

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE
İKLİMLENDİRME ALANI**

MONTAJ KABİNİ HAZIRLAMA

Ankara, 2014

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

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1.SOĞUTMA DEVRE ELEMANLARI	3
1.1. Temel Kavramlar	3
1.1.1. Sıcaklık ve Isı	4
1.1.2. Sıcaklık, Basınç ve Hacim İlişkisi	6
1.1.3. Isı ve Enerji.....	7
1.2. Isı ve Transferi	9
1.2.1. İletim.....	9
1.2.3. Taşınım	10
1.2.4. Işıma	10
1.3. Soğutma Çevrimi	11
1.4. Kompresörün Görevi ve Çeşitleri	14
1.5. Evaporatörün Görevi ve Çeşitleri	16
1.6. Kondenserin Görevi ve Çeşitleri.....	18
1.7. Genleşme Elemanının Görevi ve Çeşitleri.....	18
1.8. Yardımcı Elemanının Görevi ve Çeşitleri.....	21
1.8.1 Sıvı tankı (Receiver).....	21
1.8.2. Filtre / Kurutucu (Dryer)	21
1.8.3.Gözetleme Camı	22
1.8.4 Dönüş Akümülatörü.....	22
UYGULAMA FAALİYETİ	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	28
2. SOĞUTUCU MONTAJ İSKELETİ.....	28
2.1 Soğutucularda Estetik ve Erişilebilirliğin Önemi	28
2.2 Soğutucularda Kullanılan İskelet ve Gövde Malzemeleri.....	30
2.2.1 Ahşap Malzemeler	30
2.2.2 Çelik Malzemeler	31
2.2.3 Alüminyum Malzemeler.....	32
2.2.3 Plastik Malzemeler	33
2.2.3 Cam Malzemeler.....	33
2.3. İskeleti Korozyona ve Çürümeye Karşı Koruma	34
2.4. İskeletin Perspektif Resimleri ve Ölçüleri	34
2.5. İskelet Montaj Bağlantı Elemanları	36
2.6. İskelet Montajı	37
UYGULAMA FAALİYETİ	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	42
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	43
3.SOĞUTMA UYGULAMALARINDA İZOLASYON	43
3.1 Soğutmada İzolasyonun Önemi	43
3.1 İzolasyon Malzemeleri.....	44
3.1 İzolasyon Teknikleri	47
UYGULAMA FAALİYETİ	49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	51
MODÜL DEĞERLENDİRME	52

CEVAP ANAHTARLARI.....	56
KAYNAKÇA.....	57

AÇIKLAMALAR

ALAN	Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme
DAL/MESLEK	Soğutma Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Montaj Kabini Hazırlama
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, öğrenciye mekanik soğutma sistemi hakkında bilgiler vererek soğutma devre elemanlarının görevleri ve konumlarına uygun montaj iskeleti hazırlayıp izolasyonunu yapabilecek bilgi ve beceriyi kazandıracak öğretim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Montaj kabini hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Öğrenci bu modül ile gerekli ortam ve koşul sağlandığında tekniğine uygun bir şekilde soğutucu montaj kabinini hazırlayabileceksiniz. Amaçlar <ul style="list-style-type: none">➤ Soğutma devre elemanlarını belirleyebileceksiniz.➤ Devre elemanlarına uygun montaj iskeletini oluşturabileceksiniz.➤ Soğutma kabininin izolasyonunu yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye Donanım: Ev tipi ve ticari tip soğutuculara ait malzeme katalogları, kompresör, kondenser, genleşme elemanları, evaporatör ve soğutma devresi yardımcı elemanlarına ait teknik özelliklerini gösterir föyler, hesap makinesi, yıldız-düz tornavida takımı, pense, yan keski, kargaburnu, 30x30 profil, elektrik ark kaynak makinası, poliüretan izolasyon malzemesi, duralit, maket bıçağı, şeffaf plekssiglas malzeme, alüminyum folyo bant, muhtelif saç vidaları, sarhoş teker.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Soğutma sistemleri, maddenin hal değişimleri, sıcaklık, ısı, basınç gibi teknik konularda teorik bilgi ve uygulama için yeterli seviyede el becerisi gerektiren bir daldır. Elinizdeki bu modül soğutma sistemleri dalına bir giriş niteliğinde olup mutlaka öğrenilmesi gereken bilgi konularıyla becerinizi arttıracak yöntem ve teknikleri içermektedir.

Soğutucu imalatı yapan işletmelerde, uygun soğutma yönteminin seçimi, kapasitenin belirlenmesi ve estetik konular göz önüne alınarak yapılacak planlama, imalatın ilk aşamasını oluşturur. Temel bilgileri edindikten sonra soğutma devre elemanlarının görevlerini ve sistemdeki yerlerini tespit edeceksiniz. Soğutucu iskeletini oluşturacak malzemeleri ve özelliklerini öğrendikten sonra montaj kabinini boyutlandırıp tekniğine uygun olarak birleştireceksiniz. Son olarak hazırlanan kabinin ayarlanan sıcaklık değerini uzun bir süre koruyabilmesi için kullanılan izolasyon malzemelerinin özelliklerini ve uygulama tekniklerini öğreneceksiniz.

İletişim becerilerinin baş döndüren bir hızla geliştiği günümüzde teknolojik gelişmelerde bu hıza ayak uydurmuştur. Bugünün teknolojisine sahip olmadan yarınların bilgi düzeyine ulaşmamız mümkün değildir. Öğrendiğiniz bilgi, yöntem ve teknikleri sektördeki firmalarda uygulanan yöntem ve tekniklerle karşılaştırmak mesleki gelişiminize önemli katkılar sağlayacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyetle, soğutma sistemleri konusunda genel bilgilere sahip olarak kullanılacak devre elemanlarını belirleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Isı ve Sıcaklık birbiriyle ilişkisi ve birbirinden farkı konusunda araştırma yapınız.
- Terlemek ve kolonya sürmek arasında soğutma bakımından benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Çevrenizdekilerle fikir alışverişinde bulunarak araştırınız.
- Maddenin hal değişiminde ısının rolü hakkında araştırma yapınız.
- Evinizdeki buzdolabının iç ve dış yapısını gözlemleyip sıcak ve soğuk bölgelerini tespit ediniz.

1.SOĞUTMA DEVRE ELEMANLARI

1.1. Temel Kavramlar

Soğutma, gıda maddelerimizi sağlıklı bir şekilde saklayabilmemiz için gerekli bir işlemdir. Gıda maddeleri, çevre şartlarına (sıcaklık, nem, kirlilik vb.) ve tazeliklerine göre belirli bir zaman aralığında tüketilmelidir. Aldığımız ürünleri hemen tüketme durumunda değilsek tazeliklerini bir süre daha koruyabilmeleri için soğutucularda belirli sıcaklıklarda saklamamız gerekir. Aksi halde havada ve gıda üzerinde bulunan bakteriler hızlı bir şekilde üreyerek gıda maddesinde çürüme ve bozulmalara yol açabilir. Bazı ürünlerde saklama sürelerini uzatmak için şoklama ve dondurma gibi yöntemlerde tercih edilir. Ancak bu yöntemler -18°C ve daha düşük sıcaklıklarda ürünleri dondurduğu için et ve benzeri ürünlerde uygulanır. Sebze meyve ve sıvı gıdalarda daha çok serin saklama yöntemi tercih edilir. Örneğin evinizdeki buzdolabının geniş bölmesi (2 ila 9°C arasında) içecekler, yemekler, sebze ve meyveler için en çok bir haftalık saklamaya uygunken daha küçük bir hacme sahip dondurucu bölme genellikle et ürünleri için dondurarak (-18°C ve altında) daha uzun saklama süreleri sağlar.

Asırlar boyunca insanlar değişik saklama metotları geliştirmiş ve gıdaları uzun süre muhafaza edecek sistemler ve cihazlar üzerinde çalışmışlardır. İlk zamanlar mağara veya yer altına kışın saklanan kar ve buzlardan faydalanma yüzyıllarca bilinen tek yöntem olmuştur. 1900'lerin başından itibaren bugün kullandığımız mekanik soğutma çevrimi fabrikalar, et kombinaları ve bazı büyük işletmeler tarafından kullanılmaya başlandı. Günümüzde ise buzdolabı olmayan bir ev den bahsetmek neredeyse imkânsızdır.

Soğutma sistemi denince bireysel kullanımı amaçlayan cihazların yanı sıra iklimlendirme ve klima cihazları, frigorifik araçlar, gıda ve endüstriyel ürünlerin üretim ve stoklanmasında ayrıca tıp alanında ihtiyaç duyulan özel ortamların soğutulması akla gelmelidir. Günümüzde küresel ısınmanın ve iklim değişikliklerinin etkisiyle eskiden lüks olarak görülen klima ve iklimlendirme cihazları artık ihtiyaç listesinde kendisine yer bulmaktadır. Tüm bu gelişmeler göstermiştir ki zamanla soğutma sistemlerinin şekli ve işleyişi değişse de bu alanda yetişmiş insan gücüne duyulacak ihtiyaç sürekli artacaktır.

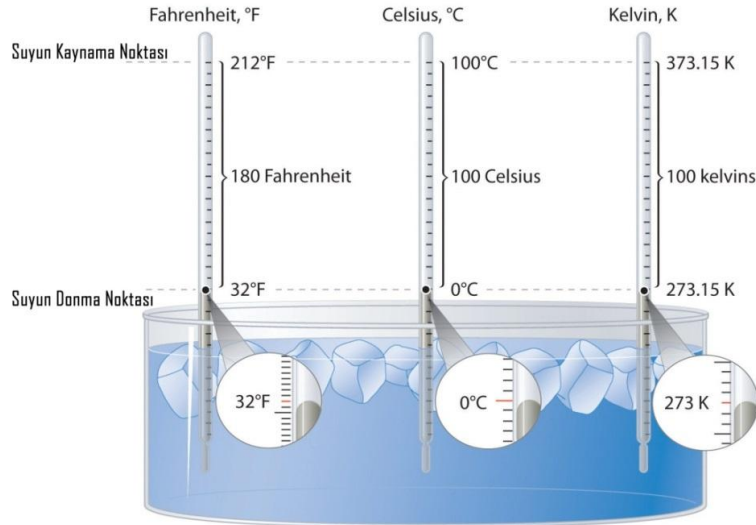
1.1.1. Sıcaklık ve Isı

Sıcaklık bir maddenin enerji seviyesini gösteren ölçülebilen bir niteliktir. Sıcaklık bir enerji değildir ancak ısı, enerjinin gözlenebilen bir etkisidir. Sıcaklığın değerinin bir madde için az veya çok olması o maddede ısı yoğunluğunun azaldığı veya çoğaldığının göstergesidir ancak bir maddenin sıcaklığı, madde içerisinde bulunan enerji (ısı) miktarını belirlemek için yeterli değildir. Bir örnekle açıklamaya çalışalım, bir bardak 80 °C su ile yaklaşık 400.000 bardağa eşdeğer bir yüzme havuzundaki 20 °C sıcaklıktaki su birbiriyle karşılaştırılacak olursa havuzdaki suda çok daha fazla ısı olduğu açıktır. Başka bir yönden düşünersek havuzdaki suyu ısıtmak için çok fazla enerjiye (ısı) ihtiyacımız vardır.

Sıcaklık ölçümü yapmak için çok çeşitli aletler kullanılmakla birlikte en bilinen alet termometredir. Sıcaklık derecesini ifade etmek için en yaygın olarak kullanılan iki birim mevcuttur;

Bunlardan Celsius ; “selsiyus” veya “santigrat” diye okunur. Örnek olarak “20 °C” ifadesi “20 derece selsiyus” veya “20 derece santigrat” olarak okunmalıdır. Selsiyus birimine göre suyun donma sıcaklığı 0 °C kaynama sıcaklığı ise 100 °C dir.

Fahrenheit (“fahrenheit” diye okunur) daha çok İngilizce konuşulan ülkelerde (Amerika, İngiltere, İrlanda ...) kullanılır. Fahrenheit birimine göre ise su 32 °F da donarken 212 °F da kaynar. Aşağıdaki şekilde görülen termometreler farkı daha açık ortaya koymaktadır.



Şekil1.1: Sıcaklık Birimleri

Şekilde sağ tarafta görülen bir birim daha vardır ki hesaplamalarda mutlak 0 °K noktasını başlangıç referansı olarak alan bir sıcaklık birimidir. Evrende maddenin en düşük bulunabileceği sıcaklık 0 °K yani -273 °C olarak kabul edilir.

İthal cihazların üzerindeki kataloqlarda ve seçim tablolarında fahrenheit birimlerine rastlarsak veya kendi sıcaklık bilgilerimizi bu tablolarda bulmak istersek birim dönüşümü yapmalıyız.

Sıcaklık birimlerini birbirine dönüştürmek için;

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32 \quad \text{ve} \quad ^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8 \quad \text{formülleri kullanılabilir.}$$

Isı, sıcaklık farkı yada (taşıyıcı bir vasıta yoluyla) basınç farkıyla iletilen bir enerji şeklidir. Isı az veya çok her yerde vardır ve diğer enerji türlerine dönüşebilir. Diğer enerji türleri de ısıya dönüşebilir. Isı enerjisinin yer değiştirmesi ancak sıcaklık farkıyla mümkündür. Isı her zaman daha fazla bulunduğu sıcak ortamdaki soğuk ortama doğru hareket eder. Sıcaklıkta olduğu gibi ısının da miktarını belirten birimler mevcuttur;

1 Kcal (“kilo kalori” olarak okunur) : Normal şartlarda bir kilogram suyun sıcaklığını 1 °C arttırmak için gereken ısı enerjisi miktarıdır. Bu tanıma göre 2 Kcal, bir kilogram suyun sıcaklığını 2 °C artırır ya da iki kilogram suyun sıcaklığını 1 °C artırır.

1 BTU: Normal şartlar altında bir libre (yaklaşık 450 gr) suyun sıcaklığını 1 °F arttırmak için gereken ısı miktarıdır. Fahrenheit sıcaklık birimi kullanan ülkelerde ısı birimi olarak BTU kullanılır. Ülkemizde klima sektöründe halen BTU birimi daha çok kullanılmaktadır.

Birim dönüşümü yapılması gereken durumlarda aşağıdaki formülden yararlanılabilir;
1 BTU = 0.252 Kcal (Pratik hesaplarda 4BTU= 1Kcal olarak kabul edilebilir.)

1.1.2. Sıcaklık, Basınç ve Hacim İlişkisi

Basınç, birim yüzeye etki eden kuvvet olarak tanımlanabilir. Sıvı ve gazlar buldukları kabın duvarlarına dik yönde bir kuvvet uygular. Katı ve sıvıların miktarını açıklarken ağırlıkları yeterli olurken gazların miktarını açıklarken basıncın dikkate alınması gerekir. Soğutma sektöründe en çok kullanılan basınç birimleri bar ve psi'dir.

$$1 \text{ bar} = 14.5 \text{ psi}$$

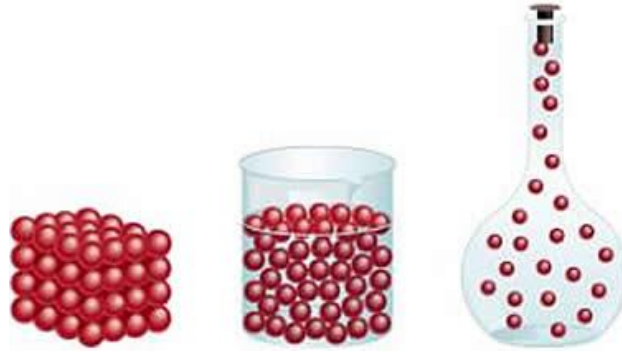
Basınç, manometre yardımıyla ölçülür, manometrenin ölçtüğü basınç efektifir. Ölçülen basınç değerinde yaklaşık bir bar atmosfer basıncında ölçülmüştür. Atmosfer basıncı üzerimizdeki hava katmanının basıncı olduğundan deniz seviyesinde en yüksek değerindedir. Deneysel çalışmalarda ve hassas uygulamalarda rakım farkından doğan hataları engellemek için manometrenin ölçtüğü basınçtan atmosfer basıncı çıkarılarak "mutlak basınç" değeri kullanılır.

Tüm bilinen maddeler üç fiziksel halden birinde bulunurlar. Tüm maddeler atomların bileşikleri olan moleküllerden meydana gelmiştir. Moleküller arası bağlar madde içerisindeki enerji miktarına göre değişir ve maddenin hangi halde görüldüğünü belirler.

Katı madde belirli bir şekle sahiptir ve iç enerjisi düşüktür. Yoğunluğu yeterli olan katılar ölçülerini ve ağırlıklarını korurlar. Sıvı hale geçme seviyesine kadar ısıtılmazsa sıcaklık artışı, basıncı ve hacmi değiştirmez.

Sıvı madde; yeterli yoğunlukta ise niceliklerini ve ağırlıklarını korurlar ancak şekilleri buldukları kaba bağlıdır. Su gibi düşük yoğunluktaki sıvılar zamanla gaz haline geçip kayba uğrayarak miktar ve ağırlıklarını yitirirler.

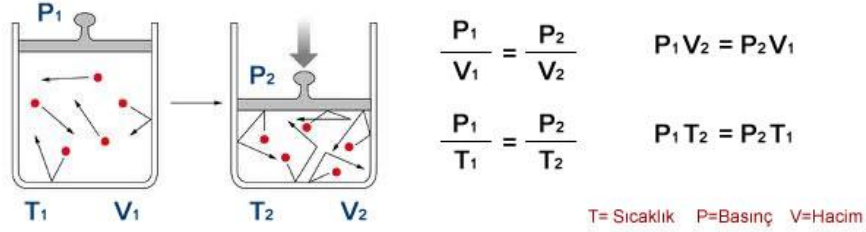
Gaz madde; moleküler hareketin fazla olmasından dolayı bir kap içerisinde bulunmuyorsa boyutlarını ve yoğunluğunu koruyamaz bulunduğu hacimde dağılır.



Şekil1.2:Maddenin Hâlleri

Kinetik moleküler teoriye göre gazların basıncı, artan moleküler hareketin sonucunda bu moleküllerin birbirine ve bulunduğu kabın duvarlarına çarpması sonucunda oluşur. Kinetik moleküler teorinin varsayımlarına ve açıkladığı kurallara uyan gazlara "ideal gaz" denir.

Gazlar sabit hacimde ısıtıldıklarında artan iç enerjileri sebebiyle moleküler hareket hızlanır ve daha çok çarpma daha çok basınç meydana getirir. Gazların hiç ısı alışverişi yapmadan sıkıştırılması (hacminin daraltılması) basıncın artmasına sebep olur. İlk durumdaki basınç (P1) ve hacmin (V1) oranı ikinci durumdaki basınç (P2) ve hacmin (V2) oranına eşittir (Boyle yasası). Aynı zamanda bu hacim değişimi sıcaklığı da etkiler sıkışan gazın hacmi daralırken sıcaklığı artar.



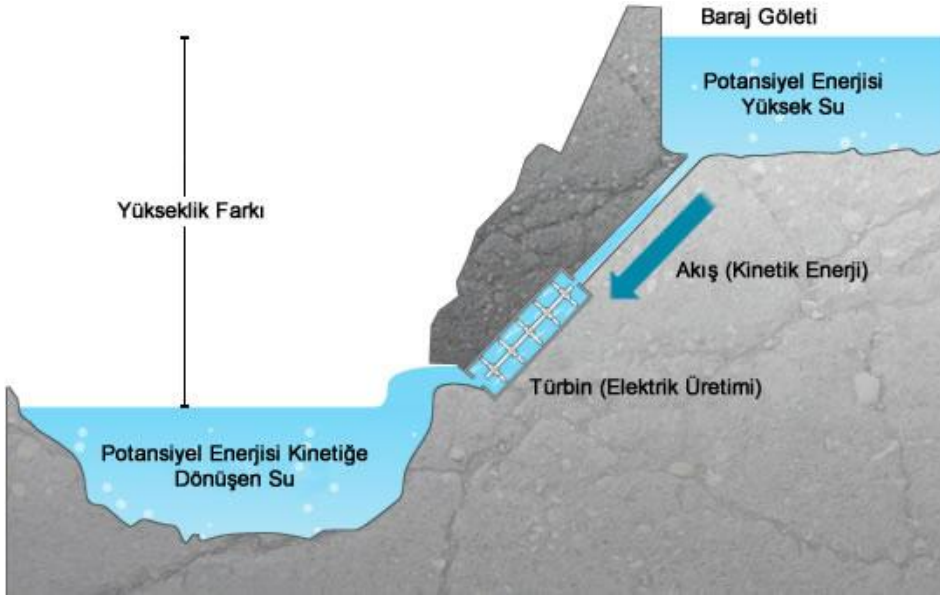
Şekil1.3: Sıcaklık, Basınç ve Hacim İlişkisi

Şekil 1.3 de gösterilen sıcaklık, basınç ve hacim ilişkisi gazların ilk durumlarından değişiklik sonrası durumlarını tahmin etmekte faydalanılabilir. İdeal gazların hacimleri daraltıldığında eğer ısı alışverişi engellenmiş ise basıncı ve sıcaklığı artar. Gazların bu davranışı soğutma sisteminin çalışmasını açıklamak için çok önemlidir.

Soğutma sisteminde gazlar kompresör vasıtasıyla sıkıştırılarak (hacmi daraltılarak) sıcaklığının ve basıncının artması sağlanır. Soğutucu gaz sıcaklığı ortam (oda) sıcaklığı üzerine çıktığında soğutma sistemi içerisindeki gaz, enerjisini ısı olarak dışarıya doğru atar. Kompresörün emiş yaptığı tarafta ise hacim artışı meydana geldiğinden basınç ve sıcaklık azalır. Soğutucu gaz sıcaklığı ortam (soğutucu bölme) sıcaklığının altına indiğinde ortamdaki soğutucu gaza doğru ısı akışı meydana gelir. Gazların bu tepkileri soğutma sisteminin çalışmasının anlaşılması için önemlidir.

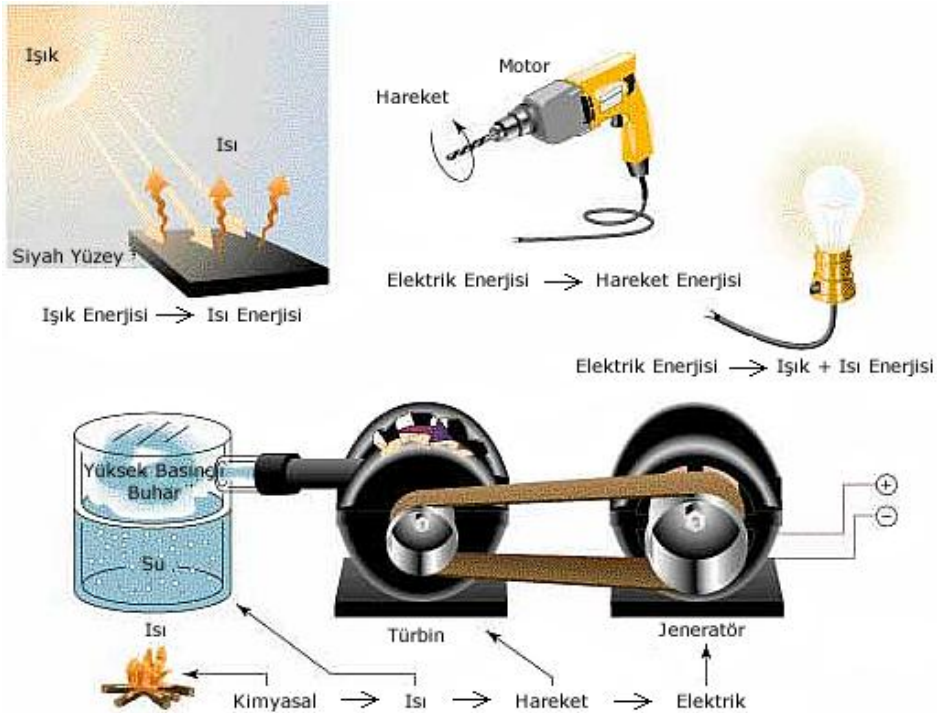
1.1.3. Isı ve Enerji

Enerji, bir etki oluşturma veya iş yapabilme yeteneğidir. İş yapabilecek yeterlilikte olan her cismin bir enerjisi vardır. Enerji yok edilemez birbirine dönüşür. Enerji potansiyel (durum enerjisi) ve kinetik enerji (dönüşüm halindeki) enerji olmak üzere ikiye ayrılır. Örnek olarak barajda bulunan su durgun haldeyken potansiyel enerjiye sahiptir (konumu türbinden daha yüksekte olduğu için). Vana açılıp baraj seviyesi altındaki türbine doğru hareket ettiğinde potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Hızla türbin kanatlarına çarpan su, türbini ve türbine bağlı jeneratörü döndürür böylece elektrik enerjisi elde edilir.



Şekil1.4: Potansiyel-Kinetik enerji dönüşümü

Enerji kullanım türüne göre farklı şekillerde karşımıza çıkar. Kimyasal enerji, elektrik enerjisi, mekanik enerji, ısı ve ışık enerjisi olmak üzere farklı enerji türleri birbiri arasında dönüşüm yapabilir. Şekil 1.5 de bu dönüşüm görülüyor.



Şekil1.5: Enerji Türlerinin Dönüşümü

Isı enerjisi bu enerji türlerinin dönüşümlerinde az veya çok açığa çıkmaktadır. Örneğin matkabın belirli bir süre çalışması motor ve dişlilerde sürtünme sonucu ısı açığa çıkarır. Yine aydınlatma elemanları az veya çok ısı açığa çıkarır ki bu ısı dönüşümü çoğu zaman istenmeyen bir durumdur.

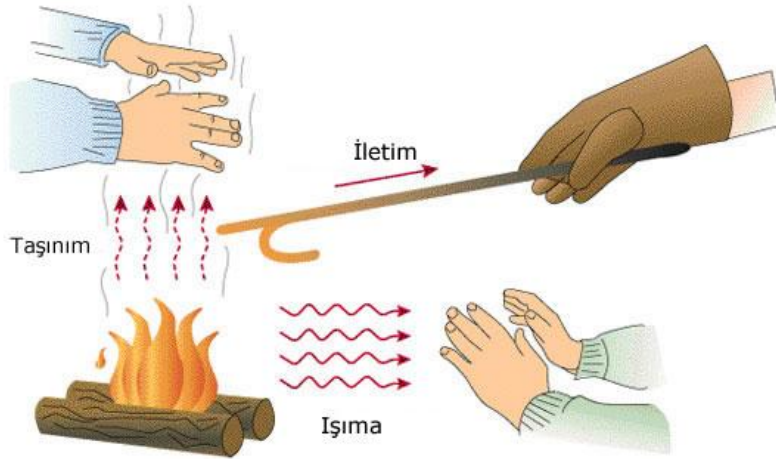
Isı her zaman sıcak ortamdan soğuk ortama doğru hareket eder. İzolasyon amacıyla kullanılan köpüklerden astronot kıyafetlerine kadar bu alanda yapılmış çalışmaların hiç biri tamamen ısıl hareketi durduramamıştır. İzolasyon ısıl hareketi yavaşlatabilir ve miktarını azaltabilir ancak tamamen engelleyemez. Isının potansiyel enerji olarak bulunması (depolanması)kimyasal olarak mümkündür.

1.2. Isı ve Transferi

Isı Enerjisini yönlendirmek ve istediğimiz bölgeleri soğuk halde tutabilmek için ısı transferinin hangi yollarla gerçekleştiğini çok iyi anlamamız gerekmektedir. Soğutma sistem tasarımında ısı transfer şekillerinin dikkate alınması malzeme seçiminin ve yalıtımın daha iyi yapılmasını sağlar.

1.2.1. İletim

İletim, maddenin sıkıca birbirine kenetlenmiş molekülleri arasındaki veya birbirine değen ya da çok sıkı temasta olan maddeler arasındaki ısı transferi olarak tanımlanır. Bir ucu ateşe tutulan metal çubuğun uzunluğu boyunca sıcaklık dengesi oluncaya kadar iletimle ısı transferi gerçekleşir.



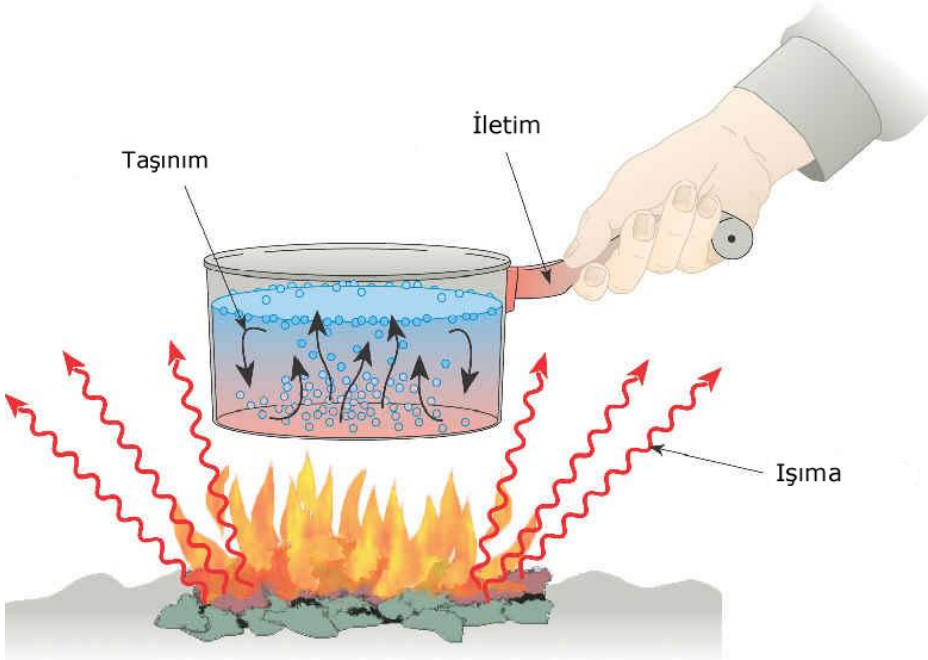
Şekil1.6: Isı Transferi Şekilleri

Gümüş, çelik, bakır ve alüminyum gibi metal malzemeler ısıyı çok hızlı iletirlerken, cam, tahta ve diğer inşa malzemeleri ise ısıyı çok daha yavaş iletirler, bu nedenle yalıtkan olarak kullanılırlar. Soğutma sistemlerinde ısı transferinin hızlı olması istenen evaporatör ve kondenserlerde bakır ve alüminyum tercih edilmektedir. Isının malzeme üzerinden iletme oranı, malzeme kalınlığı, kesit alanı, malzemenin iki tarafı arasındaki sıcaklık farkı, malzemenin ısıl iletkenliği ve ısının akış süresine bağlıdır.

1.2.3. Taşınım

Taşınım, sıvı ve gazlarda ısıtılmış malzemenin moleküler hareketiyle meydana gelir. Bir malzeme ısıtmaya başladığı zaman, içinde konveksiyon akımları harekete geçer ve daha sıcak olan kısımları yükselir çünkü bir madde ısıtıldığında hacmi genişler ve yoğunluğu azalır. Örneğin bir kaptaki ısıtılan suyun sıcak kısımları üst bölgede soğuk olan kısımları alt bölgede toplanır. Su içerisinde bu yer değiştirme bir akıma sebep olur ve sıcaklık bütün kap içerisinde aynı oluncaya kadar taşınım devam eder. Bir oda penceresini açtığımızda önce ayaklarımız soğukluğu hisseder bunun sebebi sıcak havanın üstte soğuk havanın altta yer almasıdır. Ayrıca odada ısınan hava yukarıya doğru çıktığından bir hava akımı oluşur.

Soğutucuların içinde bulunan fanlar içerideki soğuk ve sıcak havanın yer değiştirmesini kolaylaştırarak taşınım yoluyla ısı transferi oluşturur. Klima ve fanlı ısıtıcılarda benzer şekilde taşınım yoluyla ısı transferi oluştururlar.



Şekil1.7: Isı Transferi Şekilleri

1.2.4. Işıma

Isı transferinin üçüncü bir yolu, ısı yada ses dalgalarına benzer dalgalar olan radyasyondur. Güneş ışınları yeryüzünü, radyant ısı dalgaları vasıtasıyla ısıtırlar. Işıma ısıyı koyu renkli ve parlak olmayan yüzeyler tarafından kolayca emilir. Yaz aylarında açık renkli giysiler giymenin, otomobil camlarına yansıtıcı koymanın sebebi ışıma ile ısı transferidir. Soğutucuların dış yüzeylerinin parlak ve açık renk yapılması ışıma yoluyla ısınmayı engellemek içindir.

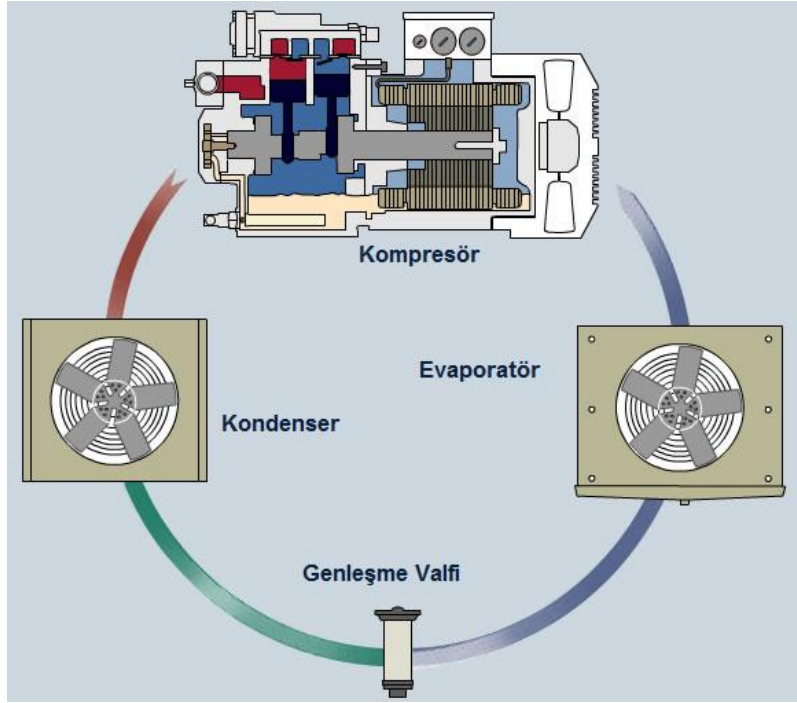


Resim1.1: Işıma ile Isı Transferi

Işıma ısısı bir cisim veya madde tarafından soğurulduğunda, duyulur ısıya dönüştürülür ki bu da hissedilebilir ya da ölçülebilir. Her madde diğer maddelerle arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak, ışıma enerjisini belirli bir oranda soğurur. Aynı zamanda her madde sıcaklığına göre ışıma şeklinde ısıyayar ancak bu ışıma hissedilebilir derecede olmayabilir. Örnek olarak termal kamera adı verilen cihazlar sıcak cisimlerin yaydığı ışıma ısını görüntüleyerek sıcaklığı hakkında bilgi verebilir.

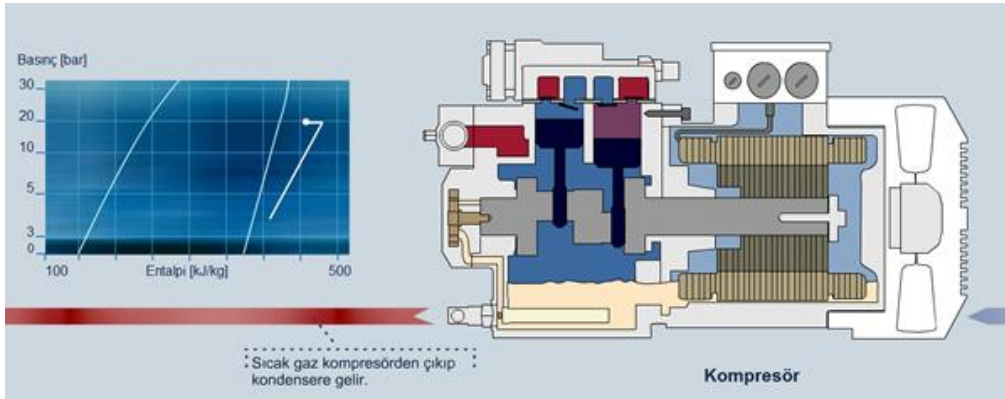
1.3. Soğutma Çevrimi

Soğutma sistemleri, maddelerin sıcaklığını bulunduğu ortam sıcaklığının altına indirmeyi amaçlayan çeşitli elemanlardan bir araya gelen makinelerdir. Soğutma sistemlerinin birçok çeşidi olmakla birlikte günümüzde yaygın olan yöntem “mekanik soğutma çevrimi” veya “mekanik sıkıştırımlı soğutma çevrimi” olarak bilinir. Mekanik soğutma sistemi, kompresör, sıvılaştırıcı (kondenser), genişleme valfi (expansionvalve), buharlaştırıcı (evaporator) ve yardımcı elemanlardan oluşan, soğutucu gazın sistem içerisinde hal değişimi yaparak ısı alıp vermesini sağlayan bir kapalı çevrimdir. Çevrimde soğutucu (ısı taşıyıcı) olarak çok düşük sıcaklıklarda kaynayıp buharlaşabilen soğutma sistemleri için özel olarak üretilmiş soğutucu gazlar kullanılmaktadır. Örnekleme açısından soğutucu gazın, çakmak gazı veya deodorant gibi oda sıcaklığında gaz halinde olan ancak sıkıştırıldığında sıvılaşabilen bir madde olduğu düşünülebilir.



Şekil 1.8: Mekanik Soğutma Çevrimi

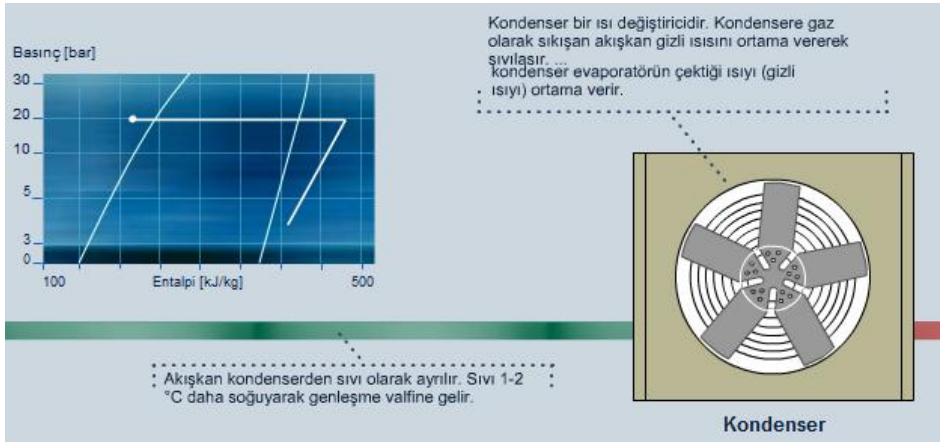
Şekil 1.8 de görülen mekanik soğutma sisteminde kompresör sistemdeki gazı evaporatör (buharlaştırıcı) tarafından emerek kondenser (sıvılaştırıcı) tarafına doğru basar. Şekillerde kırmızı renkle gösterilen bölümler yüksek basıncı temsil eder. Genleşme valfi, gaz geçişini zorlaştıran kılcal boru şeklinde veya akış miktarı ayarlanabilen bir valf olabilir.



Şekil 1.9: Mekanik Soğutma Çevriminde Kompresör

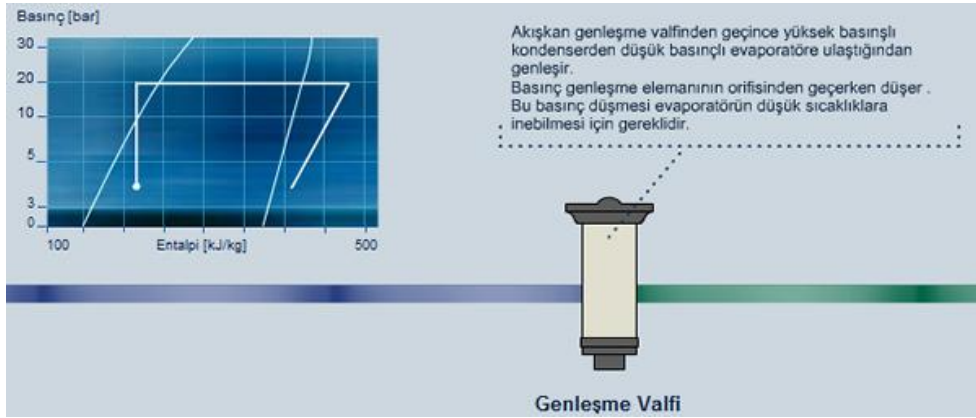
Şekil 1.9 da görülen basınç (logaritmik) entalpi diyagramında entalpi, soğutucu gaz içerisinde bulunan enerjiyi temsil eder. Diyagramda beyaz çizgi ile gösterilen bölümde kompresörün basıncı arttırdığı açıkça görülmektedir.

Kompresör, emiş tarafından topladığı gazı, genişleme valfi tarafından geçiş zorlaştırıldığı için kondenser tarafında sıkıştırmış olur. Hacim olarak daralan gazın daha önce açıklandığı üzere moleküler hareketleri sıklaşır ve basıncıyla birlikte sıcaklığı da artar. Sıkışan gazın sıcaklığı ortam sıcaklığı üzerine çıktığında kondenser kısmından çevreye ısı yayılmaya başlar. Hal değişimi için kullanılan bu ısıya “gizli ısı” denir. Ortama yayılan ısı gazın iç (moleküler) enerjisi olduğundan gaz halinden daha hareketsiz bir seviye olan sıvı hale dönüşüm başlar ve kondenser ısı atma görevini yapar. Kondenserin daha çabuk ısı atması yani sıvılaştırma yapması için fan kullanılarak hava hızı artırılır.



Şekil 1.10: Mekanik Soğutma Çevriminde Kondenser

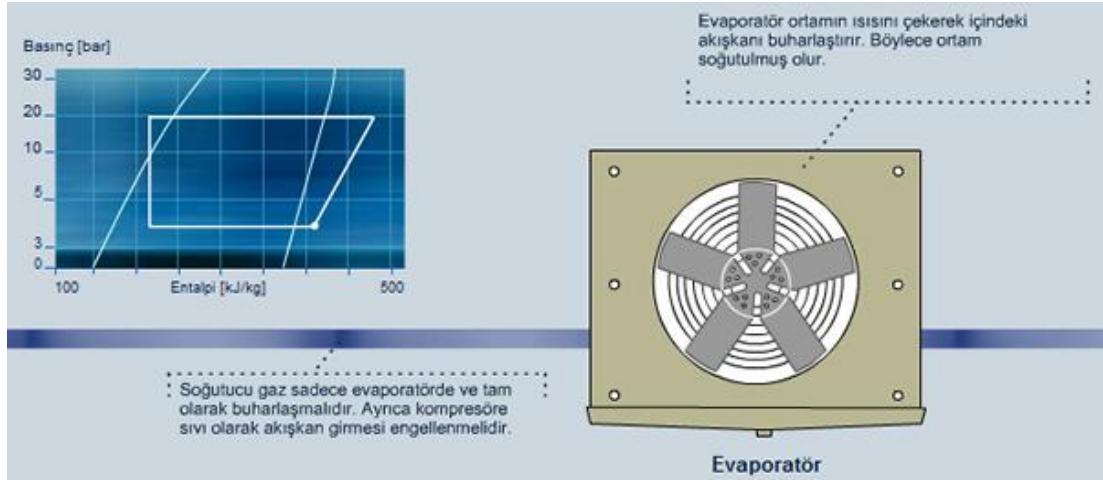
Genleşme valfinin tek görevi gazın sıkışmasını sağlamaktır. Herhangi bir ısı alışverişi yapmaz sıvı oluşumunu tamamlayan gazın evaporatöre geçişini sağlar.(Şekil 1.11)



Şekil 1.11: Mekanik Soğutma Çevriminde Genleşme Valfi

Evaporatör, kompresör tarafından sürekli gaz çekildiği için düşük basınçta. Genleşme valfinden gelen sıvı haldeki soğutucu akışkan bu düşük basınçla karşılaştığında hemen buhar haline geçmeye başlar. Bir oda spreyini sıktığınızda yarı sıvı yarı gaz halindeki püskürme olayına benzer bir akış meydana gelir. Hacmi genişleyen ve tekrar gaz haline geçmeye başlayan soğutucu akışkan çevreden ısı çekerek ortamın soğutulmasını sağlar.

Soğutucu gaz kondenserde sıvılaştırırken verdiği gizli ısıyı bir anlamda tekrar kazanarak daha aktif olan gaz fazına geçmiştir. Tamamen gaz haline gelen soğutucu akışkan, sıcaklığını çok az arttırarak kompresöre döner. Bu çevrim defalarca tekrar eder ve bir ortamı soğuturken çektiği ısıyı kondenserin bulunduğu ortama vererek diğer ortamı bir anlamda ısıtmış olur.



Şekil 12: Mekanik Soğutma Çevriminde Evaporatör

Soğutma sisteminin bulunduğu cihaz ne olursa olsun (buzdolabı, su sebili, klima, araç kliması, şerbetlik...) bu döngünün çalışması gerekir. Makinanın şekli, kullanılan elemanların ebatları ve çeşitlerinin farklılığı çevrimin temel ilkesine olan bağlılığı değiştirmez.

1.4. Kompresörün Görevi ve Çeşitleri

Kompresör soğutma sisteminin kalbidir. Çevrimde iki ana fonksiyonu olan bu eleman çeşitli tip ve çalışma şekilleriyle imal edilirler. Mekanik soğutma çevriminde kompresörün görevleri;

- Düşük basınç ve sıcaklıktaki, Soğutucu buharı evaporatörden emmek veya çekmek,
- Yüksek basınç ve sıcaklıktaki Soğutucu buharı sıkıştırır, böylece buhar, kondenserde ısı bırakır.

Kompresörler, genellikle beş ana tipte sınıflanır: Pistonlu, Döner (Rotary), Sarmal (Scroll), Vidalı ve Santrifüj kompresörler.

Pistonlu tip kompresörler açık, yarı hermetik ve hermetik tip olmak üzere üç ana grupta toplanabilir. Hermetik, kompresör içindeki parçaların dışardan müdahale edilmeyecek şekilde kapalı olması anlamına gelir. Hermetik pistonlu kompresörler genellikle buzdolabı, su sebili, şerbetlik gibi küçük ve orta büyüklükte soğutma sistemleri için uygundur. Yarı hermetik pistonlu kompresörler istenirse vidalı bağlantıları sökülerek tamir edilebilir. Soğuk oda ve benzeri büyük kapasiteli işlerde tercih edilirler. Açık tip kompresörler ise elektrik motorunu üzerinde bulandırmayan kayış kasnak bağlantısıyla güç alan kompresörlerdir. Günümüzde demode olmuş, eski sistemlerde görülebilen ancak yeni sistemlerde kullanılmayan bir pistonlu kompresör türüdür.



Açık Tip Pistonlu Komp.



Yarı Hermetik Tip Pistonlu Komp.



Hermetik Tip Pistonlu Komp.

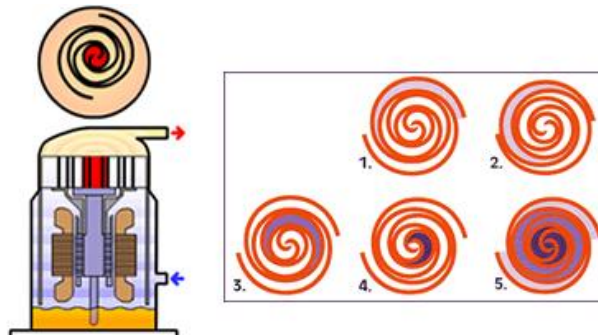
Resim1.2:Pistonlu Kompresörler

Döner (Rotary) tip kompresörler genellikle klima cihazlarında tercih edilir. Paletli ve eksenden kaçık mil-yatak şeklinde imal edilebilirler. İmalat tiplerine göre çok fazla çeşit olmakla birlikte temel tasarımda, eksende dönen milin ucunda eksenden kaçık bir şekilde dönen parçayla gövde arasında gazın sıkıştırılması şeklinde çalışır.



Resim1.3: Döner (Rotary) Kompresörler

Piyasada “scroll” olarak bilinen sarmal tip kompresörler klimalarda daha sık kullanılmaktadır. Her biri spiral (scroll) şeklinde olan iki metal levhadan oluşur. Levhannın biri sabit diğeri ise dönme hareketi yapar. İki spiral alın altına dönerken buhar spiralin merkezine doğru sıkıştırılır.



Şekil1.13: Sarmal (Scroll) Kompresörler

Vidalı kompresörler daha çok büyük sistemlerde yüksek soğutma gücü gerektiren uygulamalarda kullanılır. Ev tipi uygulamalarda ve klimalarda kullanılmazlar. Vidalı kompresörler bir yuva içine yerleştirilmiş birbirine uyan iki dişli rotordan oluşur. Elektrik motorunun çevirdiği erkek rotor genellikle 4, dişi rotor ise 6 kanaldan oluşur. Rotorlar dönerken, soğutucu akışkan gaz, rotorlar arasına alınır. Kompresör çalışmaya devam ettikçe gaz rotorlar arasındaki hücrede çıkış ağzına doğru yol alır ve sıkıştırılır



Resim1.4: Vidalı Kompresörler

Santrifüj kompresörlerin sıkıştırma prensibi, önceki kompresörlerden farklı olup rotor (çark) kanatlarının soğutucu akışkan buharına çarpması ile gerçekleşir. Rotor göbeğinden emilen buhar, kanatların kinetik enerjisi ile sınırlanan dış hacme püskürtülür. Püskürtülen buhar basma hattında yüksek basınç oluşturur. Bu kompresörlerde basma hattı kararlı bir basınca sahiptir. Fakat sıkıştırma oranı çok düşük olduğundan kademelendirme yapılıır. Endüstriyel sistemlerde tercih edilir. Küçük soğutma sistemlerinde uygulama alanı yoktur.



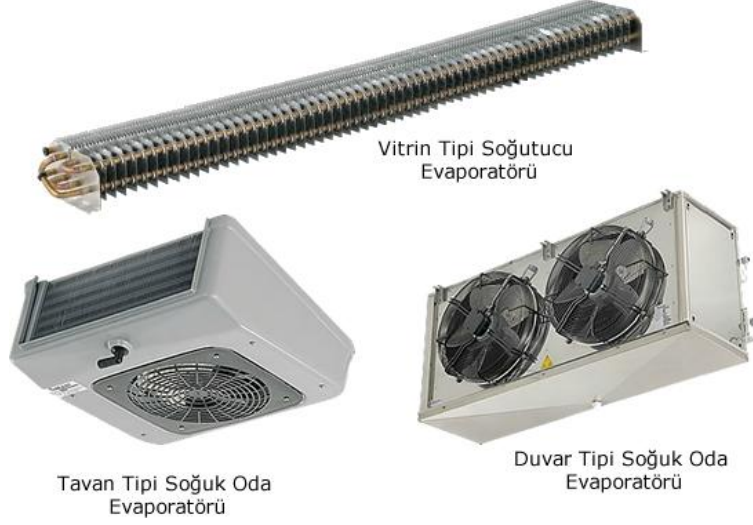
Resim1.5: Santrifüj Kompresörler

1.5. Evaporatörün Görevi ve Çeşitleri

Evaporatör, soğutma sisteminde ısının ortamdan veya soğutulacak maddeden çekildiği bölümdür. İmalatçılar kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için birçok çeşitte evaporatörler tasarlamış ve kullanmışlardır.

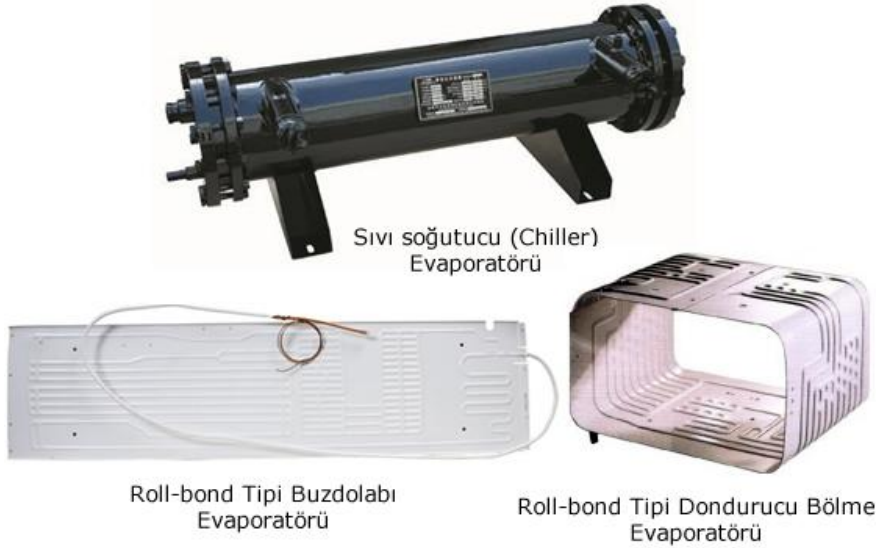
Evaporatör genellikle soğutulacak ortamda ve doğal olarak sağlık için önemli olan gıda maddeleriyle doğrudan veya dolaylı yünden temas eder şekilde bulunduğundan alüminyum ve bakır malzemeden yapılırlar. Alüminyum daha çok kullanılmaktadır.

Soğutucu cihazların şekil ve görevlerine göre plakalı (kanatçıklı), çıplak borulu ve serpantin tipinde imal edilebilirler.



Resim1.6:Hava Soğutmalı Evaporatörler

Vitrin tipi buzdolapları, soğuk oda, klimalar ve frigorifik araç klimalarında boru-kanat tipi evaporatörler kullanılır. Ev tipi soğutucular da genellikle “roll-bond” olarak adlandırılan plaka şeklinde evaporatörler kullanılmaktadır. Tek veya çift kapılı buzdolabında dondurucu bölmede ve soğutucu bölüm duvarında bu plaka evaporatörler kullanılır.



Resim1.7:Evaporatörler

Yine piyasada “chiller” (çiller diye okunur) olarak adlandırılan sıvı soğutan sistemlerde evaporatörler soğutucu akışkanı ve soğutulacak sıvıyı birbirine karıştırmadan ısı transferi sağlamaktadır. Su sebilleri ve şerbetliklerde doğrudan temaslı çıplak boru tipi evaporatörler de bulunmaktadır.

Evaporatörlerin şekil ve çalışmalarının yanında 5 °C ve altında soğutma yapan sistemlerde havadaki nemin sebep olduğu yüzeyde karlanma ve buzlanmanın giderilmesi (defrost) bakımından da farklı özellikleri bulunabilir.

1.6. Kondenserin Görevi ve Çeşitleri

Kondenser, soğutma sisteminde ısı çeken evaporatörün ve kompresörün soğutucu akışkana aktardığı ısının soğutulacak ortam dışına atılmasını sağlayan elemandır. Kondenserler sadece çekilen ısıyı değil kompresörün yüklediği ısıyı da atması gerektiği için evaporatörlerden yaklaşık %20 oranında daha büyük kapasitede seçilirler. Ev tipi soğutucularda ve özellikle tek kapılı buzdolaplarında telli borulu tip kondenserler tercih edilirken günümüzde boru kanat tipi hava soğutmalı kondensere dönüşüm başlamıştır. Hava soğutmalı kondenserler genellikle dış ortamlarda bulunduğu için daha dayanıklı malzemeden yapılırlar ve kirlenmeye karşı periyodik olarak bakım yapılması gereken cihazlardır. Hava soğutmalı kondenserlerin bir fan vasıtasıyla daha kolay ısı atması sağlanır. Su soğutmalı kondenserler hava soğutmalı kondensere göre daha verimli çalışmalarına rağmen sürekli sağlanması gereken soğuk su ihtiyacının karşılanması ve korozyonun sebep olduğu arızalar nedeniyle günümüzde tercih edilmemektedir.



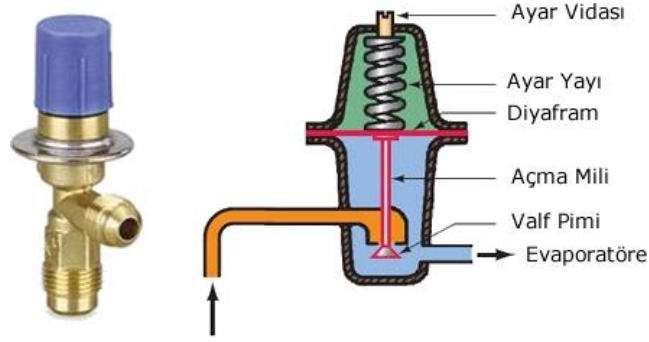
Resim1.8:Kondenserler

1.7. Genleşme Elemanının Görevi ve Çeşitleri

Genleşme elemanının soğutma sistemindeki temel görevi gaz geçişini zorlaştırmak (basıncını düşürmek) ve kondenser tarafında yüksek basınç, evaporatör tarafında alçak basınç oluşmasını sağlamaktır.

Soğutma sistemlerinin ilk uygulamaları olan yüksek kapasiteli endüstriyel tip soğutucu cihazlarda genişleme elemanı yerine açma kapama yapabilen normal bir vana kullanılmıştır. Soğutma yüklerinin değişkenliği ve vanayı ayarlamamanın tecrübe yanında sistemi sürekli takip etmeyi gerektirmesi sebebiyle daha pratik ve soğutma sistemine özel ekipmanlar tasarlanmıştır.

Otomatik genişleme valfleri basınç ayarı bir vida ile yapılabilen günümüzde kullandığımız basınç regülatörleriyle aynı çalışma şekline sahip bir cihazdır. Otomatik kumanda uygulamalarında kullanılmadığı için günümüzde tercih edilmemektedir.



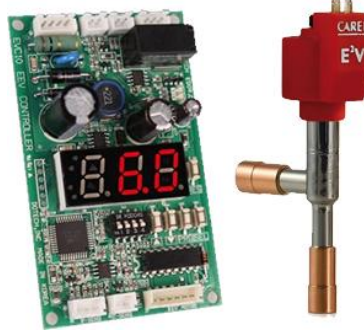
Şekil1.14: Otomatik Genleşme Valfi

Otomatik genişleme valfinin elle kumanda edilme zorunluluğu nedeniyle evaporatör soğutma yüküne (çıkış sıcaklığına) duyarlı bir genişleme valfi tasarlanmış ve adına Termostatik Genleşme Valfi veya kısaca TGV denmiştir. TGV, içerisinde ısı değişimlerle basınç oluşturup gaz yolunu açıp kısılabilen bir duyargaya sahip kontrol cihazıdır. İçten dengeli TGV sadece duyarga basıncıyla hareket ederken dıştan dengeli TGV de ayrıca evaporatör çıkışından gaz bağlantısı yapabilecek bir uç daha bulunur. TGV, sistem kapasitesi değişken olan soğuk depo, frigorifik araç kliması ve merkezi soğutma sistemlerinde sıkça kullanılır.



Resim1.9:Termostatik Genleşme Valfi (TGV)

Günümüzde elektronik ve otomasyon teknolojilerinin gelişimiyle soğutma sistemleri de internet ve diğer elektronik ortamlardan kontrol sağlayabilecek parçalarla donatılmıştır. TGV elektronik kontrole uygun olmadığından son yıllarda yerini elektronik genişleme valflerine (EGV) bırakmaya başlamıştır. EGV, bir adım motoru (step motor) vasıtasıyla açma kapama yapan ve sadece elektronik çiplerin kumanda edebileceği yapıdadır. Tipik bir EGV, 500 adımda açma kapama yapabilir ve her bir adım programlanabilir. Bu özellik çok hassas ayarlama yapma imkânı sağlar. EGV kullanmaya karar verildiğinde kontrol cihazı da satın alınmalı veya kontrol kartından desteklenen modeller tercih edilmelidir.



Resim1.10: Elektronik Genleşme Valfi (EGV)

Kılcal boru, genişleme valfleri arasında en basit ve ucuz olanıdır. Kılcal boru çapı 0.8mm ile 2mm arasında değişen, boyu, sarım sayısı ve sarım çapı soğutma sisteminin kapasitesi ve çalışma sıcaklıklarına göre hesaplanan bir bakır borudan ibarettir.



Resim1.11: Kılcal Boru

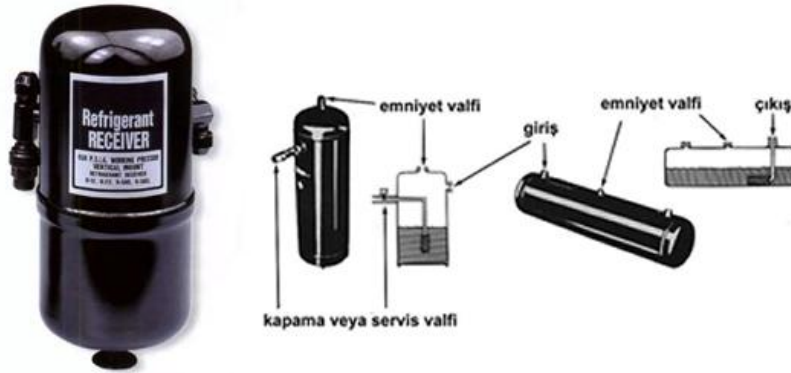
Çapları çok küçük olduğundan kesilmesi ve montajı için özel dikkat gösterilmelidir. Soğutma sistemi belirli sıcaklık değerleri arasında çalışacak ve aç-kapa kontrollü olucaksa küçük sistemlerde kılcal boru tercih edilmelidir. Örneğin ev tipi buzdolabı genelde 2-9 °C soğutma sıcaklığında çalışır. Buzdolabı bu sıcaklık değerleri arasında kalabilmek için çok sık durur ve çalışır. Kılcal borunun en belirgin özelliği emme ve basma hattı basınç değerlerini çok çabuk dengelemesidir. Kılcal boru kullanılırsa kompresör motoru, tekrar çalıştığında karşı basıncı yenmek zorunda kalmaz. Ancak büyük sistemlerde kapasite değişimlerine cevap vermediği yani her durumda aynı gaz akışını sağladığı için kılcal boru tercih edilmez.

1.8. Yardımcı Elemanının Görevi ve Çeşitleri

Soğutma sisteminin 4 ana unsuru (kompresör, kondenser, evaporatör ve genişleme elemanı) dışındaki elemanların her biri yardımcı elemandır. Yardımcı elemanlar soğutma sisteminin daha emniyetli ve verimli çalışmasını sağlar.

1.8.1 Sıvı tankı (Receiver)

Sıvı tankı, basınç hattında kondenserin hemen sonrasında bulunur. Ana görevi kondenserdeki sıvılaştıran soğutucu gazı depo ederek kondenserin daha verimli kullanılmasını sağlamaktır. Büyük sistemlerde sıvı tankının bulunması gazın fazla olduğu durumlarda veya kapasiteye göre soğutma ihtiyacının azaldığı durumlarda bir tampon vazifesi görerek basınç ve akışkan dengesi sağlar. Ayrıca sıcak gazın bir miktar dinlendirilip soğuyarak evaporatöre gitmesi ısıl dengeyi kolaylaştırır. Sıvı şekilde gaz depolama işlemini kolaylaştırır ve geri kazanımı hızlandırır.



Şekil 1.15: Sıvı Tankı

1.8.2. Filtre / Kurutucu (Dryer)

Soğutma sisteminde arızaların büyük bir kısmı sistemde bulunan nem sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Nemi sistemden uzaklaştırmanın yolu gaz basma öncesi vakumlamaktır. Ancak bir şekilde alınan tüm önlemlere rağmen sistemde nem varsa kurutucu (filtre) devreye girer. Kurutucu, sistemdeki nemi, asit oluşumlarının ve tortuların tutulmasını sağlar. Giriş ve çıkış yönlerine uygun takılmalı ve sisteme takılıncaya kadar iki ucu kapalı tutulmalıdır.



Resim 1.12: Filtre - Kurutucu

Kurutucu, gazı geliş yönüne göre önce kaba filtre, gaz içindeki nemi tutacak olan madde ve daha ince filtreden geçirerek hem nem tutma hem de temizleme görevini yerine getirir. Bazı büyük sistemlerde filtre içindeki nem tutucu madde değiştirilebilir olarak dizayn edilir.

1.8.3.Gözetleme Camı

Gözetleme camı soğutma sisteminde dolaşan gazın sıvı şekilde görülmesi için genellikle filtre kurutucudan hemen sonra monte edilen yardımcı elemandır. Filtrenin görevini yapıp yapmadığını anlamak için kullanılan gözetleme camında, üzerinde sıvı soğutucu içindeki neme bağlı olarak renk değiştiren özel bir gösterge bulunur.



Resim1.13:Gözetleme Camı

Gösterge yeşilse sistemde nem olmadığı anlaşılır. Eğer gösterge sarı veya sarıya yakın bir renke bu durumda sistem içindeki nemin arttığı bir başka deyişle filtre kurutucunun görevini yapmadığı anlaşılır. Bir diğer kullanım da gaz basma ve geri kazanım uygulamalarında sıvı akışını görmektir. Sisteme gaz şarjı yaparken gözetleme camında görülen akış gaz miktarı hakkında bize bilgi verebilir. Örneğin gözetleme camında kabarcıklar görüyorsak gazın az olduğu söylenebilir. Yine gazı sıvı olarak geri kazanım yaparken sıvı halde gaz geçişini kontrol etmekte kullanılabilir.

1.8.4 Dönüş Akümülatörü

Kompresörler soğutucuyu gaz olarak emip basmak üzere tasarlanmış cihazlardır. Sıvı akışı kompresörü arızalandırabilir. Evaporatör çıkışında gaz haline geçmesi gereken soğutucu akışkan verimi etkileyen bazı sebeplerle soğutucu akışkanı sıvı olarak üzerinden geçirir (gaz haline dönüştüremez). Kompresör dönüş hattında kompresör girişinden hemen önce konacak akümülatörle dönüş hattına sıvı yürümesi olsa bile tutulacak ve kompresör korunmuş olacaktır.



Şekil1.16:Akümülatör

Akümülatör gelen gazın sıvı olması durumunda bünyesine toplar ve gaz haline dönüştüğünde kompresöre gönderir. Evaporatör sıcaklığının çok düşük olduğu uygulamalarda soğutucu akışkanla birlikte dolaşan yağın vizkozitesini (akışa gösterdiği zorluğu) azaltmak ve gaz haline geçişi hızlandırmak için ısıtıcılı akümülatörler tercih edilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Ev tipi soğutucularda kullanılan soğutma sistem elemanlarını belirleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ev tipi soğutucularda kullanılacak kompresörü hermetik pistonlu tip olmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Sistemin hangi gazı kullanacağını bilmelisiniz.➤ Firma katalogları ve seçim tablolarından faydalanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Soğutucu boyutlarına göre yaklaşık soğutma gücünü belirleyiniz.➤ Kondenser paket tip (boru-kanat tipi) olmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Kondenser seçimi için tablolardan ve firma kataloglarından yararlanınız.➤ Kondensere uygun fan seçimini unutmayınız.➤ Bazı fan modelleri kanatlarının ayrı sipariş verildiğini unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ev tipi soğutucular için en uygun genişleme elemanı kılcal borudur.➤ Ev tipi soğutucularda genellikle roll-bond plaka tipi evaporatörler tercih edilir. No-frost buzdolaplarında hava soğutmalı boru kanat tipi evaporatörler kullanılır.➤ Yardımcı elemanlardan filtre seçimi kompresör gücüne göre belirlenir.➤ Sistem küçük kapasitede olduğunda genellikle hermetik kompresörün iç haznesi akümülatörün görevini yapabilir.➤ Sıvı tankı kullanmayı gerektirecek gaz yoğunluğu yoktur.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kılcalı kesmek gerekirse kılcal makası kullanınız ve dikkatli olunuz.➤ Evaporatör bulma konusunda sıkıntı yaşıyorsanız bir alüminyum levha üzerine alüminyum veya bakır borudan büküm yaparak kendi soğutucu bölme evaporatörünüzü yapabilirsiniz.➤ Filtre seçiminde kullanılan gaza uygun seçim yapmalısınız.

KONTROL LİSTESİ

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

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.	Ev tipi soğutucuların kompresörünü belirleyebildiniz mi?		
2.	Kompresör ve kondenser seçiminde gaz cinsini dikkate aldınız mı?		
3.	Kondenser ve kompresörü belirlerken soğutma gücünü dikkate aldınız mı?		
4.	Kılcal borunun diğer genişleme elemanlarına göre ev tipi ve küçük sistemlere uyumunu anlayabildiniz mi?		
5.	Evaporatörü belirleyebildiniz mi?		
6.	Filtre kullanımının gereğini anladınız mı?		
7.	Yardımcı elemanların kullanım amacını anladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kompresör, kondenserden, genişleme valfi ve evaporatörden oluşan soğutma sisteminin genel adı nedir?
A) Absorbsiyonlu B) Doğal Soğutma C) Mekanik Soğutma D) Salamura
2. Kompresör ve elektrik motoru tek parça kaynakla birleştirilmiş kapalı gövdeden oluşan kompresörlere ne ad verilir?
A) Scroll B) Rotary C) Hermetik D) Açık Tip
3. Buzdolabı, su sebili gibi küçük kapasiteli soğutma sistemlerinde hangi tür kompresör sıklıkla kullanılır?
A) Hermetik Pistonlu Kompresör
B) Scroll Kompresör
C) Yarı Hermetik Pistonlu Kompresör
D) Vidalı Kompresör
4. Isı için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) Isı bir enerji türüdür.
B) Isı soğuk ortamdan sıcak ortama doğru hareket eder.
C) Isı sıcak ortamdan soğuk ortama doğru hareket eder.
D) Isı hareketi için sıcaklık farkı olması şarttır.
5. İzolasyon yapılarak ısı alış verişi engellenmiş bir silindirde bulunan gazın hacmini daraltırsak. Hangi iki özelliği artış gösterir?
A) Sıcaklık-Vizkozite
B) Basınç-İletkenlik
C) Sıcaklık-İletkenlik
D) Basınç-Sıcaklık
6. Işınım yoluyla ısı transferinde maddenin hangi özelliği enerji toplaması bakımından etkilidir?
A) Parlaklığı B) Rengi C)Yüzey alanı D)Hepsi
7. Soğutma çevriminde genişleme valfinin rolü nedir?
A) Kompresöre gaz akışını sağlamak
B) Basınç farkı oluşturmak.
C) Sisteme nem girmesini engellemek
D) Gazı depolamak

8. Soğutma sisteminde soğutulan ortamdan ısı çeken ve çekilen ısıyı diğer ortama atan sistem elemanları aşağıdaki şıklardan hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Evaporatör - Kondenser
 - B) Genleşme Valfi-Evaporatör
 - C) Kondenser – Evaporatör
 - D) Kompresör-Genleşme Valfi
9. Aşağıdakilerden hangisi bir genleşme elemanı değildir?
- A) Kılcal boru
 - B) Yay bükümlü boru
 - C) Termostatik Genleşme Valfi (TGV)
 - D) Otomatik Genleşme Valfi
10. Gözetleme camının kullanım amacı nedir?
- A) Sistemdeki yağı kontrol etmek
 - B) Gazın rengini kontrol etmek
 - C) Sistemdeki nem durumunu ve sıvı akışını kontrol etmek
 - D) Gazın basıncını kontrol etmek

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyetin sonunda soğutucu kabini yapımında kullanılan malzemeleri ve özelliklerini bilecek ve kendi montaj kabininizi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- No-frost ve derin dondurucu buzdolaplarının benzerlik ve farklılıklarını araştırınız.
- Çevrenizdeki şarküteri, kasap, pastane ve marketlerdeki soğutucu cihazları inceleyip farklılıkları ve benzerlikleri tespit ediniz.

2. SOĞUTUCU MONTAJ İSKELETİ

2.1 Soğutucularda Estetik ve Erişilebilirliğin Önemi

Soğutucu cihazlar kullanım amaçlarına göre değişik tip ve ölçülerde olabilir. Ev ve işyeri kullanıcıları daha çok, mutfakların vazgeçilmez bir parçası olan buzdolapları, sayıları buzdolapları kadar olmasa da derin dondurucular ve su sebillerini tercih etmektedir. Geçmişte yaygın olarak tek kapılı ve basit kontrol mekanizmasına sahip beyaz renk buzdolapları tercih edilirken günümüzde çok kapılı gardırop tipi, istendiğinde dondurucu veya soğutucu fonksiyonu tercih edilen bölümleri olan, dijital ve bulunduğu ortam renk düzenine uyan buzdolapları daha çok tercih edilmektedir.



Resim2.1: Tek Kapılı



Resim2.2: No-Frost



Resim2.3: Gardırop Tipi

Soğutma sistemi bakımından incelendiğinde tek kapılı buzdolaplarında soğutucu bölme üzerinde dondurucu bölme bulunur ve dondurucu bölme için iç kısımda bir kapak daha vardır. Geçmişte ev hanımlarının en önemli sorunu buz yapan bu dolapları temizlemek ve koku oluşumuydu. No-frost teknolojisi buz oluşumunu engellemiş ve bu sorunu çözmüşse de dondurucu kısımdan soğutucu bölmeye üflenen soğuk hava yiyeceklerin üzerinde olumsuz etki yapmıştır. Ayrıca birçok elektrikli rezistans ve fan kullanımı buz sorununu ortadan kaldırmış ancak yüksek enerji tüketimi ve arıza çeşitliliği firmaları zor durumda bırakmıştır. Günümüzde daha modern ve estetik buzdolapları, kuyruk evaporatörleri, dijital sensörler, düşük elektrik tüketimine sahip kompresörler ve en önemlisi doğaya zarar vermeyen yüksek verimli gazlar (R-600) kullanmaktadır. Bunun sonucunda daha az enerji tüketen, kullanım alanı geniş, bakımı, arıza tespiti kolay ve yiyecekleri bozmadan daha uzun süre saklayabilen cihazlar üretilmeye başlanmıştır. Enerji tüketiminde getirilen standartlar ve yönetmelikler daha az enerji kullanma konusunda rekabeti hızlandırmıştır. Dijital kontrol kartları yeni imkânlar ve estetik görünümle kullanım kolaylığı sağlamıştır. Örneğin kapısı 20 sn açık kalan buzdolabı sesli ve ışıklı uyarı vermektedir. Hatta kapağında LCD televizyon, tablet bilgisayar bulunan buzdolapları bile vardır.

Son yıllarda artan büyük market ve alışveriş merkezleri tüketicinin alışkanlıklarını da önemli ölçüde değiştirmiştir. Şarküteri ve pastane gibi küçük işletmelerde vitrin tipi soğutucular ve dondurucular daha çok görülmektedir. Büyük marketler ve alışveriş merkezlerinde ise merkezi sistem soğutucular, buz makineleri, sütlük, dondurma makineleri, derin dondurucular ve içecek dolapları şeklinde çok çeşitli cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır.



Resim 2.4: Teşhir Dolabı



Resim 2.5: Sütlük

Teşhir dolapları 1 °C ile 9 °C sıcaklıkları arasında çalışır. Pasta ve süt ürünlerinin sergilenmesi için tercih edilir. Resim 2.4 te görüldüğü gibi tezgah önünde alt kısımda kondenser ve evaporatör için boşluk ayrılmıştır. Alttaki evaporatör, fan yardımıyla dolap içine soğuk havayı gönderir. Alt kısımda sağ veya sol tarafta delikli ön bölmeden ısı atan kondenser, kompresörle birlikte bulunur. Sütlükler benzeri bir mantıkla çalışır ancak şekil olarak daha uzun ve ön kısmı açık (ürünü uzanıp almaya elverişli) yapırlar. Rafların arkasındaki deliklerden soğuk hava bir fan vasıtasıyla ürünlerin üzerine doğru gönderilir.

İlk kullanıma başlandığı yıllarda vitrin tipi buzdolapları, ahşap iskelet üzerine yalıtım malzemesi ve saç parça giydirilerek imal edilip, tezgâh olarak kullanılacak kısımları mermerden yapılmıştır. Günümüzde montaj iskeleti metal profillerden yapılmaktadır, iç ve dış kısımlarda kullanılan paslanmaz çelik saç malzemeler üzerine bilgisayar kontrollü makinelerde özel desenler ve yazılar işlenmektedir. Ayrıca yan ve ön kısımlarında mermer yerine daha hafif ve estetik görünen membran (ahşap üzerine plastik kaplama ile elde edilen malzeme) kullanılmaktadır.

Ev ve işyerlerinde iklimlendirme cihazı olarak daha çok split klima ve inverter klimalar tercih edilmektedir. Ev tipi klimalarda asma tavan ve yapının duvar kısımlarında gömülen tarzda iç üniteler tercih edilmeye başlanmıştır. Klima günümüzde iş yerleri için vazgeçilmezdir. Her iç üniteye bir dış ünite gerektiren split klima uygulamaları yerine son yıllarda inverter (kademeli çalışma) teknolojisi ve tek dış üniteyle birden fazla iç üniteyi çalıştıran hem enerji tasarrufu hem de dış görüntü bakımından tercih edilmektedir. VRS (Variable Refrigerant System) yani değişken debili soğutucu akışkan uygulamaları oteller ve iş merkezleri tarafından daha çok tercih edilmektedir. Bu sistemlerde tek dış üniteye 60 iç ünite bağlanabilmektedir.

2.2 Soğutucularda Kullanılan İskelet ve Gövde Malzemeleri

Soğutucu imalatında, soğutucunun yapısı ve kullanım amacına göre farklı malzemeler kullanılmaktadır. Soğutucuların genellikle dış kısımları parlak ve açık renkten yapılır. Isı transfer şekillerinden birinin de ışıma ile olduğunu daha önce öğrenmiştik. Soğutucuların dış ısı kaynaklarından en az etkilenmesi için yalıtımının çok iyi olması gerekir. Soğutucu imalatı yapan firmalar estetik görünümün yanında istenen ölçüleri de dikkate almak zorundadır.

2.2.1 Ahşap Malzemeler

Ahşap malzemeler hafiflikleri, kolay işlenebilir oluşları ve ısı geçirgenliğinin düşük olması nedeniyle uzun yıllar soğutucu gövdesi yapımında iskelet malzemesi olarak kullanılmıştır. Ahşap malzeme kullanılarak yapılan soğutucular genellikle vitrin tipi, tezgah tipi ve kasap tipi buzdolaplarıdır.

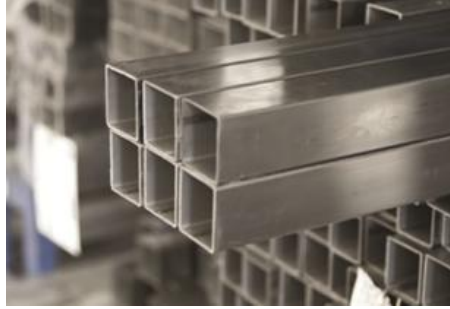


Resim 2.6: Ahşap Malzeme ve Soğutucu

Ahşap malzeme kullanılan dolapların en önemli sorunu nem ve ortam şartlarından doğan çürümedir. Bunun yanında metal, ahşaba göre daha iyi bir taşıyıcı olduğundan ahşap malzemeyle yapılan soğutucular metal olanlara göre daha kaba görünür. Ancak ahşap malzeme dış kaplama ve estetik görünüm için halen yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ahşap malzemenin işçiliği iyi yapılmazsa malzeme zarar görür ve tamiri zordur. Günümüzde vitrin ve market tipi soğutucu üreten firmalar ahşap malzeme yerine metal ve plastik malzemeyi tercih etmektedirler. Ürünlerde kullanım genelde estetik ve dekorasyon amaçlı olmaktadır.

2.2.2 Çelik Malzemeler

Soğutucu imalatında çelik malzemenin önemli bir yeri vardır. Soğutucu iskeletini oluşturan ana malzeme genellikle çelik profillerdir. Çelik profiller ölçüsünde kesilip elektrik ark kaynağıyla birleştirilerek ana gövdeyi oluşturur. Çelik profiller çeşitli ölçü ve şekillerde üretilirler. Soğutucularda taşıyıcı olarak kullanılan profiller genellikle 30x30 mm, 40x40 mm kare şeklinde **veya 30x40 mm dikdörtgen kesit görünüşe sahip siyah çelik profillerdir.**



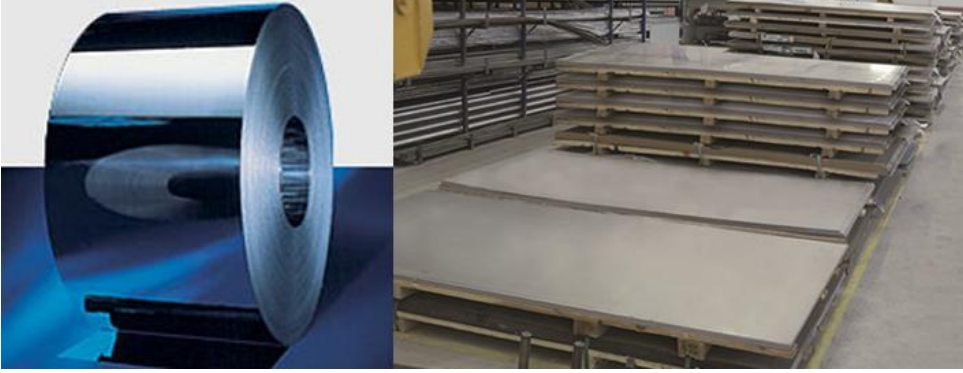
Resim 2.7:Çelik Profiller

İmalatı yapılan soğutucunun büyüklüğü ve kapasitesine göre farklı kalınlıklarda profiller kullanılmaktadır. Soğutucu imalatı yapan firmalar genellikle 1,2 mm ile 1,5 mm et kalınlığına sahip çelik profilleri tercih etmektedirler. Kalınlık değerleri fiyatı ve ağırlığı direk etkileyen unsurdur. Sağlık ve estetik dengesi iyi düşünülmeli ve maliyetler göz önüne alınarak en doğru malzeme seçilmelidir. Aşağıdaki tablodan profillerin kesit ölçüleri ve et kalınlıklarına göre ağırlıkları görülebilir.

KARE KUTU PROFİLLERİN ÖLÇÜ VE YAKLAŞIK METRE AĞIRLIKLARI (kg)				
DIŞ ÖLÇÜ (mm)	ET KALINLIĞI			
	1,00	1,20	1,50	2,00
25x25	0,772	0,921	1,140	1,494
30 x 30	0,932	1,112	1,379	1,813
40x40	1,251	1,495	1,857	2,451
30 x 20	0,772	0,921	1,140	1,494
40 x 30	1,091	1,303	1,618	2,132

Tablo 2.1: Çelik Profil Metre Ağırlıkları

Çelik malzemeler taşıyıcı olarak kullanılmalarının yanında dış ve iç yüzey kaplamada ve raflarda da kullanılır. Çelik malzeme normalde nemli ortamlarda çok çabuk korozyona uğrar (paslanır) ve aşınır. Paslanmaz çelik saçlar ise üzerindeki krom alaşımli kaplama sayesinde korozyona çok dayanıklıdır ve parlak yüzeyi sayesinde oldukça estetik bir görünüme sahiptir. Paslanmaz çelik saçların 0,30, 0,40 ve 0,50 mm kalınlıkta olanları kaplama ve görünüm amaçlı kullanılırken, 0,70 ve 0,80 mm kalınlıkta olanları ise rafların, kapı ve yan panellerin imalatında kullanılır.



Resim 2.8: Paslanmaz Çelik Saç

2.2.3 Alüminyum Malzemeler

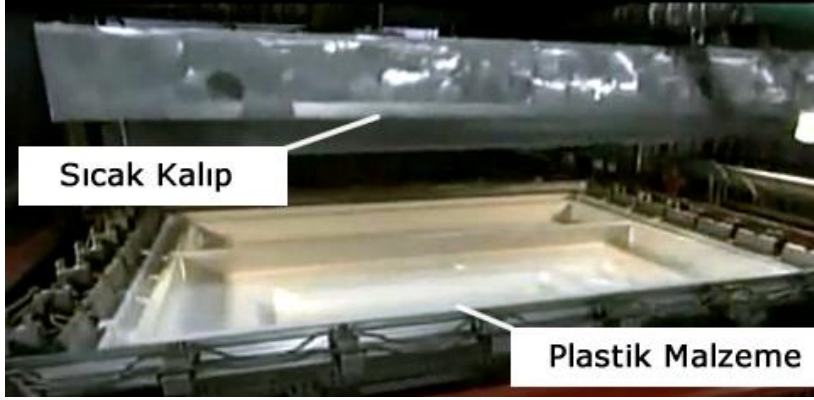
Alüminyum hafifliği ve estetik görünüşüyle soğutucularda sıkça kullanılmaktadır. Çelik malzemeye göre daha pahalı olduğundan genellikle kenar çıtası, tutamak ve benzeri parçaların yapımında kullanılır. Son yıllarda teknolojik araçların üretimde daha fazla yer alması alternatif malzeme kullanımını kolaylaştırmıştır. Örneğin lazer kesim makineleri paslanmaz çelik saçları istenen ölçülerde işleyebilmektedir. Parçaların istenen şekillerde işlenebilmesi alüminyuma duyulan ihtiyacı azaltmıştır. Alüminyum profil çeşitliliği kaynaklı ve sök tak şeklinde montaja imkan veren şekilde tasarımlar yapılmasına olanak verir.



Resim 2.9: Alüminyum

2.2.3 Plastik Malzemeler

Plastik malzemeler soğutucularda önemli bir kullanım alanına sahiptir. Plastik korozyona dayanıklı oluşu, kolay şekillenebilmesi ve ucuzluğu sebebiyle tercih edilmektedir. Plastik ürünlerin atölye tarzı işletmeler tarafından kullanımı genellikle hazır gelen malzemenin istenen ölçülerde kesilmesi ve montajı şeklinde gerçekleşmektedir. Ev tipi soğutucularda iç kısımlarda kullanılan malzemenin tamamına yakını plastiktir. Plastik malzemeye çoğunlukla kalıpla şekil verilir.



Resim 2.10: Plastik Şekillendirme

Cam yerine kullanılabilen pleksiglas malzeme şeffaf görünümüyle dekoratif amaçlı veya raflar için tercih edilen bir malzemedir. Pleksiglas ısıtılarak kolayca bükülebilir ayrıca kesme ve delme işlemine uygundur. Proje bazında hızlı prototip üretimi ve istenen şekilde cam bulmanın mümkün olmadığı durumlarda kullanışlıdır.

Soğutucu imalatında kullanılan bir başka ürün de piyasada plalam olarak bilinen plastik ve metal karışımı malzemedir. Bu ürünler çeşitli ebatlarda ve farklı renklerde PVC kaplı galvaniz saçlardır. Galvaniz saçlar 0,40~0,50 mm kalınlığındadır. İşlem sırası olarak galvaniz saçın yapıştırıcı yardımıyla PVC film tabakasıyla kaplanması suretiyle elde edilir. Çok çeşitli kullanım alanları olup soğutma sektöründe ticari tip buzdolaplarının dış kaplama malzemesi olarak talep görmektedir.

2.2.3 Cam Malzemeler

Cam estetiğin önemli olduğu ürünlerde vazgeçilmez bir malzemedir. Şeffaf, sert ve silinebilir olması teşhir dolaplarında kullanımını arttırmıştır. Genellikle şarküteri ve pastane gibi alışverişte görseiliğin belirleyici olduğu ortamlarda tercih edilir. Cam işlenmesi zor bir malzemedir. Soğutucularda kullanılacak cam malzemelerin boyutları önceden belirlenerek sipariş verilir. Camın işlenmesi için özel makineler ve teknikler gerekir bu sebeple daha çok yeri hazırlanıp montaj edilir. Cam malzeme raf olarak kullanılacaksa genellikle 5-7mm kalınlığında daha önce boyutlandırılıp kenarları yuvarlatılmış malzemeler tercih edilir. Bu tür cam malzemeler özel alaşımları sayesinde kırılması çok zor ve taşıyıcı özellikleri üst seviyede ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.3. İskeleti Korozyona ve Çürümeye Karşı Koruma

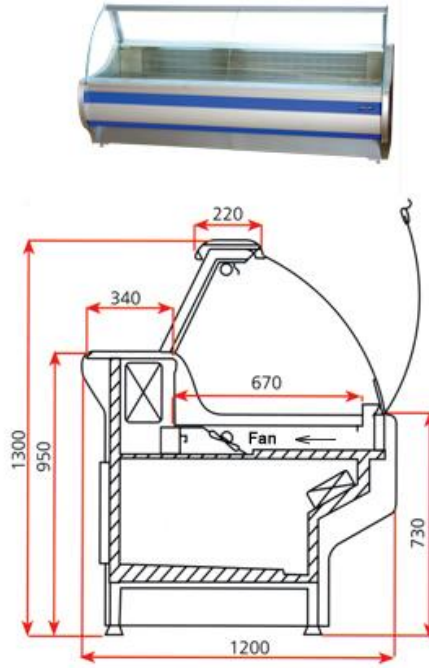
Soğutucu cihaz atölye ortamında üretilirken ölçülere göre kesme, taşlama birleştirme gibi işlemlere tabi tutulur. Bu işlemler sırasında malzeme defalarca ısınıp soğuyarak ortamdaki oksijen ve nem sebebiyle korozyona (küflenme) daha elverişli hale gelir. Yapım esnasında alınan önlemlerle korozyon kısmen engellense de kullanım ömrü boyunca genelde nemli ortamlarda bulunacak soğutucu cihazlar için özel önlemler alınması gerekir. Ayrıca asit özelliği gösteren malzemelerin kullanımı ve çalışma ortamının sıcaklığı belirleyici unsurlardır. Metal malzemeleri korozyondan korumanın birçok yolu vardır;

- **Kaplama:** Galvaniz kaplamada önce malzeme özel maddelerle kir ve yağdan ayrılır. Kaplama için hazırlanan özel havuzlara daldırılıp çıkarılarak 80 mikron (0,08 mm) kalınlığa kadar kaplanmış olur. Özel ekipmanlar ve malzemeler gerektirdiği için atölyelerde uygulanması zordur.
- **Boyama:** Boyamak korozyon için alınacak en kolay ve uygulanabilir yöntemdir. Boyama için piyasada antipas olarak bilinen genelde gri renkte, estetik olarak düzgün görünmese de uygun fiyatlı ve doğru uygulandığında iyi bir koruyucu olan boyalar tercih edilmelidir. İskelet genelde boyandıktan sonra paslanmaz çelik sacı kaplandığı için boyanın görünüşü önemli değildir. Ancak kaplama yapılmayacak ve boyanacak kısım doğrudan görülecekse bu durumda elektrostatik, toz boya veya fırın boya olarak bilinen yöntemler tercih edilmelidir. Bu yöntemlerde çok parlak ve dayanıklı yüzeyler elde etmek mümkündür.
- **Katodik Koruma:** Korozyon için alınabilecek diğer önlem de elektriksel itme sayesinde metal yüzeyleri korumaktır. Katodik korumada, malzeme üzerine çinko ve alüminyum kaplama yaparak ve / veya çok küçük elektrik akımları sağlayarak, metal atomların iletkenlikleri nedeniyle doğal olarak sahip oldukları manyetik çekimleri engellenir. Katodik koruma yöntemi daha çok yer altında bulunan boruları ve su ile temas eden depo ve gemi yüzeylerinde tercih edilir.

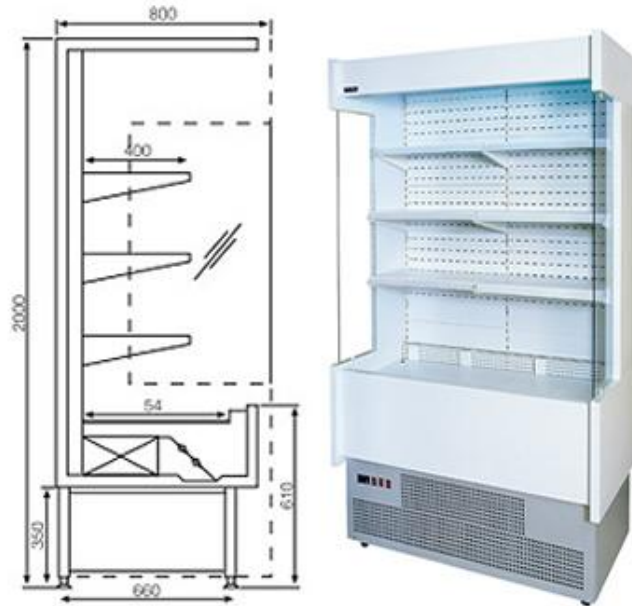
Korozyondan koruma, sadece metali kaplamak veya boyamakla değil tasarım ve yapım sırasında dikkatli davranarak yapılabilir. Soğutma cihazları düşük sıcaklıklarda çalıştığından havadaki nem soğuk yüzeylere çarparak su haline geçer ve bulunduğu yerdeki metal, paslanmaz çelik değilse hızla korozyonuna sebep olur. Ayrıca evaporatörlerin buz eritme (defrost) işlemi bol miktarda su açığa çıkaracağı için tasarım esnasında bir toplama ve tahliye sistemi geliştirilmelidir. İşçilik dikkatli yapılmalı birleştirmeler mümkün olduğunca boşluksuz olmalı veya uygun dolgu malzemesi kullanılmalıdır.

2.4. İskeletin Perspektif Resimleri ve Ölçüleri

Soğutucu imalatında birinci aşama yapılacak soğutucunun kullanım amacına uygun olarak tipinin ve ölçülerinin belirlenmesidir. Teşhir amaçlı kullanılacak soğutucular genellikle ticarethane ölçülerine uygun olacak şekilde imal edilirler. Öncelik ölçü alma ve bu ölçülere uygun yapım resminin çizilmesidir. Aşağıda bazı ticari soğutucuların kesit ölçüleri verilmiştir. Uzunluklar kullanılacak mekânın ölçüsünde ayarlanır.



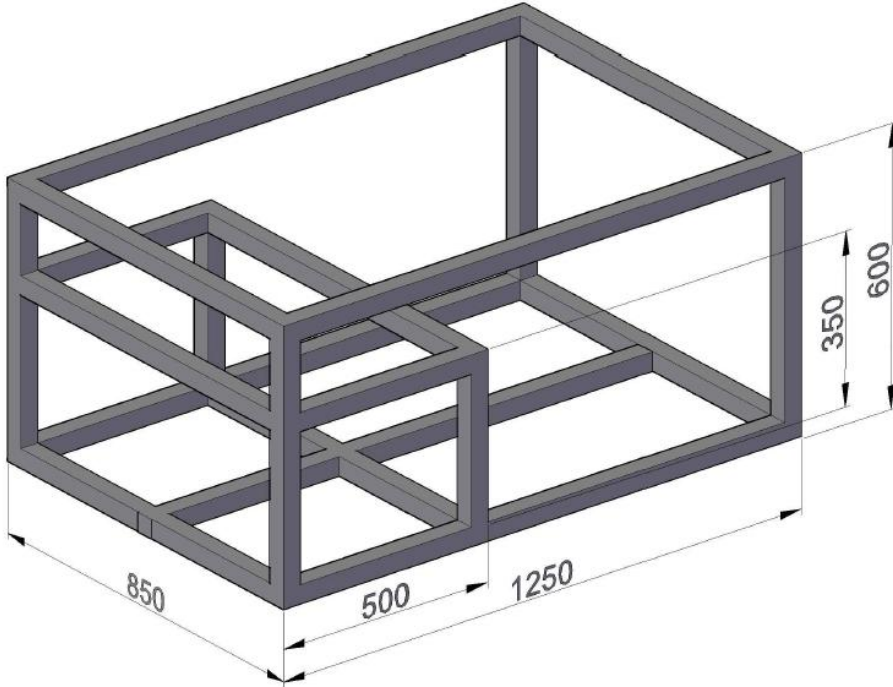
Resim 2.11: Depolu Devirme Camlı Market Reyonu



Resim 2.12: Sütük Tipi Soğutucu

İskelet çelik profilden kaynaklı şekilde imal edilir. Saç kısımların birbirine ve iskelete montajında vidalı birleştirme ve pop perçin tercih edilir. Yapım resmi elde edildikten sonra Resim2.13 teki şekle benzeyen bir iskelet resmi çizilir ve parçalar 30 x30 profilden hazırlanarak imal edilir.

Altındaki resimde 500 x 350 mm'lik bölme kompresör, kondenser, kondenser fanı ve bağlantıları için ayrılmıştır. Bu bölümün ön tarafında hava çıkışını kolaylaştıracak biçimde ızgara şekli verilmiş bir saç plaka kullanılmalıdır. İskelet resmi istendiğinde yatık tip derin dondurucu şeklinde (dondurulmuş ürünler için) kullanılacağı gibi üst kısma yapılacak paslanmaz saç raflarla vitrin tipi dolap olarak tasarlanabilir.



Resim 2.13: Soğutucu Montaj İskeleti

2.5. İskelet Montaj Bağlantı Elemanları

İskelet montajı kaynaklı olacağından bağlantı malzemesi olarak kaynak yeterlidir. İskeletin kaynağı bittikten sonra paslanmaya karşı dayanıklı olması için antipas boya ile boyanır. İskeletin dışarıdan görülecek kısımlarına paslanmaz çelik saç kaplanır. Kaplanan paslanmaz çelik saçları iskelete tutturmak için genellikle pop perçin veya saç vidası kullanılır. Kaplama amaçlı kullanılan paslanmaz çelik saçlar genellikle 0,30-0,50 mm kalınlığında olduğundan delme işlemini uç kısmında bulunan matkap benzeri kısmıyla halleden vidalar kullanılabilir. Piyasada bu tür vidalara akıllı vida ismi verilmektedir.



Resim 2.14: İskelet Montaj Bağlantı Elemanları

2.6. İskelet Montajı

İskelet montajı yapılırken öncelikle iskeleti oluşturan profillerin kaynağı yapılır. Kaynak işleminden sonra antipas boya ile paslanmaya karşı boyanır. İskeletin sonraki yapım aşaması görünen kısımlarının paslanmaz çelik saçla kaplanmasıdır.



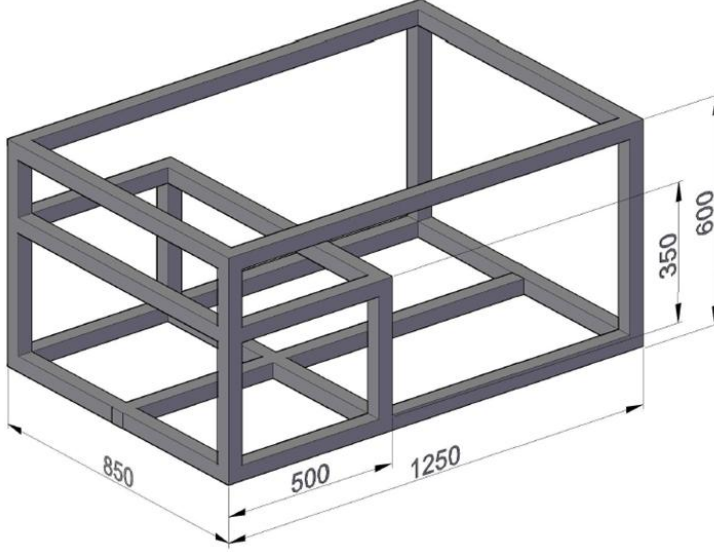
Resim 2.15: İskelet Montajı

Resim 2.15 te görüldüğü gibi paslanmaz çelik saç malzeme istenilen ölçüde kesilip şekillendirilerek iskeletin dışarıdan görünen yüzeyleri kaplanır. Bu aşamada evaporatör ve kondenser için montaj boşluğu ve bağlantılar için boru ve kablo geçecek yerler dikkate alınır. İskelet bir vitrin tipi soğutucu olarak yapılıyorsa bir yandan raf olarak kullanılacak paslanmaz çelik saçlar (0,70-0,80 mm) hazırlanır. İskeleti daha rahat hareket ettirebilmek için piyasada sarhoş tekerlek olarak bilinen her yöne dönebilen tekerlekler montaj edilir.




Resim 2.16: İskelet Kaplama

UYGULAMA FAALİYETİ



Şekilde verilen montaj iskeletini 30x30 mm çelik profilden elektrik ark kaynağı kullanarak oluşturunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Profillerin kesilmesine başlamadan önce her bir parçayı ölçüleriyle yazabildiğiniz bir liste hazırlayınız.➤ Profilleri ölçüsünde kesiniz.  <ul style="list-style-type: none">➤ Elektrik ark kaynağıyla profilleri ölçüsünde birleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Listeyi hazırlarken profillerin birleşim noktasını ve şekillerini de dikkate alınız.➤ Koruyucu eldiven ve gözlük kullanınız.➤ Gönye kullanarak açılarını kontrol ediniz.



- Kaynak bitiminde taşlama işlemi yaparak birleşim yerlerini düzgünleştiriniz.
- İskeleti paslanmaya karşı korumak için antipas boya ile boyayınız.
- İskeleti rahat hareket ettirebilmek için altına tekerlek monte ediniz.



- Koruyucu gözlük ve eldiven kullanınız

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Soğutucu iskeletini oluşturan tüm parçaların ölçü ve adetlerinin yer aldığı listeyi oluşturduğunuz mu?		
2.	Profilleri ölçüsünde kestiniz mi?		
3.	Kestiğiniz profilleri elektrik ark kaynağıyla gönyesinde birleştirdiniz mi?		
4.	Kaynak işleminde oluşan çapakları ve fazlalıkları taşıdınız mı?		
5.	İskeleti paslanmaya karşı antipas boya ile boyadınız mı?		
6.	İskeleti rahat hareket ettirmek için tekerlek monte ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi ev tipi soğutuculardan biri değildir?
A) No-frost buzdolabı
B) Vitrin tipi soğutucu
C) Gardırop tipi soğutucu
D) Tek kapılı buzdolabı
2. Ev tipi soğutucu tercihinde aşağıdakilerden hangisi etkili değildir?
A) Estetik
B) Güç tüketimi
C) Kullanılan soğutucu gaz
D) Kullanım kolaylığı
3. Aşağıdakilerden hangisi ticari tip soğutucuların iskelet yapımında kullanılmaz?
A) Çelik profil
B) Ahşap
C) Alüminyum
D) Bakır
4. Paslanmaz çelik saç malzeme soğutucularda daha çok hangi amaçla kullanılmaktadır?
A) İç ve dış yüzeyin kaplanmasında
B) Taşıyıcı iskelet olarak
C) Evaporatör yapımında
D) Kondenser yapımında

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

5. () Cam malzemeler estetik ve teşhir amaçlı kullanılır.
6. () Korozyon, metal malzemenin küflenerek bozulması anlamına gelir.
7. () Paslanmaz çelik saçlar korozyona karşı boyanır.
8. () Raf yapımı için kaplamada kullanılan daha kalın (0,70mm) paslanmaz çelik saçlar kullanılır.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyetin sonunda soğutucu kabini izolasyon malzemelerini ve özelliklerini bilerek montaj iskeletinizin ısı izolasyonunu yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Isıl iletkenlikleri, fiyat ve uygulama şekli bakımından poliüretan yalıtım malzemelerini araştırarak karşılaştırınız.
- Strafor çeşitlerini araştırarak ticari tip buzdolaplarına uygun çeşitlerin özelliklerini ve fiyatlarını karşılaştırınız.

3.SOĞUTMA UYGULAMALARINDA İZOLASYON

3.1 Soğutmada İzolasyonun Önemi

Isının sıcak ortamdaki soğuk ortama giden bir enerji türü olduğunu daha önce öğrenmiştik. Soğutmada amaç bir maddenin sıcaklığını ortam sıcaklığının altındaki bir değerde tutmaktır. Dolayısıyla her an dış ortamdaki soğutulan maddeye doğru ısı akışı meydana gelecektir. Isı iletimi maddenin moleküler yapısıyla ilgili bir özelliktir. Her maddenin ısı iletim yeteneği farklıdır bazı maddeler birim zamanda çok az ısı ilettilerinden yalıtkan olarak adlandırılır. Isı geçişini tamamen engellemek mümkün değildir ancak bu geçiş azaltılıp yavaşlatılabilir.



Resim 3.1: Poliüretan Köpük ve Strafor

Soğutucular iç ortam sıcaklıklarını düşük tutabilmek için soğutma sistemiyle donatılmışlardır. Soğutucu çoğunlukla ısıyı iyi ileten metal malzemeden yapıldığı için yalıtım ihtiyacı kaçınılmazdır. Soğutucu sistemin hesabında, kurulumunda ve çalıştırılmasında (testlerinde) yalıtım miktarı ve birim zamanda geçen ısı miktarı göz önüne alınır. Yalıtım malzemesi seçerken de en önemli konu malzemenin birim zamanda ilettiği ısı miktarı, fiyatı ve uygulama şeklidir. Yalıtım malzemesinin bir başka özelliği de nem ve su tutma kapasiteleridir. Soğutucu yüzeyleri havadaki nemin yoğunlaşmasıyla çok miktarda su damlacığı oluşturur suya dayanıklı olmayan yalıtım malzemesi çok çabuk özelliğini kaybeder ve çürür.



Resim 3.2: Kapı Contası Takılması

Isı yalıtımı sadece gövde ve kapaklarla sınırlı değildir. Isı cam olarak bilinen özel camlar, kapı aralıklarından hava sızıntısını önlemek için kullanılan özel fitillerde birer yalıtım malzemesidir. Ölçülere ve yapım tekniklerine çok dikkat edilmesine rağmen bazen küçük boşluklar ve delikler oluşabilir. Bu boşluklardan hava sızıntısıyla ısı kazancı olmaması için silikon ve benzeri dolgu malzemeleri kullanılır.

Özellikle ticari tip soğutucuların bir başka ısı kazancı sorunu da aydınlatmadır. Floresan veya tasarruflu lamba olarak bilinen aydınlatma elemanları ışık yanında akkor lambalar kadar olmasa da bol miktarda ısı üretirler. Günümüzde LED aydınlatma elemanları hem daha düşük güç tüketimi hem de daha az ısı üretimiyle soğutucuların aydınlatılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.1 İzolasyon Malzemeleri

Soğutucularda ısı izolasyonu için genellikle poliüretan ve strafor kullanılmaktadır. Metal iskelet terleme ve nem birikimine elverişli olduğu için strafor kullanıldığında hem straforu desteklemek hem de nem birikmesini engellemek için şişirilmiş mantar veya ahşap talaşlı sıkıştırılmış levhalar kullanılır.

Strafor, polistren taneciklerinin şişirilmesi ve kalıp sistemi ile kaynaşması yöntemiyle üretilir. Expanded Polistiren sert köpük (EPS) termoplastik, kapalı gözenekli, beyaz renkli bir ısı yalıtım malzemesidir. Strafor, yalıtım malzemesi olarak genellikle bina duvar, çatı ve döşemelerinde kullanılır. Soğutucularda ise kolayca uygulanabilir olması ve ucuzluğu sebebiyle tercih edilir. Ticari tip soğutucu imalatı yapan atölyelerde uygulama kolaylığı sebebiyle özellikle vitrin tipi buzdolapların imalatında sıkça kullanılmaktadır.



Resim 3.3: Strafor ve İşleme Aletleri

Strafor kolayca işlenebilir olduğundan sadece yalıtım amaçlı değil dekorasyon ve süsleme amaçlı da kullanılır. Strafor, kullanım sahasına göre istenilen yoğunluklarda üretilir. Özellikleri yoğunlukla istenilen yönde değiştirilebildiğinden malzeme israfına ve gereksiz maliyet artışlarına sebep olmaz. Isı yalıtım amacıyla genellikle 15-30 kg/m³ yoğunluklarda, ambalaj malzemesi olarak kullanım amacıyla da 20-100 kg/m³ yoğunluklarda üretilmektedir. Bu yoğunluk birimi dansite olarak bilinir ve genelde 20 dansite soğutucu yalıtımında yeterlidir. Malzemelerin su emme oranı üzerinde etkili özellik, gözeneklerinin açık veya kapalı oluşudur. Direkt su ile temas halinde kapalı gözenekli malzemelerin su emme oranları çok düşüktür ve strafor, kapalı gözenekli bir malzemedir. Su emme oranı çok küçük olduğu için direkt su ile temas etse bile, özellikleri değişmez.

Poliüretan olarak bilinen başka bir yalıtım malzemesi de son yıllarda oldukça fazla kullanım alanı bulmuştur. Poliüretan köpükler ya da poliüretan esaslı ürünler iki ana malzeme ile bunları kimyasal reaksiyona sokan katalizler ve kabarmalarını (köpürme) sağlayan kimyasal katkılardan oluşur.



Resim 3.4: Poliüretan Oluşma Evreleri

Resim 3.4 te görüldüğü gibi poliüretanın oluşma evreleri kimyasal bileşimi oluşturan maddelerin etkileşimiyle başlar. Kimyasal karışım reaksiyona girdiğinde 5 ile 25 sn zaman aralığında krem kıvamında bir oluşum gözlenir. Kremleşme zamanının bitiminden itibaren köpük yükselmeye ve genişlemeye başlar. Bir süre sonra yükselme durur. Yükselmenin başlamasıyla durması arasında geçen süreye jelleşme süresi denir. Buna köpüğün kabarma ya da iplikleşme süresi de denir. Köpüğün yükselmesi durduğu anda köpüğe dokunulursa ele yapışır. Bir süre sonra dokunulduğunda köpük ele veya dokunulan cisme yapışmaz. Kabarmanın bitiminden, dokunulduğunda yapışmadığı ana kadar geçen süreye dokunma süresi denir. Poliüretan dokunma süresinden sonra sertleşir ve bulunduğu kabı sıkıca doldurur. Poliüretan, sert ve dolgu halinde katılaşması özelliği sebebiyle ev tipi soğutucularda hem yalıtım hem de iskelet vazifesi görür.



Resim 3.5:Ev Tipi (gardrop) Soğutucu Poliüretan Öncesi

Resim 3.5 te görüldüğü gibi dış görüntüyü oluşturan saçlar birbirine kancayla tutturulup kalıp yardımıyla şekil verilen iç plastik yani buzdolabının iç kısmı boşluklar ayarlanarak içine oturtulur. Poliüretan köpük saç ve plastik iç gövde arasında püskürtülür. Poliüretan, yalıtım vazifesini yerine getirirken iç ve dış kısmı birbirine yapıştırarak soğutucunun düzgün durmasını sağlar. Poliüretan kimyasal reaksiyonlar sırasında sağlık açısından tehlikelidir. Direk temas, koklanması veya bir şekilde vücuda alınması çok tehlikeli sonuçlar doğurabileceğinden dikkatli davranılmalıdır. Piyasada sprey olarak satılan poliüretan köpükler genellikle sıkıştırma ve montaj sırasında kullanılmaktadır. Yalıtım amaçlı kullanmak için iyi bir maliyet karşılaştırması yapılmalıdır.

Nüfuz etme ve sağlamlık bakımından poliüretan daha avantajlıdır. Boşluk bırakmadan bulunduğu hacmi doldurması da yalıtım bakımından strafora göre daha üstün olmasını sağlar.

Poliüretan ve strafor haricinde çok yaygın olmasa da ahşap levhalar ve sıkıştırılmış ahşap talaşından imal edilen çeşitli ölçülerde tabaka halinde alınıp strafora destekleyici olarak kullanılan malzemeler de bulunmaktadır.

3.1 İzolasyon Teknikleri

Ev tipi soğutucularda kullanılan izolasyon maddesi çoğunlukla poliüretan köpüktür. Fabrikasyon üretimde poliüretan karışım makinelerinden sıcak bir şekilde saç ve iç kabin plastiği arasına dökülür. Soğudukça genişleyen poliüretan tüm boşlukları dolduracak şekilde sertleşir. Poliüretan yüzeye kullanılacaksa sprej püskürtme yöntemiyle uygulanır. Bina yalıtımı ve geniş yüzeylerin izolasyonunda maliyeti düşürmek için büyük poliüretan makineleri kullanılırken atölyede kullanıma uygun küçük kapasiteli ürünlerde piyasaya sürülmüştür.



Resim 3.6: Poliüretan Püskürtme Ekipmanları

Yüzeye uygulanması durumunda her türlü zemine yapışabilir. Kullanılacak zeminin yağdan ve kirden arındırılmış olması yeterlidir. Uygulama sonunda yalıtım malzemesi eksiz olduğundan ısı köprüsü oluşturmaz.

Strafor kullanarak izolasyon yapılacaksa öncelikle ölçüsünde kesilmeli silikon veya özel strafor yapıştırıcısıyla yapıştırılarak sabitlenmelidir. Strafor uygulanan yüzeyin desteklenmesi için ağaç liflerinden veya kabuğundan imal duralit kullanılabilir.





Resim 3.7: Strafor Yerleşimi ve Duralit Kaplama

Duralit, yüksek yoğunluklu ağaç lif levha olup ıslak metot ile yüksek basınç ve ısı uygulanarak elde edilir. Doğal yapısından dolayı insan sağlığına zararlı değildir ve aynı zamanda çevreci bir üründür. Strafor kesimi çok düzgün yapılsa da kenarlardan hava sızıntısı sonucu ısı kazancı olabilir bu nedenle kenarlara silikon ve benzeri malzemelerle dolgu yapılmalıdır. Destekleyici ve soğutucu içi görünümü daha estetik hale getirebilmek için pleksiglas kullanılabilir. Pleksi 1,5-25 mm kalınlık ve 1000 x 3000 mm ebatlarında satılmaktadır. İstenen renkte ve ölçüde kesilip 90-130 °C sıcaklığa kadar ısıtılarak şekillendirilebilir.

İzolasyon uygulamalarının hangisi tercih edilirse edilsin dikkatli çalışılmalı gözlük, maske ve eldiven kullanılmalı kimyasalların doğrudan veya solunum v.b yollarla vücuda alınması engellenmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Profil kaynakları yapılmış ve korozyon tedbirleri alınmış soğutucu montaj iskeletinin yalıtımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yalıtım için hangi malzemeyi kullanacağınızı belirleyiniz.➤ Kullanacağınız straforu maket bıçağı kullanarak ölçüsünde kesiniz.➤ Kestiğiniz parçaları kabin kenarlarına silikon veya yapıştırıcıyla tutturunuz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Strafor, poliüretan malzeme ve ekipmanına göre daha çabuk ve ucuz temin edebileceğiniz bir yalıtım malzemesidir.➤ Yaralanmalara karşı dikkatli olunuz➤ Kimyasalların el ve gözlere temas etmemesine dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Pleksiglası veya paslanmaz sac kullanacaksanız duraliti, straforu destekleyecek şekilde kesiniz. 	
<ul style="list-style-type: none">➤ Vidalayarak veya pop perçinle (paslanmaz çelik sac kullanılacaksa) kaplamayı iskelete tutturunuz.	



KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Yalıtım için kullanacağınız malzemeyi belirlediniz mi?		
2.	Straforu kabininin monte edileceği yerin ölçülerine uygun olarak kestiniz mi?		
3.	Kestiğiniz parçaları kabin kenarına tutturdunuz mu?		
4.	Yalıtım malzemesini iç kısımdan kaplayacak malzemeyi ölçüsüne uygun kestiniz mi?		
5.	Kaplama malzemesini iskelete monte ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bir yalıtım malzemesi değildir?
A) Paslanmaz çelik sac
B) Poliüretan
C) Strafor
D) Isıcam
2. Strafor için dansite terimi hangi özelliği açıklar?
A) Sertlik
B) Suyu dayanıklılık
C) Yoğunluk
D) Yanmaya karşı dayanıklılık
3. Strafor kullanılan izolasyon uygulamasında aralıkları ve delikleri kapatmak için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) Bez parçaları
B) Mantar
C) Tahta parçaları
D) Silikon
4. Soğutucular için ısı geçirgenliğinin az oluşunun yanında bir yalıtım malzemesinin hangi özelliğe sahip olması önemlidir?
A) Suyu dayanıklılık
B) Hafiflik
C) Uzun ömürlü olması
D) Hepsi

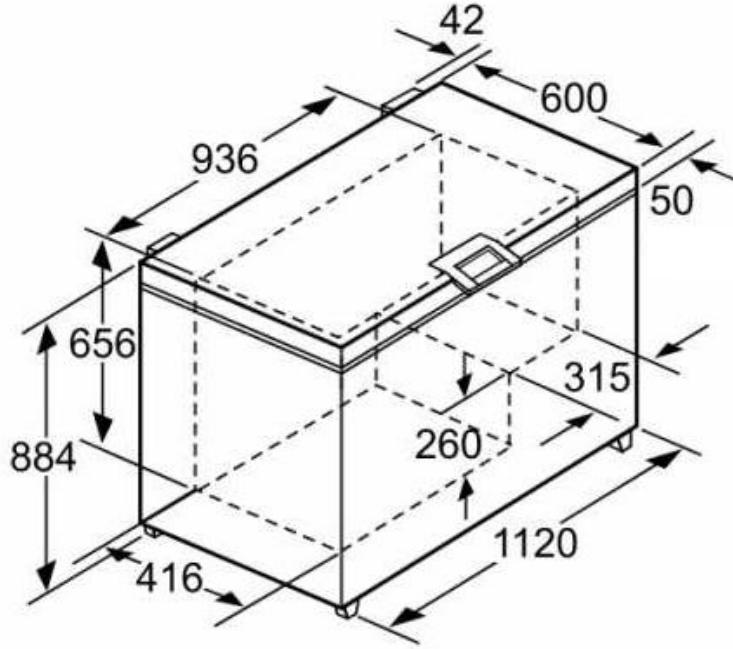
Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

5. () Poliüretan dökme veya püskürtme yöntemiyle uygulanır.
6. () Strafor çok sert olduğu için işlenmesi zordur.
7. () Poliüretan ev tipi buzdolaplarında iskelet vazifesi görür.
8. () Yalıtım kimyasalları sağlığa zararlıdır.

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME



Şekilde ölçüleri verilen soğutucunun soğutma sistem elemanlarını belirleyerek, montaj iskeletini çelik profilden elektrik ark kaynağıyla yapınız. İzolasyonunu ve dış görünüşünü tamamlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Soğutma sistemi için kullanılacak kompresörü belirleyiniz➤ Soğutucu kapasitesinin yaklaşık değerini boyutları dikkate alarak belirleyiniz.➤ Kondenser paket tip (boru-kanat tipi) olmalıdır.➤ Ev tipi soğutucular için en uygun genişleme elemanı kılcal borudur.➤ Yardımcı elemanlardan filtre seçimi kompresör gücüne göre belirlenir.➤ Sistem küçük kapasitede olduğunda genellikle hermetik kompresörün iç haznesi akümülatörün görevini yapabilir.➤ Profillerin kesilmesine başlamadan önce her bir parçayı ölçüleriyle yazabildiğiniz bir liste hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ev tipi soğutucular için hermetik pistonlu tip kompresör uygundur. Seçim yaparken kullanacağınız gaz türünü belirleyiniz.➤ Listeyi hazırlarken profillerin birleşim noktasını ve şekillerini de dikkate alınız.

- Profillemi ölçüsünde kesiniz.



- Elektrik ark kaynağıyla profilleri ölçüsünde birleştiriniz.



- Kaynak bitiminde taşlama işlemi yaparak birleşim yerlerini düzgünleştiriniz.



- İskeleti paslanmaya karşı korumak için antipas boya ile boyayınız.
- İskeleti rahat hareket ettirebilmek için altına tekerlek monte ediniz.

- Koruyucu eldiven ve gözlük kullanınız.

- Gönye kullanarak açılar kontrol ediniz.

- Koruyucu gözlük ve eldiven kullanınız.



- Yalıtım için hangi malzemeyi kullanacağınızı belirleyiniz.
- Kullanacağınız straforu maket bıçağı kullanarak ölçüsünde kesiniz.



- Kestiğiniz parçaları kabin kenarlarına silikon veya yapıştırıcıyla tutturunuz.



- Pleksiglası veya paslanmaz sac kullanacaksanız duraliti, straforu destekleyecek şekilde kesiniz.

- Yaralanmalara karşı dikkatli olunuz

- El ve gözlere temas etmemesine dikkat ediniz.



KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Soğutma sistemi kompresörünü belirlediniz mi?		
2	Kullanılacak kondenser ve evaporatör tipini belirlediniz mi?		
3	Filtre ve yardımcı elemanları belirlediniz mi?		
4	Verilen şekilden profil ölçülerini çıkarıp listeleyebildiniz mi?		
5	Profilleri ölçüsünde kesip birleştirebildiniz mi?		
6	İskeletin paslanmaya karşı koruma tedbirini aldınız mı?		
7	Yalıtım için hangi malzemeyi kullanacağınızı belirlediniz mi?		
8	Yalıtım malzemesini gerekli ölçüde kestiniz mi?		
9	Yalıtım malzemesini iskelete monte ettiniz mi?		
10	Yalıtım malzemesinin üzerini uygun malzemeyle kapattınız mı?		
11	Kaplama malzemesini iskelet üzerine sabitlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kontrol ederek kendinizi değerlendiriniz, “**Hayır**” yanıtlarınız var ise hayır yanıtlarınızla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü “**Evet**” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	A
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	D
4	D
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru

KAYNAKÇA

- MEB Yayınları - 2716, **Endüstriyel ve Ticari Soğutma Sis. Bakımı**, Ankara, 1994
- MEB Yayınları - 2702, **Soğutma ve İklimlendirme Cilt-I**, Ankara, 1994
- ÖZKUL Nuri, **Uygulamalı Soğutma Tekniği**, MMO Yayını, No. 115, 1988.
- ÖZKUL Nuri, **Uygulamalı Klima Tekniği**, KOSGEB Yayını, No. 21, Ankara, 1994.