan refrijeranı kondenserden almak ve depolamak üzere genellikle bir refrijeran deposu kullanılması artık usul haline gelmiştir. Bundan maksat kondenserin faydalı alanını sıvı depolaması için harcamamaktır. Havalı kondenserler, halokarbon refrijeranlar için genellikle bakır boru / alüminyum kanat tertibinde, bazen de Bakır boru / Bakır kanat ve bakır veya Çelik boru / çelik kanat tertibinde imal edilir. Alüminyum alaşımı boru / kanat imalatlara da rastlamak mümkündür. Kullanılan boru çapları ¼" ile ¾" arasında değişir. Kanat sayısı beşer metrede 160 ile 1200 arasında değişir, fakat en çok kullanılan sıklık sınırları 315 ila 710 arasında kalmaktadır. Bu tip havalı kondenserlerin ısı geçiş alanı ihtiyacı ortalama olarak 2.5 m²/sn hava geçiş hızında, beher ton/frigo (3024 kcal/h) için 9 ile 14 m² kare arasında değişir. Çok küçük, tabii hava akışlı kondenserler hariç tutulursa, hava ihtiyacı ortalama beher kcal/h için 0.34 ila 0.68m³ /h arasında değişmekte olup buna gereken fan motor gücü beher 1000 kcal/h için 0.03ila0.06hp civarında olmaktadır. Fan devirleri 900 ile 1400 d/d arasında olmalıdır. Kondenser fanları genellikle aksiyal tip olup sessiz istenen yerlerde radyal tip kullanılabilir. Refrijeran yoğuşma sıcaklığı ise, hava giriş sıcaklığının 10-20°C üzerinde bulunacak şekilde düşünülmelidir. Genelde boruların durumu, kanat aralıkları, derinlik (boru sırası) alın alanı gibi dizayn özellikleri hava debisi ihtiyacını, hava direncini ve dolayısıyla fan büyüklüğü, fan motor gücünü ve hatta grubun ses seviyesiyle maliyetleri etkileyecektir. Bugünkü Kondenser dizayn şekli sıcak refrijeranın üstten bir kollektörle birkaç müstakil devreye verilmesi, yoğuştuğuca gravite ile aşağı doğru inmesi ve aşırı soğutma sağlanarak gene bir kollektörden alınması şeklindedir. Hava soğutmalı kondenserler, grup tertip şekline göre (a) kompresör ile birlikte gruplanmış (b) kompresörden uzak bir mesafeye konulacak tarzda tertiplenmiş (split kondenser) olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Kondenserden hava geçişi düşey ve yatay yönde olacak tarzda tertiplenebilir. Diğer yandan hava fanı, havayı emici veya itici etkiyle hareketlendirecek şekilde koyulabilir. Bir soğutma sisteminin bekleneni verebilmesi, büyük ölçüde yoğuşma basınç ve sıcaklığının belirli sınırlar arasında tutulabilmesiyle mümkündür. Bu ise kondenserin çalışma rejimi ile yakından ilgilidir. Aşırı yoğuşum sıcaklık ve basıncının önlenmesi kondenserin yeterli soğutma alanına sahip olmasıyla ilgili olduğu kadar hava sık rastlanan bir durumdur. Bu nedenle bilhassa soğuk havalarda çalışma durumu devresinde yeterli debi ve sıcaklıkta havanın bulunmasıyla da ilgilidir.

Yoğuşma sıcaklık ve basıncının çok düşük olması halinde ise yeterli refrijeran akışı olamamasına bağlı olan sorunlar çıkmaktadır. Örneğin, termostatik ekspansiyon valf'inde yeterli basınç düşümü sağlanamamasından dolayı kapasitenin düşmesi sık olduğunda, çok düşük yoğuşma basıncını önleyici tedbirler alınır ki bunları iki grupta toplamak mümkündür; (a) Refrijeran tarafını kontrol etmek, (b) Hava tarafını kontrol etmek.

- **Evaporatif kondenserler:** Hava ve suyun soğutma etkisinden birlikte yararlanılması esasına dayanılarak yapılan evaporatif kondenserler bakım ve servis güçlükleri, çabuk kirlenmeleri, sık sık arızalanmaya müsait oluşları nedenleriyle gittikçe daha az kullanılmaktadır. Evaporatif kondenser üç kısımdan oluşmaktadır. (a) Soğutma serpantini, (b) Su sirkülasyon ve püskürtme sistemi, (c) Hava sirkülasyon sistemi. Soğutma serpantininin içinden geçen refrijeran, hava soğutmalı kondenserde olduğu gibi yoğuşarak gaz deposuna geçer. Serpantinin dış yüzeyinden geçirilen hava, ters yönden gelen atomize haldeki suyun bir kısmını buharlaştırarak soğutma etkisi meydana getirir (aynen soğutma kulesinde olduğu gibi). Böylece kondenserdeki yoğuşma sıcaklığı ve dolayısıyla basıncı daha aşağı seviyelere düşürülmüş olur. Serpantinin dış yüzeyi, ısı transferi film katsayısının düşük oluşunun etkisini karşılamak üzere alanı arttırmak için kanatlarla teçhiz edilmektedir. Ancak modern evaporatif kondenserlerde, boru dış yüzeylerinde iyi bir ıslaklık elde edilmesi neticesi yüksek ısı transfer katsayılarına ulaşmakta ve kanatsız düz borular kullanılmaktadır. Kondenserin alt seviyesinde bulunan su toplanma haznesinden su devamlı şekilde bir pompa ile alınıp soğutma serpantininin üst tarafında bulunan bir meme grubuna basılır ve memelerden püskürtülür. Bu suyun takriben % 3–5 buharlaşarak (takriben 6 ile 7.5 litre/h beher ton /frigo için) havaya intikal ettiğinden su haznesine, flatörlü valf aracılığıyla devamlı su verilir. Ancak bu kondenserdeki su ilavesi, su soğutmalı kondenseri bulunan soğutma kulesi ile mücehhez bir sisteme oranla çok daha azdır ve bunun % 5 ile 10'u mertebesinde olmaktadır. Soğutma kulelerinde olduğu gibi evaporatif kondenserlerde de buharlaşma sebebiyle geride kalan suyun sertliği ve kirliliği gittikçe artacağından, su toplanma haznesinden bir miktar suyu sürekli sızdırmak gerekir. İyi vasıflı su kullanıldığında sızdırılan su miktarı 9 (klima) ile 12 (soğutma) litre/h beher ton/frigo civarında olmalıdır. Su haznesinde verilen suyun yumuşatılmış su olması halinde bu miktar sifıra indirilebilir ve bu tercih edilmelidir. Bir evaporatif kondenserin ısı performansını, sadece havanın kuru veya yaş termometre sıcaklıkları veya havanın giriş –çıkış entalpi farkları baz alınarak gösterilemez. Zira püskürtülen suyun ve üflenen havanın sıcaklıkları girişten çıkışlarına kadar çok değişik değerler gösterirler. Havanın yaş termometre sıcaklığı normal olarak sürekli artar ve çıkışta en yüksek seviyeye ulaşır. Suyun sıcaklığı ise refrijerandan alınan ısı ile yükselme eğilimi gösterirken suyun buharlaşma ısı almasıyla sıcaklığı düşmeye başlar. Bunun sonucu, su sıcaklığı soğutma serpantininin girişinde yükselir (hava yaş termometre sıcaklığı bu kısımda oldukça yükseldiğinden) ve sonradan, havanın giriş yerine yaklaşınca sıcaklığı düşmeye başlar. Toplanma havuzunda su sıcaklığı, sabit bir çalışmaya erişilince fazla değişmez. Evaporatif kondenserler genellikle binanın dışına ve çatıya koyulur; fakat bina içine konularak hava

giriş-çıkışları galvanizli saçtan kanallarla da sağlanabilir. Bina dışındaki cihazların kışın da çalışması söz konusu ise donmaya karşı tedbir alınmalıdır. Bina içindeki uygulamalarda ise, ıslak havanın atıldığı kanalın soğuk hacimlerden geçmesi halinde kanalın içinde yoğuşma olacağı hatırd tutulmalı ve bu suyun toplanıp atılması için önlem alınmalıdır. Bina içi uygulamaları, bir egzost sistemi ile entegre olarak uygulandığında egzost fanı ve elektrik enerjisinden tasarruf sağlayacaktır. Hava soğutmalı kondenserlerde olduğu gibi evaporatif kondenserlerde de soğuk havalarda çalışma sırasında çok düşük yoğuşma basınçları oluşumunun önlenmesi gerekir. Bu maksatla uygulanan tertipler; (a) Vantilatör motorunun durdurulup çalıştırılması (b) Hava debisini azaltıp çoğaltmak üzere hava akımına bir damper ve ayar servomotoru kullanılması (c) Vantilatör motorunun devrinin azaltılıp çoğaltılması olarak sayılabilir.

1.10.2. Evaporatör (Buharlaştırıcı-Soğutucu)

Bir soğutma sisteminde evaporatör sıvı refrijeranın buharlaştığı ve bu sırada bulunduğu ortamdan ısıyı aldığı cihazdır. Diğer bir ifadeyle evaporatör bir soğutucudur. Kondenserden direkt olarak veya refrijeran deposundan geçerek ve direkt ekspansiyonlu sistemde (kuru tip) ekspansiyon valfi, kılcal boru veya benzer bir basınç düşürücü elamanda adyabatik olarak genişledikten sonra evaporatöre sıvı-buhar karışımı şeklinde giren refrijeranın büyük bir kısmı sıvı haldedir. Evaporatörde ısı alarak buharlaşan refrijerana, emiş tarafına geçmeden önce bir miktar daha ısı verilmesi ve 3-8C arasında kızgınlık verilerek kızgın buhar durumuna gelmesinin birçok faydaları vardır. Bunların en başta, kompresöre büyük zarar verebilen sıvı refrijeranın kompresöre gelmesi gösterilebilir. Sıvı taşmalı tip evaporatörlerde ise refrijeran evaporatörde sıvı halde bulunur ve ısıyı alarak buharlaşan kısmı bir sıvı-buhar ayırıştırıcısından (surge tank) geçtikten ve sıvı kısmı ayrıldıktan sonra buhar halinde kompresöre ulaşır. Sıvı refrijeranın evaporatöre beslenmesi seviye kumandalı (Flatörlü, manyetik vs.) Bir vana ile yapılır. Sıvı ayırıştırıcı tankta biriken sıvı refrijeran tekrar evaporatöre geri gönderilir ve soğutma işleminde yararlanır. Direkt veya sıvı taşmalı tertiplerde çalışan evaporatörlerin hepsinde de refrijeran basınca, kondenser tarafındaki basınca oranla çok daha düşüktür. Bu nedenle, evaporatör tarafına sistemin alçak basınç tarafı adı verilir.

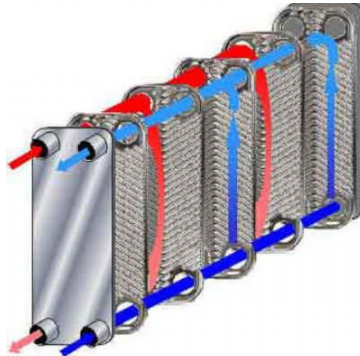
Evaporatörün yapısı; refrijeranın iyi ve çabuk buharlaşmasını sağlayacak, soğutulan maddenin (Hava su, salamura, vs.) ısını iyi bir ısı geçişi sağlayarak, yüksek bir verimle alacak ve refrijeranın giriş ve çıkıştaki basınç farkını (kayıpları) asgari seviyede tutacak tarzda dizayn edilmelidir. Ancak bunlardan sonuncusu ilk ikisiyle genellikle ters düşmektedir. Şöyle ki iyi bir ısı geçişi ve iyi bir buharlaşma için gerekli şartlar iç ve dış yüzeylerin daha girintili ve daha kolay ıslanır (kılcallığı fazla) olmasını gerektirirken bu durum basınç kayıplarını arttırmaktadır. Bu nedenle, evaporatör dizaynı geniş tecrübe ve dikkat isteyen, ayrıca deneylere sık sık başvurulmuş bir çalışma şeklini gerektirir. Bu çalışmaların yönlendirilmesinde en başta gelen etken soğutulacak maddenin cinsi ve konumudur (sıvı, katı, gaz).

Ayrıca, refrijeran ısı alış verişi yaparken içinde bulunduğu ve hareket ettiği hacmin durumu da evaporatör dizaynında önemli değişiklikler meydana getirir. Burada refrijeranın bir boru serpantininde içinde hareket etmesi ve soğutulacak maddenin boruların dışından geçmesi veya bunun tersi söz konusu olmaktadır ki bunlardan ilki genellikle kuru tip-direkt ekspansiyonlu evaporatörlerde, ikincisi ise sıvı taşmalı tip evaporatörlerde uygulanmaktadır. Refrijeranın boru içinden geçmesi halinde, akış hızının artırılmasının içindeki film katsayısını ve dolayısıyla ısı geçişini artırıcı yönde bir etkisi beklenir, fakat bu durum refrijeranın basınç kayıplarını arttıracığı için akış debisini azaltacak ve kapasiteyi düşürecektir. Burada, her iki etkenin durumu beraberce göz önünde bulundurulup ısı geçiş ve kapasitenin optimum olduğu değerler saptanmalıdır.

Evaporatör tipleri, uygulamanın özelliklerine göre 3 ana grupta toplanabilir; (A) Gaz haldeki maddeleri soğutmak için kullanılan evaporatörler (genellikle hava) (B) Sıvı haldeki maddeleri soğutucu evaporatörler (su, salamura, antifriz, kimyasal akışkanlar vs.) (C) Katı maddeleri soğutucu evaporatörler (Buz, buz paten sahası, metaller, vs.).

Buhar sıkıştırma çevrimli bir soğutma sisteminin, alçak basınç ve yüksek basınç tarafı şeklinde iki kısma ayrılabilmesi bilinmektedir. Kompresörün alçak basınçlı refrijeran gazı yüksek basınç altındaki kondensere basmak maksadına hizmet ettiği de izah edilir. Refrijeranın evaporatörde buharlaşarak ısı alabilmesi için basıncının, evaporatör sıcaklıklarında buharlaşmasına imkân verecek seviyeye düşürülmesi gerekir. Keza sıvı taşmalı sistemlerde de refrijeranın, evaporatör sıcaklığında buharlaşmaya hazır halde (Doymuş buhar-sıvı) bulunmasını sağlayacak bir basınca düşürülmesi gerekecektir. Bunu sağlayan kontrol elemanları direkt ekspansiyonlu sistemlerde ekspansiyon (genişleme) valfleri veya kılcal boru, sıvı taşmalı sistemlerde ise seviye kontrollü valf olarak tanımlanabilir. Her iki tür uygulamada da bu kontrol elemanlarından beklenen husus, evaporatörde buharlaşan refrijeran kadar sıvı refrijeranı evaporatöre aynen beslemektir.

Evaporatör dizaynı çok tecrübe ve dikkati gerektiren bir işidir. İç boruların çapları, refrijeran geçiş hızları, boru iç yüzeyindeki film katsayısını artırıcı önlemlerin uygulanması, dış zarfın çapı, su tarafındaki türbülans perdelerinin sıklığı, imalat işçiliği kalitesi gibi kapasiteyi etkileyici bir çok değişken mevcuttur. Isı geçirme katsayısı K 'yı etkileyen en önemli faktör muhakkak ki refrijeran tarafındaki film katsayısıdır. Bu katsayıyı arttırmak üzere boruya boğum şeklinde şekil verilmesi, borunun içine yıldız şeklinde türbülantör konulması, iç yüzeye kanat yapılması gibi önlemler alınmaktadır.



Şekil 1.5: Evaporatör

1.11. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Valf ve Ekipmanları (Valve)

1.11.1. Tanımı

Boru içindeki bir akışkanın akışını durdurmaya veya serbest bırakmaya yarayan alettir. Boru çaplarına, sistemin sekline ve sistem basıncına göre sekli ve ismi değişiklik gösterir.

1.11.2. Çeşitleri

Gemilerde kullanılan vana ve valfler, boru çaplarına, sistemin sekline ve sistem basıncına göre şekli ve ismi değişiklik gösterir. Gemilerde iklimlendirme ve havalandırma yardımcı bağlantılarında, kolonlarda ve bransman hatlarında 3/8" ile 3" kadar kullanılır. Başlıcaları:

- **Termostatik genişleme valfi (TGV):** Sıcaklık ve basınca göre çalışan bu valfler küçük veya orta büyüklükteki tesislerde kullanılmakta olup günümüzde geniş kullanma alanı bulmuştur. Çok büyük tesislerde hariç amonyaklı soğutma tesislerinde de bu çok valflere sık rastlanır. Valfin amacı, el ayar valfi veya otomatik valflerde olduğu gibi sabit bir soğutma gücü veya buharlaşma basıncı temin etmek olmayıp muhtelif işletme şartlarında buharlaştırıcının daima mümkün olan en yüksek soğutma gücünü temin etmesidir. Buna göre şayet soğutucuda çok hızlı buharlaşma oluyorsa çok fazla sıvı, yavaş buharlaşma oluyorsa daha az sıvı vermek gerekir (Resim 1.21).
- **Selenoid valf:** Soğutma sisteminde, sıvı veya gaz halindeki akışını elektrik sinyaliyle, uzaktan kumandalı bir şekilde açıp kapatabilmeye yarar. Valfin normal açık veya normal kapalı yapılış şekline göre valf, yerçekimi etkisiyle, yay etkisiyle veya akışkanın kendi basıncıyla normal konumda iken, elektrik sinyaliyle meydana gelen manyetik bir alanın sağlanmadığı hareket vasıtasıyla normalin aksi konuma girer. İki, üç, dört yollu tipleri vardır (Resim 1.22).



Resim 1.21: TGV



Resim 1.22: Selenoid valf

- **Yağ ayırıcı:** Yağ ayırıcının görevi, kompresörde çıkan gazların beraberlerinde taşıdıkları yağlanma yağlarını kompresöre iade etmektir. Her ne kadar yağı ayırıp otomatik olarak kompresöre yollarsa da en az miktarda yağ buna rağmen kondenser ve yoğunlaştırıcıya kaçabilir. Bu nedenle tesisin projesinin yapımında yağ geriye dönüşü dikkate alınmalıdır (Resim 1.23).

- **Yağ depoları:** Yağ depoları, (Yağ tankı) yağ ayırıcılar tarafından ayrılan yağı, yağ seviye regülâtörleri üzerinden kompresörün krank kutusuna dönmesi için saklayan bir depodur (Resim 1.24).



Resim 1.23: Yağ ayırıcı



Resim 1.24: Yağ deposu

- **Filtre-kurutucu (Drayer):** Soğutma sisteminde arızaların % 80'i direkt veya dolaylı şekilde sistemde nem oluşumuna bağlıdır. Denebilir ki soğutma sistemine nem kesinlikle girmemeli, girerse de hızla sistemden atılmalıdır.

Nemin zararları:

- Genleşme valfinde suyun donarak akışı engellemesi
- Metal korozyonu
- Bakır kaplama olayı
- Kimyasal zincirleme reaksiyonları devam ettirmesidir.

Bu nedenle önce nemin soğutma sistemine girmesi önlenmeli, girmişse süratle atılmalı sistemde kalan veya çalışma esnasında sonradan giren nemde derhal tutulmalıdır. Bu sonuncu önlem filtre-kurutucu adıyla tanımlanan elamanlarla yapılır (Resim 1.25).

- **Gözetleme camı:** Soğutma sistemindeki akışkanın akışını görmek veya akışkan içinde bulunabilecek nemi kontrol etmek ve akışkan şartı hakkında bilgi almak amacıyla değişik türden gözetleme, seviye ve nemi kontrol etme elemanları geliştirilmiştir. Sıvı gözetleme maksadıyla kullanılan ve gözetleme camı diye anılan elaman genellikle filtre-kurutuculardan sonra, sıvı kontrol elamanlarından önce koyulur (Resim 1.26).



Resim 1.25: Drayer



Resim 1.26: Gözetleme camı

- **Yüksek basınç presostadı:** Bu cihaz, bir basınç şalteri olup kompresörün çıkış borusu üzerine bağlanır. Basınç, ayarlanan ve müsaade edilen miktarı aşınca kompresörü çeviren elektrik motorunun elektrik aldığı manyetik şaltere ait bobinin sargılarında geçen akımı keserek kompresörün durmasına sebep olur.
- **Alçak basınç presostadı:** Yapı itibarıyla yüksek basınç presostadı gibi olup ondan farkı, elektrik devresini belli bir basıncın altına düşürüldüğünde açması yani kompresörün durmasıdır.



Resim 1.27: Yüksek alçak basınç presostadı

- **Soğutma suyu ayar valfi:** Bu valflerin görevi, su soğutmalı kondenserlerde suyun gerektiğinden fazla sarfiyatını önlemektir. Kondenser basıncına bağlı olarak çalışır ve kondenser basıncı arttıkça valfi açmak suretiyle gereği kadar suyun kondensere girmesini sağlarken kondenser basıncının artması halinde su geçişi kısırlır.
- **Çekvalf:** Çekvalfler soğutma tesislerinde, normal akış yönünün tersi yönünde akış meydana gelmemesi istenen yerlerde kullanılır. Çekvalf normal yöndeki akış sırasında valfin giriş ve çıkış ağızları arasında meydana gelen basınç farkıyla açılır.



Resim 1.28: Çekvalf

- **Sıvı (Receiver) tankı:** Kondenserde sıvılaştırılmış olan soğutucu akışının devamlı olarak evaporatör besleyebilmesi için kondenser ile termostatik genişleme valfi arasında sıvı tankı konur. Sıvı tankları çelik saclardan imal edilir. Üzerinde bir veya iki tane servis valfi vardır. Servis valflerinden biri sıvı hattı ile depo arasında diğeri ise kondenser ile depo arasına konur. Yatık ve dik olmak üzere iki durumda devreye bağlanır. Sıvı tankları devrenin gazını tamamen alacak şekilde ve üst kısmında % 20 boşluk bulunmak üzere dizayn edilir.



Resim 1.29: Receiver

- **Emme ve basma manometresi:** Emme manometresi emme hattındaki basıncı, basma manometresi, basma hattındaki basıncı ölçmeye yarar.



Resim 1.30: Emme ve basma manometresi

- **Sızdırmazlık elemanları:** Klima sistemlerinde; NBR (Nitrile Butadiene Rubber) malzemesinden yapılmış o-ringle ve hortumlar kullanılır. Ancak, NBR malzemesi, R134a gazından etkilenmekte hasarlanmaktadır. Bu yüzden; R134a gazlı klima sistemleri için, RBR (Rubber in Behalf of R134a) malzemesi geliştirilmiş ve sızdırmazlık elemanları bu malzemedan imal edilmiştir.
- **Ara valfler:** Soğutma, dondurma ve iklimlendirme tesislerinin likit, emme ve sıcak gaz hatlarında kullanılan, el ile kumanda edilen membranlı kapatma valfleridir (Resim 1.31).
- **Su valfleri:** Su valfleri, kondansasyon basıncını ayarlanabilir şekilde düzenlerler ve bunu tüm çalışma boyunca sabit tutar. Soğutma tesisi çalışmadığında, soğutma suyu akışı otomatik olarak kapatılır (Resim 1.32).



Resim 1.31: Ara valfler



Resim 1.32: Su valfi

- **Susturucu:** Kompresörden çıkan basınçlı gazın ses seviyesini istenilen düzeye indirilmesi için kullanılır (Resim 1.33).



Resim 1.33: Susturucu



Resim 1.34: Emniyet ventilleri

- **Emniyet ventili:** Sistemde aşırı basınç yükselmesinde devreye girerek gazı atmosfere veya emniyetli bir kısma tahliyesini sağlar (Resim 1.34).
- **Çekvalf (Check valve):** Akışkanın tek yönde geçişine izin veren valftir. Örnek olarak; pompa emme tarafından suyun geri akışını önleyerek susuz çalışmayı önler.



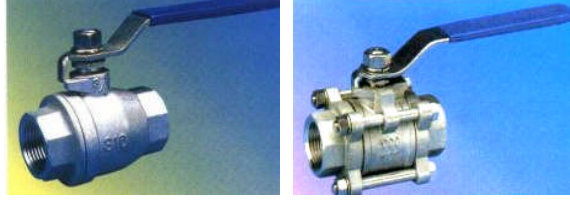
Resim 1.35: Yaylı çek valf kumandalı çek valf

- **Körüklü (Globe valve) vana:** Ayarlanabilir vanadır. Makine dairesinde, iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı sistemlerinde ve kolonlarda kullanılır. 1/2" - 3" çapları arasında seçilir.



Resim 1.36: Körüklü vana

- **Küresel (Spherical valve) vana:** Paslanmaz çelikten yapılan küresel vanalar tam açma ve kapama istenilen yerlerde kullanılır. Makine dairesinde, iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı sistemlerinde ve kolonlarda kullanılırlar. 1/4" - 3" çapları arasında seçilir.



Resim 1.37: Küresel valf

- **Kelebek (Butterfly valve) vana:** Makine dairesinde ve iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı sistemlerinde kullanılırlar. % 100 sıkı kapama ve tam sızdırmazlık sağlar. 3/8" - 4" çapları arasında seçilir (Resim 1.38).
- **Sürgülü (Gate valve) valf:** Makine dairesinde ve iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı sistemlerinde kullanılır. Yüksek debi geçişlerinde kullanılır. 3/8" - 4" çapları arasında seçilir (Resim 1.39).



Resim 1.38: Kelebek vana



Resim 1.39: Sürgülü vana

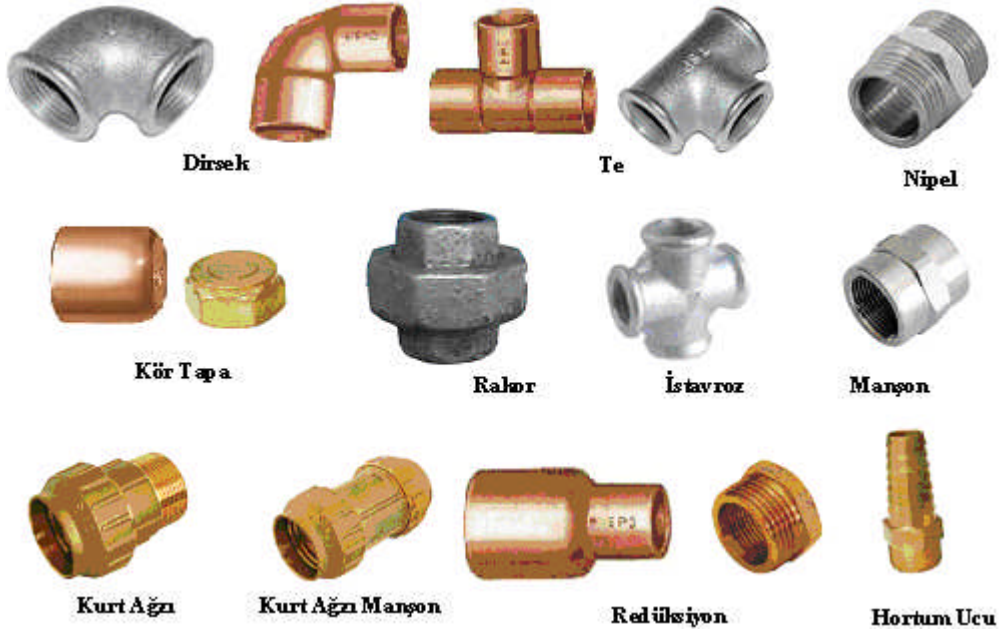
1.12. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Fittingsleri (Fittings)

1.12.1. Tanımı

Boruların birbirleriyle birleştirilmesinde veya boru hatlarının kurulmasında yardımcı olan tesisat yardımcı parçalarıdır.

1.12.2. Çeşitleri

Gemilerde iklimlendirme ve havalandırma tesisatında kullanılan fittingsler, boru çaplarına, sistemin şekline ve sistem dağıtımına göre şekli ve ismi değişiklik gösterir. Gemilerde iklimlendirme ve havalandırma yardımcı bağlantılarında, kolonlarda ve bransman hatlarında 3/8" - 5" kadar kullanılır. Detaylı bilgileri tesisat teknolojisi ve iklimlendirme alanı bakır boruları montaja hazırlama ve montaj modülünden alabilirsiniz. Başlıcaları (Resim 1.23)



Resim 1.40: Fittingsler

1.13. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Boruları Ön İmalatının Yapılması

İklimlendirme ve havalandırma borularının hazırlanabilmesi için gerekli donanımına sahip bir atölyeye gereklidir. Atölyede; bakır boru şişirme – havşalama - kesme takımı, fittingsler, çeşitli çapta bakır borular, oksij gaz kaynağı ve tesisatçı aletleri bulunmalıdır. Aşağıda kısaca bir iklimlendirme ve havalandırma tesisatı devre elemanları ön imalatı hazırlanmıştır. Bu sıralamayı kullanarak diğer boruları üretebilirsiniz.

➤ **1. Aşama**

Öncelikle tesisata uygun boru ve elemanları seçiniz.

➤ **2. Aşama**

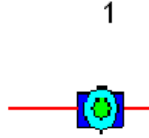
Verilen ölçüye göre bakır boruları kesiniz.



Şekil 1.6: Bakır boru

➤ **3. Aşama**

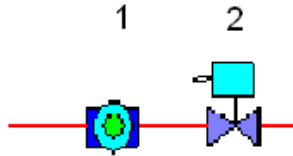
Borulara gözetleme camını havşalanmış boruya rekorlu birleştiriniz.



Şekil 1.7: Gözetleme camı bağlantısı

➤ **4. Aşama**

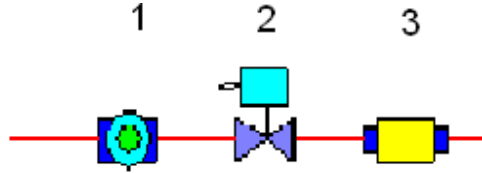
Borulara selenoid valfi havşalanmış boruya rekorlu birleştiriniz.



Şekil 1.8: Motorlu (selonoid) vana bağlantısı

➤ **5. Aşama**

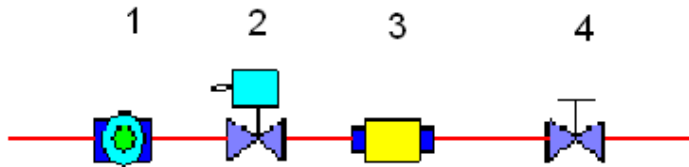
Borulara drayeri havşalanmış boruya rekorlu birleştiriniz.



Şekil 1.9: Drayer bağlantısı

➤ **6. Aşama**

Borulara küresel valfi havşalanmış boruya rekorlu birleştiriniz (Şekil 1.10).



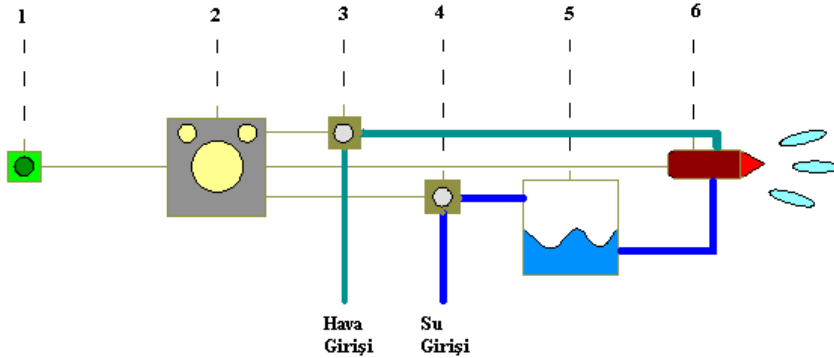
Şekil 1.10: Küresel valf bağlantısı

➤ **8. Aşama**

Yapılan işi kontrol ediniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamakları ve önerileri dikkate alarak iklimlendirme ve havalandırma tesisatı nemlendirme fiskiyesi boru bağlantısına ait uygulama faaliyetini yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
Atölye ortamında; ➤ Tesisatı kurmak için; çelik boru, fittings, selenoid valf, su tankı, higrostat, kontrol kutusu ve fiskiyeyi (nozül) hazırlayınız.	➤ Borularının boyları, çapını ve parçaları öğretmeninizden alın. Tablo 1.2'den faydalanabilirsiniz.
➤ Boruları verilen ölçülerde kesiniz.	➤ Çelik Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz
➤ Hava giriş borusuyla selenoid valfi birleştiriniz.	
➤ Selenoid valfle nozulu birleştiriniz.	➤ Çelik Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz.
➤ Su girişi borusuyla selenoid valfi birleştiriniz.	
➤ Selenoid valfle tankı birleştiriniz.	➤ Çelik Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz.
➤ Tankla nozulu birleştiriniz.	
➤ Kumanda kutusu elektrik bağlantılarını yapınız.	➤ Kumanda kutusu, higrostat ve selenoid valflerin elektrik devre resimlerinden faydalanabilirsiniz. Üretici kataloglarına bakınız.
➤ İşinizi kontrol ediniz.	➤ Şerit metre, kontrol kalemi, gönye kullanarak yapabilirsiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorulardan sadece bir seçeneği işaretleyiniz.

1. Soğuk ortamın, soğutma rejiminde tutulabilmesi için soğuk ortamdaki ısı çıkarılması veya dışarıya atılması için gerekli ısı miktarı ne denir?

- A) Soğutma yükü
- B) Soğuk depo
- C) Soğutucu akışkan
- D) Soğutma rejimi
- E) Sistem kapasitesi

2. İklimlendirme tesisatlarının kalbi olarak adlandırılan elemanın adı nedir?

- A) Kondenser
- B) Soğutucu akışkan
- C) Kompresör
- D) Kondenser
- E) Fan

3. İnsan konforu için ortamda bulunması gereken bağıl nem oranı hangi değerler arasında olmalıdır?

- A) % 35-% 70
- B) % 40-% 60
- C) % 45-% 65
- D) % 30-% 60
- E) % 50-% 55

4. İnsan konforu için ortam sıcaklık aralığı hangi değerler arasında olmalıdır?

- A) 20–27°C
- B) 25–30°C
- C) 15–25°C
- D) 30–33°C
- E) 18–27°C

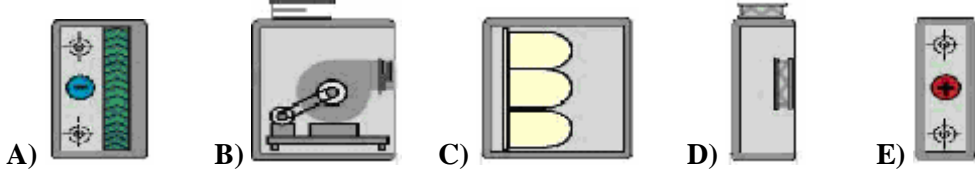
5. Aşağıdakilerin hangisi ayrık (split) klima çeşitlerinden biri değildir?

- A) Duvar tipi
- B) Döşeme tipi
- C) Salon tipi
- D) Kanal tipi
- E) Pencere tipi

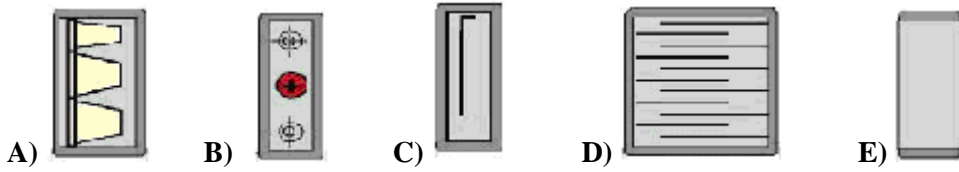
6. Aşağıdakilerin hangisi soğutucu akışkan çeşitlerinden biridir?

- A) Freon 27
- B) Freon 12
- C) Freon 55
- D) Freon 54
- E) Freon 23

7. Aşağıdakilerin hangisi ısıtıcı hücrenin sembolik görünüşüdür?



8. Aşağıdakilerin hangisi susturucu hücrenin sembolik görünüşüdür?



9. Bir soğutma sisteminde soğutucu akışkanı buharlaştıran ve bulunduğu ortamdan ısıyı çeken cihazın adı nedir?

- A) Kompresör
- B) Kondenser
- C) Drayer
- D) Evaporatör
- E) Emniyet vanası

10. Soğutma sistemindeki akışkanın akışını görmek veya akışkan içinde bulunabilecek nemi kontrol etmek ve akışkan şartı hakkında bilgi almak için hangi elemanı kullanırız?

- A) Selenoid valf
- B) Emniyet vanası
- C) Gözetleme camı
- D) Drayer
- E) Emniyet vanası

DEĞERLENDİRME

Yukarıdaki teste verdiğiniz cevapları, modülün sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Eksik konularınız varsa, bu eksikliğin neden kaynaklandığını düşünerek arkadaşlarınızla tartışınız. Öğretmeninize danışarak, tekrar bilgi konularına dönüp eksiklerinizi gideriniz. Eksikliklerinizi tamamladıktan sonra uygulamalı teste geçiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Aşağıda iklimlendirme ve havalandırma tesisatı boru ön imalatı üretmek ile ilgili hazırlanan değerlendirme ölçütlerine göre yaptığınız çalışmayı değerlendiriniz. Gerçekleşme düzeyine göre Evet / Hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Boruları şerit metre kullanarak ölçülerinde işaretlediniz mi?		
2	Boruları ölçüsünde kestiniz mi?		
3	Hava devresini oluşturabildiniz mi?		
4	Su devresini oluşturabildiniz mi?		
5	Devreye kontrol kutusunu taktınız mı?		
6	Devreye higrostatı taktınız mı?		
7	Elektrik bağlantılarını doğru yapabildiniz mi?		
8	Bütün fittingsli bağlantıları sıktınız mı?		
9	Gerekli emniyet tedbirleri aldınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme ölçütlerine göre, “Hayır” cevabınız var ise öğretmenize danışarak modülün ilgili konularını tekrar ederek eksikliklerinizi gideriniz. Tüm cevaplarınız “Evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli koşullar sağlandığında, uluslararası denizcilik kurallarına uygun olarak iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı bağlantılarını üretebileceksiniz. Bu öğrenme faaliyeti ile iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı bağlantılarını temel montaja hazırlama bilgileri verilmiştir. Yardımcı bağlantılar daha karmaşık veya basit yapılarda olabilir.

ARAŞTIRMA

- Firma ürün kataloglarından faydalanabilirsiniz.
- Çelik ve bakır boruları montaja hazırlama ve montaj modüllerinden faydalanabilirsiniz.
- İnternette araştırma yapınız.

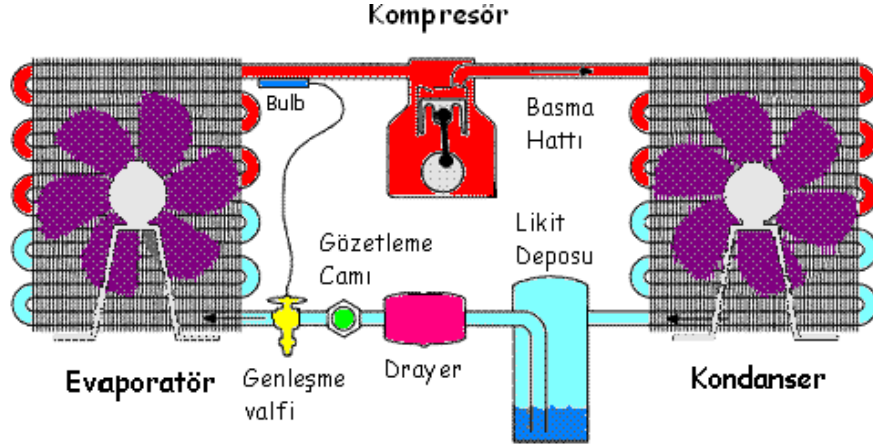
2. İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA TESİSATI YARDIMCI BAĞLANTILARINI YAPMAK

2.1. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Basit Klima Devre Bağlantısı

İklimlendirme ve havalandırma tesisatı basit klima devre bağlantılarının hazırlanması aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 2.1). Birleştirmeler bakır boru kaynaklı olacaktır. Tesisatın hazırlanması için:

- Hermetik kompresör (1 adet)
- Bakır boru ve fittingsleri
- Gözetleme camı (3 adet)
- Kondenser (1 adet)
- Evaporatör (1 adet)
- Termostatik genleşme valfi (TGV) (1 adet)
- Drayer (1 adet)
- Likit deposu (Receiver) (1 adet)
- Freon 134a tüpü (1 adet)
- Oksi-asetilen kaynak tertibatı gerekmektedir.

Sistemin çalışma prensibi; hermetik kompresörde sıkıştırılan Freon – 134a gazı kondenserde fanla ısısını dış ortama vererek sıvı hale geçer. Kondenserden çıkan sıvı akışkan evaporatöre Tgv valfiyle kontrolü olarak giriş yapar. İç ortamdan fan yardımıyla ısıyı çeken sıvı akışkan gaz hale geçer. Böylelikle iç ortam soğutulmuş olunur.



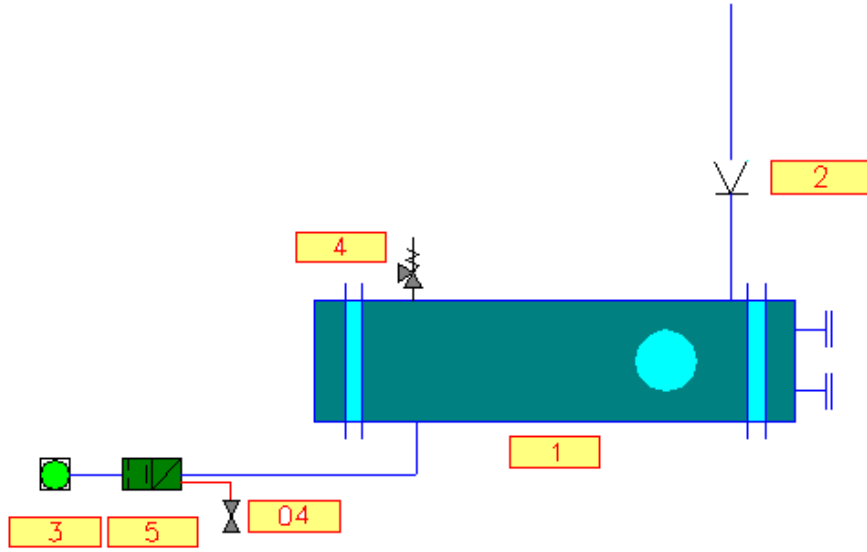
Şekil 2.1: Basit klima devre bağlantısı

2.2. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Sulu Tip Kondenser Bağlantısı

İklimlendirme ve havalandırma tesisatı sulu tip kondenser bağlantısının hazırlanması aşağıdaki şekilde verilmiştir. Birleştirmeler bakır boru kaynaklı olacaktır. Tesisatın hazırlanması için:

- Kondenser (1 adet)
- Çekvalf (1 adet)
- Bakır boru ve fittingsleri
- Gözetleme camı (3 adet)
- Emniyet valfi (1 adet)
- Drayer (1 adet)
- Boşaltma doldurma valfi (1 adet)
- Oksi-asetilen kaynak tertibatı gerekmektedir.

Sistemin çalışma prensibi; sulu tip kondenserler deniz suyu veya soğutulmuş suyla çalışır. İçindeki boru tertibatı sayesinde soğutucu akışkan ile su ısı transferi yaparak sıvı hale geçer. Sistem oluşturulurken soğutucu akışkan girişi olan 2 numaralı çek valfden başlayabilirsiniz. Daha sonra drayer (5), boşaltma - doldurma valfi (4) ve gözetleme camı (3) boru devresini oluşturabilirsiniz. Son olarak ta su giriş ve çıkış bağlantılarını oluşturarak devreyi tamamlayabilirsiniz.



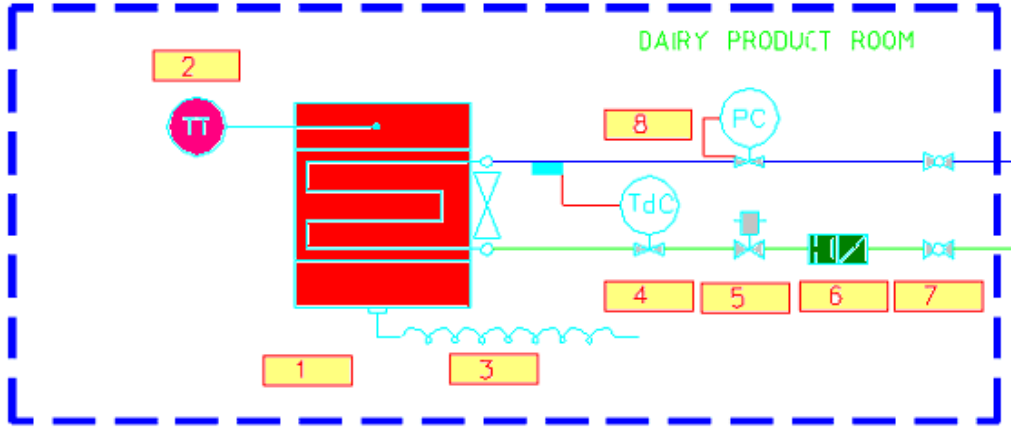
Şekil 2.2: Sulu kondenser bağlantısı

2.3. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Evaporatör Bağlantısı

İklimlendirme ve havalandırma tesisatı evaporatör bağlantılarının hazırlanması aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 2.3). Birleştirmeler bakır boru kaynaklı olacaktır. Tesisatın hazırlanması için

- Evaporatör (1 adet)
- Ölçüye göre kesilmiş boru (12 adet)
- Isıtıcı (1 adet)
- Defrost termostadı (1 adet)
- Termostatik genleşme valfi (TGV) (1 adet)
- Selenoid valf (1 adet)
- Drayer (1 adet)
- Küresel valf (2 adet)
- Oksi- asetilen kaynak tertibatı gerekmektedir.

Sistemin çalışma prensibi; kondenserden sıvı halde gelen akışkan termometreye (2) bağlı olan selenoid valfin (5) açılmasıyla drayeri (6) geçerek evaporatör (1) girişine gelir. Evaporatör girişindeki tgv valfi (4) hissedici ucu vasıtasıyla akışkanı evaporatör içine gönderir. Evaporatörde ortamdan ısıyı çeken akışkan gaz haline geçer. Böylelikle ortam soğutulmuş olur. Evaporatörde oluşacak buzlanmayı engellemek için devreye defrost termostadı (8) bağlayarak ısıtıcıyı (3) çalıştırabilirsiniz. Boru hattını küresel valflerle (7) kontrol edebilirsiniz.



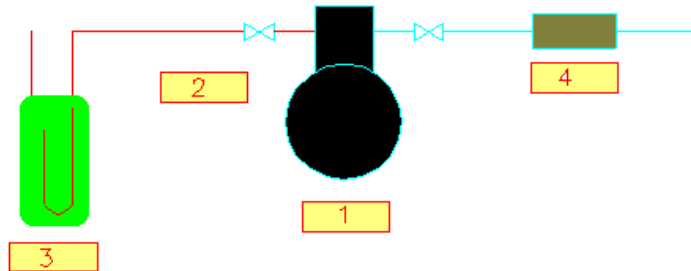
Şekil 2.3: Evaporatör bağlantısı

2.4. İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı Hermetik Kompresör Bağlantısı

İklimlendirme ve havalandırma tesisatı hermetik kompresör bağlantısının hazırlanması aşağıdaki şekilde verilmiştir. Birleştirmeler bakır boru kaynaklı olacaktır. Tesisatın hazırlanması için;

- Hermetik kompresör (1 adet)
- Bakır boru ve fittingsleri
- Küresel valf (2 adet)
- Likit deposu (Receiver) (1 adet)
- Susturucu (1 adet)
- Oksi-asetilen kaynak tertibatı gerekmektedir.

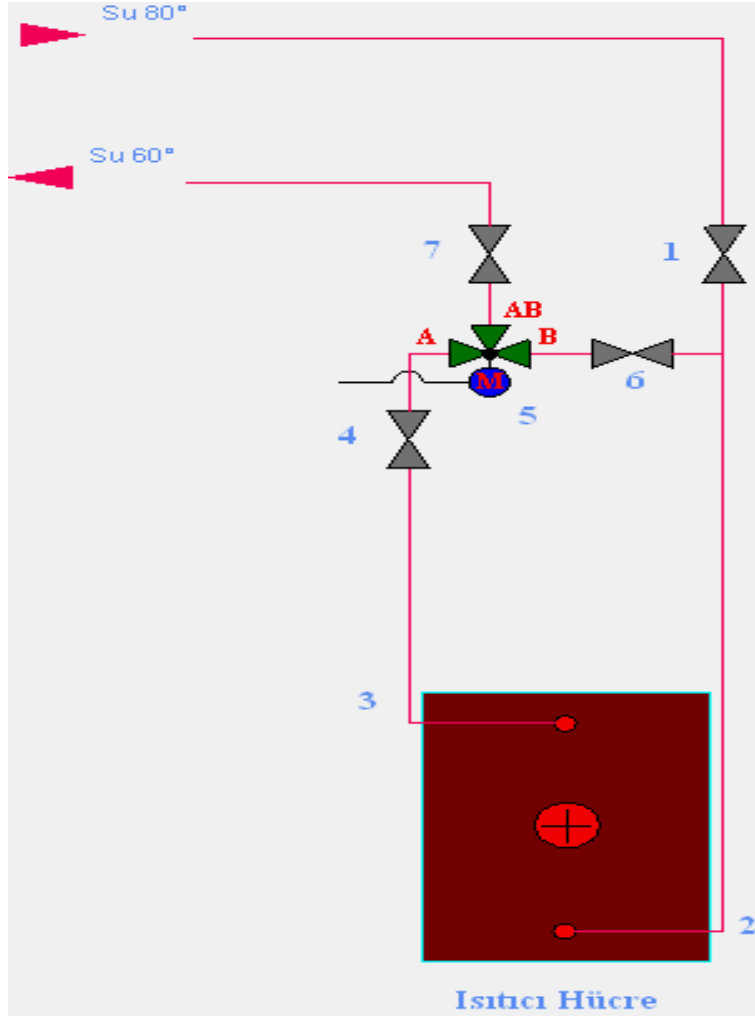
Sistemin çalışma prensibi; ısı değiştiriciden çıkan gaz halindeki soğutucu akışkan içinde gaz fazına geçmemiş sıvı akışkan kalabilir. Likit deposunda geniş hacmi gören sıvı zerrecikler likit deposunun cidarlarına çarparak gaz fazına geçer. Böylelikle kompresöre sıvı gitmesi engellenmiş olur. Kompresörde sıkıştırılan gaz, basıncı ve sıcaklığı artarak ısı değiştiriciye gönderilir. ısı değiştiriciden önce susturucu kullanılarak devrenin sesli çalışması engellenir.



Şekil 2.4: Kompresör bağlantısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamakları ve önerileri dikkate alarak gemi klima santralinde kullanılan ısıtıcı (heater) hücre boru bağlantısına ait uygulama faaliyetini yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Atölye ortamında;</p> <p>➤ Boru, valfler, fittingsler ve ısıtıcıyı hazırlayınız.</p>	<p>➤ Borularının boyları, çapını ve parçaları öğretmeninizden alın. Tablo 1.2'den faydalanabilirsiniz.</p>
<p>➤ Boruları verilen ölçülerde kesiniz.</p>	<p>➤ Boru kesme makası kullanarak boruları kesiniz. Eldiven ve iş giysisi kullanınız. Bakır boruları montaja hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz</p>
<p>➤ Isıtıcı giriş borusu ile küresel valfi havşalanmış (muflu) borularla rekorlu birleştirme yapınız (1 ve 2 numaralı parçalar).</p>	<p>➤ Bakır Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz.</p>
<p>➤ Isıtıcı giriş borusu ile küresel valfi havşalanmış (muflu) borularla rekorlu birleştirme yapınız (3 ve 4 numaralı parçalar).</p>	<p>➤ Bakır Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz.</p>
<p>➤ Üç yollu selonoid valfi havşalanmış (muflu) borularla rekorlu birleştirme yapınız (5 ve 4 numaralı parçalar).</p>	<p>➤ Bakır Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz.</p>
<p>➤ Üç yollu selonoid valfi ve bypass hattını havşalanmış (muflu) borularla rekorlu birleştirme yapınız (5 ve 6 numaralı parçalar).</p>	<p>➤ Bakır Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz.</p>
<p>➤ Isıtıcı çıkış borusu ile üç yollu selonoid valfi havşalanmış (muflu) borularla rekorlu birleştirme yapınız (5 ve 7 numaralı parçalar).İşinizi kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Bakır Boruları Montaja Hazırlama modülünden faydalanabilirsiniz. Şerit metre kullanarak yapabilirsiniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri Doğru (D) veya Yanlış (Y) olarak değerlendiriniz.

SORULAR	Doğru	Yanlış
1. Tgv valfinin hissedici ucu (bulp) evaporatör çıkışına bağlanır.		
2. Sulu tip kondenserlerde soğutucu akışkan ısı alır.		
3. Evaporatördeki buzlanma defrost termostadı ile kontrol edilir.		
4. Likit deposu kompresöre sıvı akışkanın gitmesini engeller.		
5. Gözetleme camı her zaman drayerden önce bağlanır.		

DEĞERLENDİRME

Yukarıdaki teste verdiğiniz cevapları, modülün sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Eksik konularınız varsa, bu eksikliğin neden kaynaklandığını düşünerek arkadaşlarınızla tartışınız. Öğretmeninize danışarak, tekrar bilgi konularına dönüp eksiklerinizi gideriniz. Eksikliklerinizi tamamladıktan sonra uygulamalı teste geçiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Aşağıda iklimlendirme ve havalandırma tesisatı yardımcı bağlantıları boru ön imalatı üretmek ile ilgili hazırlanan değerlendirme ölçütlerine göre yaptığınız çalışmayı değerlendiriniz. Gerçekleşme düzeyine göre Evet / Hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Boruları şerit metre kullanarak ölçülerinde işaretlediniz mi?		
2.	Boruları ölçüsünde kestiniz mi?		
3.	1 ve 2 numaralı parçaları işlem basmaklarına göre birleştirdiniz mi?		
4.	3 ve 4 numaralı parçaları işlem basmaklarına göre birleştirdiniz mi?		
5.	5 ve 4 numaralı parçaları işlem basmaklarına göre birleştirdiniz mi?		
6.	5 ve 6 numaralı işlem basmaklarına göre birleştirdiniz mi?		
7.	5 ve 7 numaralı işlem basmaklarına göre birleştirdiniz mi?		
8.	Gerekli emniyet tedbirleri aldınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme ölçütlerine göre, “Hayır” cevabınız var ise öğretmenize danışarak modülün ilgili konularını tekrar ederek eksikliklerinizi gideriniz. Tüm cevaplarınız “Evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Deniz Aracı iklimlendirme ve havalandırma tesisatı faaliyetleri ve araştırma çalışmaları sonunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için kendinizi kontrol listesine göre değerlendiriniz. Bu değerlendirme sonucuna göre bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
İklimlendirme havalandırma tesisatı borularını verilen ölçülerde kesebildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı fittingslerini devrelere takabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı vanalarını devrelere takabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma bakır boru işçiliğini yapabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı kompresörlerini devrelere takabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı ısı dönüştürücülerini devrelere takabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı nemlendirme fıskiyesi bağlantısını yapabildiniz mi?		
Bütün flanşlı bağlantıları puntalamadan önce somunları gerilimi engellemesi için biraz sıktınız mı?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı boru bağlantıları puntalayarak kaynak yapabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı borularının ön imalatını yapabildiniz mi?		
İklimlendirme havalandırma tesisatı yardımcı bağlantılarını yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “Hayır” cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız modülü tekrar ediniz.

Bütün cevaplarınız “Evet” ise modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	D
4	E
5	E
6	B
7	A
8	D
9	D
10	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	D
5	Y

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Tersaneler
- Firma Katalogları
- İTÜ Denizcilik Fakültesi Kütüphanesi
- Çaksan Gemi İnşa, Çelik Konst. San. ve Tic. A.Ş.
- Rmk Gemi İnşa, Çelik Konst. San. ve Tic. A.Ş.
- Sedef Gemi İnşa, Çelik Konst. San. ve Tic. A.Ş.
- İnternet Kaynakları

KAYNAKÇA

- ERALP Fethi, **Gemi Yardımcı Makineleri-1**, 1987.
- Prof. Dr. Zekai Kazım Telli, **Yakıtlar ve Yanma**, 1998.
- BULGURCU Hüseyin, **Eğitim Notları**, Balıkesir Üniversitesi, 2006.
- Isısan Buderus Yayınları, **İklimlendirme ve Havalandırma Tesisatı**, 2000.
- Dr. Yunus A. Çengel, Michael A. Boles, **Mühendislik Yaklaşımı ile Termodinamik**, 1996.
- Ahmet Tolga Artut, **Eğitim Notları**, 2006.
- EKER Cengiz, Donatım ve Proje Mühendisi, Eğitim Notları, 2006.
- DAĞSÖZ A.K “**Soğutma Tekniği, Isı Pompaları, Isı Boruları**” Meta Basım Yayım 2.Baskı 1990.
- ÖZKOL N. “**Uygulamalı Soğutma Tekniği**” Ceylan Matbaacılık Ocak Ankara 1997.
- Yunus A.ÇENGEL & M.A. BOLES “**Mühendislik Yaklaşımı ile Termodinamik**” Literatür Yayıncılık/2.Basım İstanbul, İTÜ Örnek Projeler, Eylül 1996.
- Ahmet CİHAN “**Soğutma Tekniği Dersi Notları** ” 2001
- TSE ve Türk Loydu Standartları
- Çeşitli Firma Katalogları