

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE
İKLİMLENDİRME ALANI**

SOĞUTMA DEVRESİ PERFORMANSI

Ankara, 2014

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

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	2
1. SOĞUTMA DEVRESİ SICAKLIK DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ.....	2
1.1. Termometre Görevi ve Çeşitleri	2
1.2. Kompresör Çıkış Sıcaklığı	6
1.3. Kondenser Çıkış Sıcaklığı.....	8
1.4. Evaporatör Giriş ve Çıkış Sıcaklıkları	9
1.5. Ortam Sıcaklığı	11
1.6. Kabin İçi Sıcaklığı	11
1.7. Termostatla Kabin İçi Sıcaklığı Kontrolü	11
UYGULAMA FAALİYETİ	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	16
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	18
2. SOĞUTMA DEVRESİ BASINÇ DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ.....	18
2.1. Emme Hattı Basınç Değerinin Ölçülmesi	18
2.2. Basma Hattı Basınç Değerinin Ölçülmesi.....	20
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3	25
3. SOĞUTUCU CİHAZLARIN AKIM DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ	25
3.1. Soğutma Cihazlarının Kompresör Kalkış Akımı	25
3.2. Soğutma Cihazlarının Kompresör Daimi Akımı.....	29
UYGULAMA FAALİYETİ	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33
MODÜL DEĞERLENDİRME	34
CEVAP ANAHTARLARI	37
KAYNAKÇA	38

AÇIKLAMALAR

ALAN	Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme
DAL/MESLEK	Soğutma Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Soğutma Devresi Performansı
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, soğutucuların sıcaklık, basınç ve akım değerlerini ölçerek performansı hakkında değerlendirmede bulunmayı açıklayarak uygulatan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Devre performansını değerlendirmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam ve koşul sağlandığında, tekniğine uygun bir şekilde soğutucu performanslarını değerlendirebileceksiniz. Amaçlar 1. Soğutma devresinin sıcaklık değerlerini ölçerek değerlendirebileceksiniz. 2. Devrenin basınç değerlerini ölçerek değerlendirebileceksiniz. 3. Soğutma devresinin akım değerlerini ölçerek değerlendirebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye. Donanım: Kontrol kalem, yan keski, pense, yıldız tornavida, kablo pabucu, termometre, gaz hortumları, multimetre, pens ampermetre, dijital termostat, varsa dijital veya manuel manifold.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<ul style="list-style-type: none">➤ Modül içeriğinde yer alan faaliyetleri tamamladıktan sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi, beceri ve uygulamalarınızı değerlendireceksiniz.➤ Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (Ölçme testleri) ve uygulama testi yaparak, kazandığınız bilgi ve becerileri değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Performans testleri, üretim aşaması sonunda ürünün hedeflere uygunluğunu test eden bir değerlendirmedir. Ayrıca kullandığımız tüm alet ve gereçler bir süre sonra performanslarını kaybederler. Sebepler genellikle yanlış montaj, kirlilik veya arıza oluşumu şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Soğutma sistemleri teknisyeni olarak imal ettiğimiz veya bakım ve arıza giderme işlemleri yaptığımız soğutma sisteminin, performans ölçümlerini yaparak kullanım amacına uygunluğunu test etmemiz gerekir. Performans testinde sıcaklık, basınç ve elektrik tüketimi değerleri belirleyici unsurlardır. Soğutma sisteminin performans ölçümlerinde doğru veriler elde etmek ve yorumlamak önemlidir. Test ve ölçü aletlerinin özelliklerinin doğru olarak bilinmesi ve kullanımı güvenilir bilgiler elde etmemizi sağlayacaktır.

Soğutma Devresi Performansı modülünde yer alan bilgi ve faaliyetlerle soğutucu cihazların performans ölçümlerini yapabileceksiniz. Ölçülen değerleri yorumlayarak soğutma sistemi performans değerlerini belirleyebileceksiniz. Test ve ölçü cihazlarının öncelikle özelliklerini çok iyi bilmeli ve onları amacına uygun kullanmalısınız. Soğutucu cihazın doğru çalışıyor olması başta kullanıcı olmak üzere sizleri de memnun edecektir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyetle, soğutma sistemlerinin sıcaklık değerlerini ölçerek performansını değerlendirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Piyasada kullanılan veri kaydedicilerin (data logger) çeşitlerini araştırarak fiyat, özellik ve kaydetme ortamlarına göre karşılaştırınız.
- Dijital termometre çeşitlerini araştırınız.

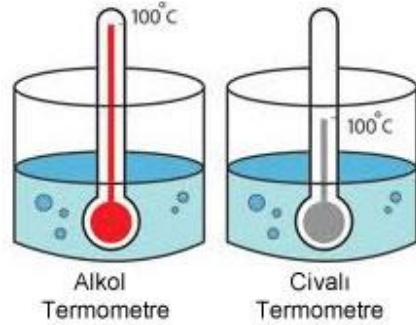
1. SOĞUTMA DEVRESİ SICAKLIK DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

1.1. Termometre Görevi ve Çeşitleri

Termometre, sıcaklık ölçen aletlerin genel adıdır. Termometre, eski Yunancadan gelen thermos kelimesiyle ölçüm anlamına gelen metros kelimesinin birleşiminden ortaya çıkmış yabancı kökenli bir kelimedir. Termometre dendiğinde akla gelenler sıvılı tip olarak bilinen, üzerinde derece bölüntüleri bulunan, cam malzemeden imal modellerdir. Sıvılı termometre modelleri, içerisinde renklendirilmiş, sıcaklıkla genişerek yükselen özel sıvılar bulunur. Sıvı çeşidi olarak civa veya alkol kullanılır. Her iki sıvının da sıcaklık değişimlerine göre orantılı bir genişleme katsayıları vardır.



Resim 1.1: termometre



Şekil 1.1: Alkollü ve civalı termometre

Cıva zehirli bir metaldir bu nedenle termometrenin kırılmasıyla yaşanan birçok zehirlenme vakası bulunmaktadır. Ayrıca cıvanın donma sıcaklığı $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğundan düşük sıcaklıklarda sağlıklı sonuçlar elde edilemez. Alkol ise karışım oranına bağlı olarak $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa kadar sıvı kalabilmektedir. Sıvılı termometreler okuma güçlüğünden dolayı çok hassas ölçümlerde kullanılamaz ve ani değişikliklerde tepki süresi uzundur.

Soğutma sistemlerinde kullanılan bir diğer tip termometre ise gazlı termometredir. Gazlı termometrelerde boru şeklinde haznede bulunan gazın (genellikle hidrojen gazı) sıcaklık değerine göre değişen hacim veya basınç değerinin mekanik bir düzenele gösterge kısmına aktarılması şeklinde çalışır. Günlük işlerde kullanmak için uygun değildir. Genellikle deneysel ölçümlerde tercih edilir. Genleşme prensibine göre çalışan bir başka termometre tipi de bimetal termometredir. Bimetal, iki farklı uzama katsayılı metalin birbirine yapıştırılmasıyla elde edilmiş ısıyla şekil değiştirebilen bir parçadır.



Resim 1.2: Bimetal termometre

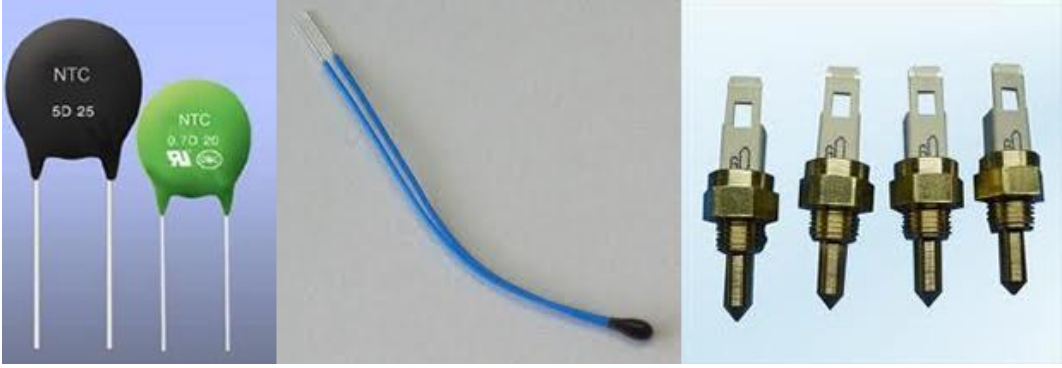


Resim 1.3: Gazlı termometre

Bimetal termometreler sanayi tipi kullanımlar için uygundur. Sıvıların ve özellikle kimyasal maddelerin ölçümünde tercih edilirler. Uygulamada en çok tercih edilen termometreler ise dijital termometrelerdir.

Dijital termometreler, elektronik devrelerde kullanılan özel maddelerden yapılmış iletkenlerin ısı etkisiyle direnç değerlerinin değişimi prensibiyle çalışır. Elektrik akımı, geçtiği telin çapı ve malzemenin çeşidine göre bir dirençle karşılaşır. Telin elektrik akımına gösterdiği direnç arttığında tel ısınmaya başlar. Özel malzemelerden üretilen bazı devre elemanlarının sıcaklıkla orantılı bir şekilde direnç değerleri de değişir. NTC adı verilen ve dijital termometre, termostat gibi devre elemanlarında duyurga olarak kullanılabilen özel iletkenler, sıcaklığa bağlı olarak direnç değerlerini düşürürler. Direncin bu özelliğinden faydalanılarak dijital işlemleri yürüten mikrodenetleyici (yonga bilgisayar) sıcaklık değerini hesaplayabilir. Dijital termometreler diğer termometre çeşitlerine göre daha hassas ölçüm yapabilir ve eğer cihazla ilgili bir sorun yoksa okuma hatası çok azdır. Sıcaklık duyurgası olarak NTC kullanılan dijital termometreler $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığında çalışır.

Soğutma sistemi sıcaklık ölçümlerinin çoğu için NTC tipi hissediciler yeterlidir. Daha yüksek örneğin bir fırının sıcaklığını ölçecek duyargaya ihtiyacımız varsa bu durumda termokupl adı verilen duyargalar kullanılır. Termokupl lar 700 °C sıcaklığa kadar ölçüm yapabilir.



Resim 1.4: NTC Sensörler (Duyargalar)

Resim 1.4 te solda görülen NTC ler (mercimek tanesi büyüklüğündedir) direk kart üzerine takılarak ortam sıcaklığını ölçerler, ortadaki tipleri ise evaporatör yüzeyi ve dondurucu bölmede sıcaklık ölçümünde kullanılır, sağ taraftaki duyargalar ise boru içindeki akışkanın sıcaklığını ölçmek için uygundur. Dijital termometrelerin ve termostatların kullanımı günümüzde artmaktadır. Bu artışa paralel olarak çeşitlilik ve fonksiyon sayısı da artmaktadır. Günümüzde ev tipi soğutucuların büyük bir kısmında dijital kartlar ve NTC sensörle donatılan ölçme ve kontrol sistemleri kullanılmaktadır.



Resim 1.5: Dijital termometreler

Vitrin ve market tipi soğutucuların kontrolünde dijital termostatlar kullanılır. Dijital termostat, termometrenin görevini yapmakla birlikte üzerinde bulunan rölelerle kompresör, fanlar ve buz eritme ısıtıcılarını (defrost) kontrol edebilir. Atölyede kullanacağınız bir termometreye ihtiyacınız varsa sadece termometre fonksiyonu olan bir cihaz almak yerine dijital termostat kullanmak daha uygundur. Dijital termostatlar iç ve dış sıcaklıkları ölçmenin yanında ayarlandığı bir sıcaklık değerine geldiğinde alarm verebilir veya bağlayacağınız bir ikaz lambasını yakabilir.



Resim 1.6: Dijital termostat

Sıcaklık ölçümünü uzunca bir süre yaparak verilerle diyagram veya raporlar hazırlanacaksa belirli aralıklarda ölçüm yaparak kayıt tutabilen veri kaydediciler (data logger) kullanılabilir. Veri kaydediciler için çeşitli tipler ve fonksiyonlar için üretilirler. Genellikle sıcaklık ve nem bilgilerini kendi üzerindeki hafızaya, bir bilgisayara direk olarak bağlanarak veya kablosuz haberleşme kanalıyla internet ortamına kayıt alabilirler. Veri kaydedicinin avantajı zaman aralıklarını bir kez ayarladığımızda ölçümü istediğiniz kadar tekrarlayabilmesi ve kaydedebilmesidir.



Resim 1.7: Veri kaydediciler (datalogger)

Sıcaklık verisi almak istendiğinde birçok seçenek vardır. Soğutma sistemi için kullanılabilirliği göz önüne alındığında, dijital termostat fiyat ve verim bakımından en iyi seçim olacaktır. Ayrıca imalini gerçekleştirdiğiniz soğutucuda dijital termostat kullanarak hem test hem de kontrol sistemi ihtiyacını karşılamış olursunuz.

1.2. Kompresör Çıkış Sıcaklığı

Soğutma sisteminde sıcaklık ölçümleri, performans bakımından soğutucuyu değerlendirmek için en önemli ölçümlerdir. Hedeflenen soğutma evaporatörde yani soğutucu bölümde gerçekleşse de kompresör çıkış sıcaklığı gaz dolaşımının istenen şekilde olup olmadığını gösterir. Soğutma çevriminde kompresör gazı sıkıştıran elemandır. Isı atılmadığında bir gazın hacmini daraltmak (sıkıştırmak) sıcaklığın yükselmesine sebep olur. Sıcaklık ortam sıcaklığını geçmelidir ki ısı dışarıya atılabilsin ve sıvılaşma başlasın. Gaz türü ne olursa olsun kondenserin sıcaklığı 35 °C'nin altında olmamalıdır. Soğutma sisteminin özellikle yaz aylarında 35 °C'ye varan ortamlarda çalışması gerektiği düşünüldüğünde 35-40 °C arasında kondenser sıcaklığı sınır değer kabul edilebilir. Tablo 1.1' de bazı soğutucu akışkanların basınç-sıcaklık ilişkisi görülmektedir.

SOĞUTUCU GAZLARIN BASINÇ - SICAKLIK TABLOSU

SICAKLIK		BASINÇ											
		R-22		R-134a		R-404A		R-410A		R-507A		R-717(NH ₃)	
°C	°F	bar	psi	bar	psi	bar	psi	bar	psi	bar	psi	bar	psi
30	86,0	11,919	172,869	7,702	111,707	14,135	205,010	18,970	275,135	14,608	211,870	11,672	169,287
32	89,6	12,552	182,050	8,154	118,267	14,871	215,684	19,960	289,494	15,365	222,849	12,382	179,585
34	93	13,210	191,594	8,626	125,113	15,636	226,780	21,000	304,577	16,151	234,249	13,124	190,346
36	96,8	13,892	201,485	9,119	132,252	16,431	238,310	22,080	320,241	16,967	246,084	13,900	201,601
38	100,4	14,601	211,768	9,632	139,692	17,256	250,276	23,200	336,485	17,814	258,369	14,709	213,335
40	104,0	15,336	222,428	10,166	147,444	18,112	262,691	24,360	353,310	18,692	271,103	15,554	225,590
42	107,6	16,098	233,480	10,722	155,508	19,000	275,570	25,560	370,714	19,603	284,316	16,435	238,368
44	111,2	16,887	244,924	11,301	163,906	19,922	288,942	26,810	388,844	20,547	298,007	17,353	251,682
46	114,8	17,704	256,773	11,903	172,637	20,877	302,793	28,100	407,554	21,526	312,206	18,310	265,562
48	118,4	18,551	269,058	12,529	181,717	21,868	317,167	29,440	426,988	22,541	326,928	19,305	279,994
50	122	19,427	281,763	13,179	191,144	22,896	332,076	30,830	447,149	23,592	342,171	20,340	295,005

Tablo 1.1: Gazların basıncı ve sıcaklığı arasındaki ilişki

Soğutucu gazların büyük bir kısmı ideal gazdır. Bir gazın ideal olması basınç ve sıcaklığının orantılı bir şekilde değişeceği anlamına gelir. Başka bir deyişle basınç değeri bilinen bir gazın sıcaklığı veya sıcaklık değeri bilinen bir gazın basıncı bulunabilir. Karışım gaz olarak bilinen (R-4xx) soğutucu akışkanlarda bu sıcaklık basınç uyumu birkaç derece farklar ortaya çıkarabilir ki bu duruma sıcaklık kayması denir. Örneğin R22 gazı kullanan bir sistemde yaklaşık 16 bar (230 psi) çıkış basıncı ölçüyorsak gazın 50 °C sıcaklığa sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Sıcaklık ölçümü yaparken bir yandan basınç ölçümü yapmak ölçtüğümüz sıcaklık değerinin doğrulanmasını sağlayacaktır. Örneğe göre eğer kompresör çıkışında 16 bar basınç ölçüp 20 °C sıcaklık ölçüyorsak, yaptığımız sıcaklık ölçümü hatalıdır. Teknolojik ürünler sıcaklık ve basınç ölçümünü bir arada yapmamızı sağlayacak şekilde imal edilmektedirler. Resim 1.8’ de görülen dijital manifold gaz basıncı yanında istediğimiz yerden sıcaklık ölçümü yapabileceğimiz 2 adet NTC tipi sıcaklık algılayıcı sağlamaktadır.



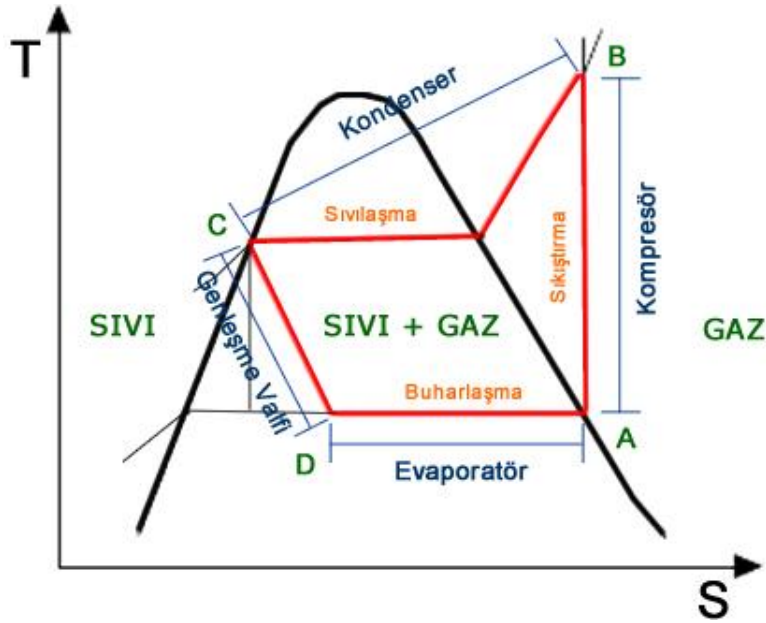
Resim 1.8: Dijital gaz manifoldu

Dijital gaz manifoldunda ölçümünüzü kompresör çıkış basıncıyla birlikte çıkış borusuna duyargalarını tutturarak sıcaklık değerini kontrol edebilirsiniz. Dijital manifoldunuz yoksa dijital termostatın duyargasını bir izole bantla çıkış borusuna tutturarak sıcaklık değerini okuyabilirsiniz.

Sistem çalışmaya başladıktan bir süre sonra ölçüm değerlerini okumaya ve yorumlamaya başlarız. Sistemin ısı dengesini bulması büyüklüğüne göre değişmekle birlikte küçük sistemlerde 15-20 dakika beklemek yeterlidir. Kompresör çıkış sıcaklığınız (R-22 gazı için) 50 °C civarında değilse gazın eksik olduğu veya kompresörün sıkıştırma görevini yapmadığı sonucuna varılabilir. Kılcal boru kullanılmışsa büyük çaplı veya kısa kullanıldığı bu nedenle yeterli sıkıştırma yapılmadığı sonucu da ortaya çıkabilir. Eğer kompresör çıkış sıcaklığını 75 °C ve üzerinde ölçüyorsanız kompresörün sıkışması (tıkanıklık, genişleme valfinin çok az soğutucu geçirmesi gibi sebepler) veya gaz fazlalığından söz edilebilir. Performans için bir sonuca varmak ancak tüm noktalardaki kontrollerden sonra mümkündür.

1.3. Kondenser Çıkış Sıcaklığı

Kondenser soğutma sisteminin dışarıya ısı attığı elemandır. Kondenserin ısı yükü evaporatörden fazladır çünkü evaporatörün çektiği ısının yanında kompresörün iş harcayan eleman olarak açığa çıkarıp gaza yüklediği ısıyı da atması gerekmektedir. Kondenser çıkışı ısı atım işleminin doğru yapılıp yapılmadığı hakkında bilgi verebilir. Kondenser çıkışı gazın ısı atarak sıvılaştığı yer olarak düşünüldüğünde, girişten daha düşük sıcaklıkta olması gerekmektedir. Gaz hâlindeki soğutucu akışkanın sıvı hâle geçmesi sabit basınçta gerçekleşir yani kompresör çıkışından genleşme valfi çıkışına kadar basınç sabittir. Sıcaklık farkını oluşturan gazın gizli ısısının ve kompresörün yüklediği ısının atılmasıdır.



Şekil 1.2: Sıcaklık-Entropi diyagramı

Entropi, bir maddenin içerisindeki faydasız enerjinin oranını gösterir. Entropisi yüksek madde potansiyel enerjisi azalmış (açığa çıkmış) ve düzensizliği artmıştır. Şekil 1.2' de sıcaklık(T)-entropi(S) diyagramı görülmektedir. Kompresörün sıkıştırma etkisi sıcaklık artışına sebep olur.

Kondenser gazı önce bir miktar soğutur sonra da sabit sıcaklıkta sıvılaştırır. Kondenserin sıvılaşma öncesi sıcaklık düşümü kullanılan gaza bağlı olmakla birlikte, 15-20 °C civarındadır. Gazın kompresörden çıkış sıcaklığı 55 °C olduğu düşünüldüğünde kondenser sonrası sıcaklık 35-40 °C civarında olmalıdır.



Resim 1.9: NTC bağlantısı

Sıcaklığın daha yüksek olması ısı atma işlevinin yerine getirilmediğinin belirtisidir. Aynı zamanda yüksek evaporatör giriş sıcaklığı verimi düşürür. Sıcaklık dengesinin verim arttıracak şekilde değiştirilmesi amacıyla aşırı soğutma (subcooling) denilen bir yöntem kullanılmaktadır. Amaç kondenser çıkış sıcaklığını biraz daha düşürmek ve evaporatöre sıcak gaz gitmesini önlemektir. Aşırı soğutma için kondenser çıkışı bir eşanjör (ısı değiştirici) yardımıyla evaporatör çıkışındaki soğuk gazla ısı alışverişine zorlanır.(Resim 1.10) Ev tipi ve küçük ticari tip buzdolaplarında kılcal boru evaporatör dönüş borusuna sarılarak eşanjör görevini üstlenir ve evaporatör dönüşüne ısı vererek sıvı soğutucu akışkanı biraz daha soğutur. Böylece sıvı hâle geçemeyen soğutucu akışkan, tamamen sıvı olarak ve sıcaklığını biraz daha düşürerek evaporatöre gelir.

Ölçüm yaparken aşırı soğutma öncesi veya sonrasında ölçüm yapmamız sıcaklıklar arasındaki farkı ve aşırı soğutmanın faydasını anlamamıza yardımcı olacaktır.

1.4. Evaporatör Giriş ve Çıkış Sıcaklıkları

Evaporatör girişi, sıkışmış sıvı hâldeki soğutucu akışkanın düşük basınçtaki emme hattına giriş kısmı olduğundan en düşük sıcaklık ve hızlı buharlaşmanın olduğu noktadır. Kılcal borudan evaporatöre girişte görülen hızlı buharlaşma, boru dışında karlanma şeklinde görülebilir. Karlanma aynı zamanda sıvı soğutucu akışkanın bulunduğu bir göstergesidir. Evaporatör verimini değerlendirmek için giriş sıcaklığı yerine çıkış sıcaklığı bir gösterge olabilir. Sistemdeki gaz, fazla veya eksik de olsa giriş kısmında karlanma ve düşük sıcaklık görüleceğinden, çıkış sıcaklığını kontrol etmek, verim hakkında daha kolay değerlendirme sağlayabilir.



Resim 1.10: Evaporatör ve kızdırma sıcaklığı (superheat) ölçümü

Soğutma sistemi imalatı sektöründe faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli firmalar, gaz miktarını tespit etmek ve sistem verimini değerlendirmek için sadece evaporatör çıkış sıcaklığını dikkate alırlar. Evaporatör sıcaklığını ölçmek yerine, karlama miktarını kontrol ederek (evaporatör çıkışının karlamasına bakarak) gazın yeterliliğini test ederler. Sadece karlama miktarı çoğunlukla doğru sonuç verse de mevsimsel şartlar, ortamın ve ürünün özellikleri dikkate alındığında, teknik ölçümler yapmak daha kesin sonuçlar verecektir.

Evaporatör sıcaklığının yeterli olup olmaması, istenen soğuk ortam sıcaklık değerlerine bağlıdır. Hava soğutmalı bir evaporatör taşınım havasını ortam sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta soğutucu içine göndermelidir. Pratikte 5 °C ve üzerinde ortam sıcaklığı elde edecek bir soğutucu evaporatörünün, ortam sıcaklığından en az 7-10 °C daha düşük sıcaklıkta yani -2 ile -5 °C arasında bir yüzey sıcaklığına sahip olması gerekir. Sıfırın altındaki sıcaklık derecelerinde bu fark soğutucu gazın çeşidine ve defrost sıklığına göre değişebilir.

Ölçümlerde dikkat edilmesi gereken bir konu da süperheat miktarıdır. Bir önceki konuda değinildiği gibi aşırı soğutma (evaporatör için süperheat terimi kullanılır) kondenser çıkışını soğutan, evaporatör çıkışını ise ısıtan bir etki gösterir. Süperheat, soğutucu akışkanın tamamının buharlaştırmasından sonra bir miktar daha ısıtılması işlemidir. Kompresöre sıvı gitmesine engel olması ve sistem verimini arttırması, en önemli faydalarındandır. Süperheat miktarı kompresör emiş hattı girişindeki sıcaklık ile yine aynı noktada ölçülen basınç değerine karşılık gelen sıcaklık miktarının farkıdır. Örneğin R22 gazı kullanılan bir sistemde, kompresör emiş hattı basıncı 3,5 bar yine aynı noktada (kompresör emiş hattında) sıcaklık -3 °C ölçülüyorsa önce gazın basınç – sıcaklık (P-T) tablosundan 3,5 bar basınca denk gelen sıcaklık değeri okunur. R22 gazının 3,5 bar basınçtaki sıcaklığı -10 °C okunur.

İki sıcaklık değeri arasındaki fark (7 °C) süperheat miktarıdır. Süperheat miktarı düşükse kompresöre sıvı soğutucu akışkan gitmesine yol açabilir. Yüksek süperheat (>7 °C) ise evaporatörün verimsiz çalıştığını, gaz eksikliğini veya genleşme valfinin yeterince gaz geçirmediğini işaret eder.

Ölçümlerde daha önce belirtildiği gibi dijital termostatlar kullanılabilir. NTC duyurga bağlantıları resimde (Resim 1.9) gösterildiği gibi bant veya kasa yardımıyla yapılabilir.

1.5. Ortam Sıcaklığı

Ortam sıcaklığı özellikle kondenseri ortam içerisine ısı atan soğutma sistemleri için önemli bir performans göstergesidir. Yüksek ortam sıcaklığı kondenserin ısı atışını azaltacağı gibi soğutucunun da çabuk ısınmasına sebep olur. Ölçümler basit bir termometreyle yapılabilir. Ortam sıcaklığı sürekli yüksek olan (fırın, mutfak v.b.) yerlerde kondenser dışarıya konarak (klima dış ünitesi gibi) verim artırılmalıdır.

Ortam sıcaklığının değeri rejime giriş zamanını etkiler. Basılan gaz miktarı konusunda yorumda bulunmadan önce sıcaklık değişimleri gözlenmelidir.

1.6. Kabin İçi Sıcaklığı

Soğutucunun kullanım amacı kabin içi sıcaklığını belirleyen unsurdur. Örneğin ev tipi buzdolaplarında dondurucu bölme sıcaklığı -24 °C civarında olabilirken soğutucu bölmenin 2 ile 9 °C aralığında olması istenir. Soğutucu cihazımız dondurucu işlevi göreceksa sıcaklık değerinin -18 °C den daha yüksek olmaması gerekmektedir. İçecek saklama amaçlı imal edilen dolaplar 5 ile 10 °C aralığında çalışmalıdır. Ürün cinsi de çalışma şartlarını belirleyici bir unsurdur. Örneğin meyve ve sebzelerin geneli için 5 °C lik sıcaklık uygunken muz için en uygun sıcaklık 14 °C' dir.

Performans testini yaptığımız cihazın kullanım amacını ve saklanacak ürün tipini belirledikten sonra hedef sıcaklık değeri belirlenmelidir. Yapılacak ölçümlerde rejime girme (dengeli çalışma veya hedef çalışma durumu) ölçütü kabin içi sıcaklığıdır. Kabin içi sıcaklığı ölçülürken soğutucu kapağı açılıp kapanmamalı çok zorunlu ise belirli zaman aralıklarıyla ve hızlı bir şekilde yapılmalıdır.

1.7. Termostatla Kabin İçi Sıcaklığı Kontrolü

Kabin iç sıcaklığı ölçümü soğutucu boşken ve ürünle doluyken ayrı ayrı yapılmalıdır. Her iki durumda ölçülen değerler ayrı değerlendirilerek sıcaklık – zaman diyagramı hazırlanmalı veriler bu diyagramın yardımıyla değerlendirilmelidir. Kabin içi sıcaklığı için dışardan okuyabileceğimiz dijital termostat kullanılmalıdır. Kabin içinde kalan ölçüm cihazı, soğutucu kapağını sıkça açıp kapamamızı gerektireceği için tercih edilmemelidir. Dijital termostat, elektrik ve NTC duyurga bağlantısından sonra resimdeki gibi soğutucu içerisinde ölçüm yapacağımız kısma bırakılır.



Resim 1.11: Kabin İçi Sıcaklık Ölçümü

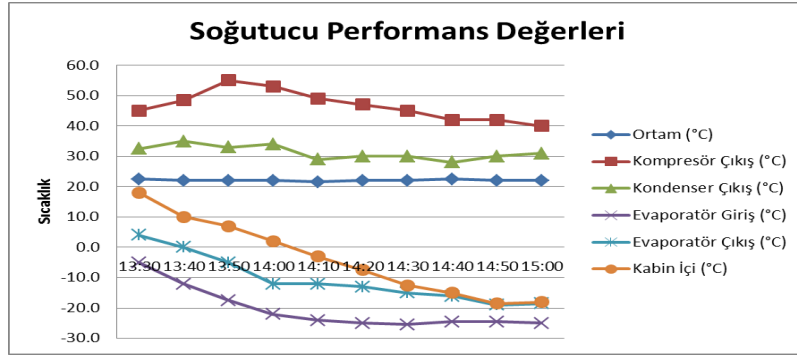
Kablodaki sıcaklık değişimi önemli olmadığından gazlı termometrelere göre daha kesin sonuç alınabilir. Kablosuz bağlantıyla okuma yapabilen veya üzerindeki hafıza kartına belirli zaman aralıklarıyla ölçüm değerlerini yazabilen veri kaydediciler (datalogger) bulunmaktaysa da fiyatları çok pahalıdır. Dijital termostat kullanarak, 10'ar dakika aralıklarla ölçüm değerini okuyup yapacağımız çizelgeye kaydederek veri kaydedicinin yaptığı işi biz de yapabiliriz.

Sıcaklık değerlerini bir sonraki sayfada örnek olarak verilene benzer bir tabloya (tablo 1.2) kaydediniz. Tablo verileri girildikten sonra verileri değerlendirmenin en iyi yolu grafik hazırlamaktır. Grafik için veri olarak zaman ve birden fazla sıcaklık değeri olduğu için, tabloyu elle doldurabileceğiniz gibi bir hesap tablosu yazılımı (Excel gibi) kullanarak, tablodan üretilecek grafikleri otomatik olarak oluşturabilirsiniz. Grafik, değerlerin tamamını tek seferde görüntülemek amacıyla çizgi grafik olmalıdır. İki soğutucunun performans grafiklerini yan yana koyduğumuzda soğutucuların karşılaştırması yapılabilir. (Grafik 1.1)

Günümüzde teknolojik ürünler ayrıntılı veri analizleri yapmayı ve farklı teknikler kullanarak daha kısa sürede ürün iyileştirmesinde bulunmayı kolaylaştırmıştır. Atölye ve malzeme imkânlarınız yeterli ise farklı yalıtım malzemeleri, gazlar ve ürünler kullanarak testleri tekrarlayın. Soğutucu imalatı yapan büyük firmalar, ürünlerini daha verimli hâle getirmek için biraz daha detaylı benzer testler yaparak sonuçlarına göre üretimlerine yön vermektedirler. Soğutucunun verimi sadece sıcaklık verileriyle anlaşılmaz basınç ve elektrik tüketim değerleri de sonucu etkiler.

SOĞUTUCU PERFORMANS TESTİ SICAKLIK DEĞERLERİ							
Ölçüm Yapılan Soğutucunun	Tipi	Modeli / Adı	Soğutucu Gaz	Komp. Gücü			
	Ev Tipi Soğutucu		R-22	1/2 HP			
S.No	Ölçüm Zamanı (saat : dakika)	Ortam (°C)	Kompresör Çıkış (°C)	Kondenser Çıkış (°C)	Evaporatör Giriş (°C)	Evaporatör Çıkış (°C)	Kabin İçi (°C)
1	13:30	22.5	45.0	32.5	-5.0	4.0	18.0
2	13:40	22.0	48.5	35.0	-12.0	0.0	10.0
3	13:50	22.0	55.0	33.0	-17.5	-5.0	7.0
4	14:00	22.0	53.0	34.0	-22.0	-12.0	2.0
5	14:10	21.5	49.0	29.0	-24.0	-12.0	-3.0
6	14:20	22.0	47.0	30.0	-25.0	-13.0	-7.5
7	14:30	22.0	45.0	30.0	-25.5	-15.0	-12.5
8	14:40	22.5	42.0	28.0	-24.5	-16.0	-15.0
9	14:50	22.0	42.0	30.0	-24.5	-19.0	-18.5
10	15:00	22.0	40.0	31.0	-25.0	-18.5	-18.0

Tablo 1.2: Örnek Performans Değerlendirme Tablosu



Grafik 1.1: Örnek performans değerlendirme grafiği

UYGULAMA FAALİYETİ

Soğutucunun sıcaklık performans ölçümlerini yaparak performans değerlendirme tablosu ve grafiğini elde ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız performans tablosunu hazırlayınız.➤ Kullanacağınız dijital termostatların elektrik ve duyarğa (NTC) bağlantısını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Bilgisayar kullanın. Excel programı hem tablo oluşturmanızı hem de grafik elde etmenizi kolaylaştırır.➤ Kablo pabuçları kullanın. Kablo pabuçları bağlantının güvenli ve sağlam olmasını sağlar. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Duyargaları ölçüm yapacağınız noktalara konumlandırınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Duyargaların borulara yüzey temasının tam olmasına dikkat edin. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Soğutucuyu çalıştırınız.➤ Soğutucunun termostat ayarını en iyi soğutma konumuna (maksimum)	<ul style="list-style-type: none">➤ Karışıklığa sebep olmamak için kabloları gruplayın.

getiriniz.

- 10'ar dakika aralıklarla sıcaklıkları ölçüp önceden hazırladığınız tabloya işleyiniz.
- Ölçümleri tamamladıktan sonra performans grafiğini hazırlayıp sonuçları değerlendiriniz.



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	Soğutucunun sıcaklık performans testi için verileri kaydedeceğiniz tabloyu hazırladınız mı?		
2	Ölçü aletlerini hazırladınız mı?		
3	Ölçü aletlerini ve duyardıklarını doğru noktalara konumlandırınız mı?		
4	Soğutucuyu çalıştırıp termostatını en iyi soğutma konumuna getirdiniz mi?		
5	10' ar dakika aralıklarla sıcaklık değerlerini ölçüp tabloya yazdınız mı?		
6	Ölçümü tamamladıktan sonra performans grafiğini diğer ölçüm değerleriyle karşılaştırarak değerlendirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Ölçüm kesinliği ve kullanım kolaylığı bakımından hangi termometre çeşidi diğerlerine göre daha çok tercih edilmektedir?
A) Civalı Termometre
B) Gazlı Termometre
C) Dijital Termometre
D) Camlı Termometre
- NTC duyarganın çalışma şekli aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
A) Sıcaklığa bağlı olarak direnç değeri artar
B) Sıcaklığa bağlı olarak direnci düşer
C) İçindeki gaz basıncına göre çalışır
D) Sıcaklık değerine göre akım üretir
- Sıcaklığı dijital olarak ölçebilen ayrıca kompresör, fan ve defrost sistemini çalıştırıp durdurabilen ölçü ve kontrol aleti aşağıdakilerden hangisidir?
A) Dijital termostat
B) Dijital termometre
C) Gazlı termometre
D) Termokupl
- Kompresör emiş hattında $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ölçülen bir sistem için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?
A) Kompresörün emiş hattına sıvı soğutucu akışkan geliyor.
B) Evaporatör verimsiz çalışıyor.
C) Sistemin soğutucu gazı fazla basılmış.
D) Sistemin soğutucu gazı eksik basılmış.
- Kompresörün basma hattındaki sıcaklığın çok yüksek olmasının sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?
A) Soğutucu gazın eksikliği
B) Kılcal borunun çok geniş veya kısa seçimi
C) Kondenser fanı arızası veya yetersizliği
D) Kondenser hacminin büyük seçilmesi
- İç mekanda (örn. mutfak) bulunan, verimli çalışan bir sistemde kondenser sıcaklığı aşağıdakilerden hangisi olamaz?
A) $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
B) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
C) $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
D) $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Soğutulacak ortam sıcaklığı $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan bir sistemde hava soğutmalı bir evaporatörün yüzey sıcaklığı aşağıdakilerden hangisi olamaz?
A) $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
B) $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
C) 0
D) $5\text{ }^{\circ}\text{C}$

8. Aşırı soğutma (subcooling) sıcaklıklara nasıl bir etki gösterir?
- A) Evaporatör çıkış sıcaklığını artırır, kondenser çıkış sıcaklığını düşürür.
 - B) Evaporatör çıkış sıcaklığını düşürür, kondenser çıkış sıcaklığını artırır.
 - C) Sıcaklıklara bir etkisi olmaz.
 - D) Kompresör emiş hattı sıcaklığını düşürür.
9. Evaporatör sıcaklığı istenen seviyeye geldiği hâlde soğutulacak ortam sıcaklığı düşmüyorsa sebebi aşağıdakilerden hangisi olamaz?
- A) Yalıtım yetersizliği
 - B) Kapı contası ve şeklinin hava sızıntısını yeterince engellememesi
 - C) Soğutucu gaz miktarının yetersizliği
 - D) Aşırı miktarda ve sıcak şekilde ürün yükleme
10. Performans grafiği çizmek hangi konuda kolaylık sağlar?
- A) Sistemi farklı yüklerde karşılaştırma
 - B) Farklı soğutucuların eşit şartlarda performansını karşılaştırma
 - C) Sıcaklık değişimlerinin birbirine etkisini görme
 - D) Hepsi

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 soğutucunun emme ve basma basınç değerlerini ölçecek ve performans değerlendirmesinde bulunabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Soğutma sistemleri imalatı yapan firmaların basınç ölçümünde kullandığı cihazları araştırınız.
- Basınç anahtarı, basınç sensörünün çeşitleri ve çalışma şekillerini araştırınız.
- R410a ve R22 gazlarının servisinde kullanılan ekipmanların farklılıklarını araştırınız.

2. SOĞUTMA DEVRESİ BASINÇ DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Soğutma çevrimi gazın sistemde kompresör ve genişleme valfi yardımıyla sıkıştırılıp kontrollü olarak buharlaştırılması prensibine göre çalışır. Soğutma sisteminin test aşamasında öncelikli performans belirleyicisi sıcaklıktır. Ancak özellikle bir sorunla karşılaşıldığında gazın eksikliği veya fazlalığını, genişleme valfinin, kompresörün ve diğer elemanların işlevliliğini kontrol etmek için basınç ölçümü zorunludur. Soğutucu gazlar farklı özelliklere sahip olduğundan ölçülen basınç değerlerinin yorumlanmasında gaz cinsine de dikkat edilmelidir.

2.1. Emme Hattı Basınç Değerinin Ölçülmesi

Soğutma sisteminde iki basınç bölgesi vardır. Genişleme valfi ve kompresör arasında kondenser tarafı yüksek basınç, evaporatör tarafı ise alçak basınçlıdır. Kompresör ve genişleme valfinin doğru büyüklükte ve çalışma şartlarına uygun seçildiği kabul edilirse emme hattı basıncının düşük olması ve basma hattı basıncının daha yüksek olması gerekir. Örneğin; R22 gazı için soğutma sisteminin basınçlı tarafı (kondenserin bulunduğu bölüm) 10-12 bar (~150-180 psi) arasında, alçak basınç tarafında ise 4-6 bar civarında olması gerekir. İlk çalıştırmada biraz bekleyerek eğer sistemde emme hattı basıncını 2 bar veya daha düşük ölçüyorsanız sistemin gazı eksik olabilir. Kesin sonuca varmak için basma hattının da ölçülmesi gerekir. Basınç ölçümü için manometreler kullanılır.

Soğutma sistemlerinin imalatı, tamir ve bakım işlerinde “gaz manifoldu” adı verilen üzerinde alçak basınç (mavi) ve yüksek basınç (kırmızı) manometreleriyle bunlara ait valfleri içeren aletler kullanılır. Resim 2.1’ de elle kontrollü (manuel) ve dijital gaz manifoldu görülmektedir.



Resim 2.1: Gaz manifoldları

Soğutma sistemine gaz manifoldunun bağlantısı servis valfinin servis ucundan yapılır. Özellikle ev tipi soğutucuların birçoğunda servis valfi bulunmaz bu nedenle servis ucundan (siboplu boru) emme hattı basıncını ölçebiliriz.



Resim 2.2: Servis borusu bağlantı noktaları

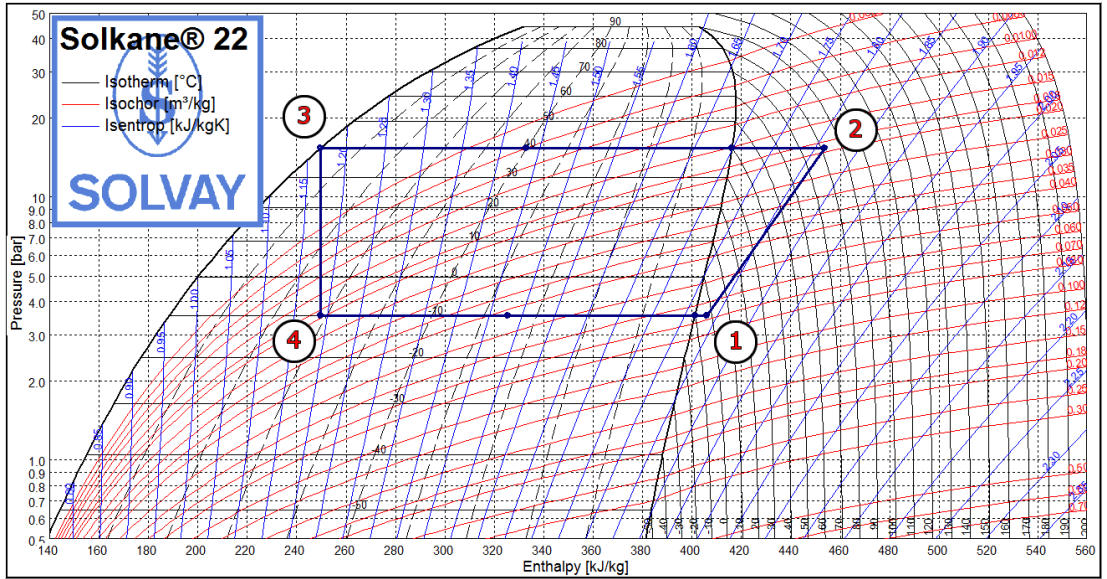
Basınç ölçümü için bağlantılar yapılırken sibop bulunan bağlantı ağızlarına hortumun sibop ucu bulunan tarafının sıkılmasına dikkat edilmelidir. Ölçüm sonuçları okunurken manometrelerin tam göz hizasında ve karşıdan bakılarak okunması önemlidir.

Cihaz çalıştırılıp bir süre beklendikten sonra manometre basınçları ölçülür. Eğer dijital manifold kullanıyorsak gaz türü ve basınç / sıcaklık birimleri ayarlarının yapılmasından sonra ölçüme başlanmalıdır. Ölçüm sonuçları belirli aralıklarla tekrar edilerek sonuçlar kaydedilmelidir.

2.2. Basma Hattı Basınç Değerinin Ölçülmesi

Basma hattının basınç değeri ölçümünde, emme hattı basıncının ölçümü gibi öncelikle siboplu taraflara uygun bağlantı ucunun bağlandığından emin olarak gaz manifoldu bağlanır. Okuma dikkatli bir şekilde belirli zaman aralıklarıyla yapılarak kaydedilir.

Emme ve basma hattında gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları, kayıplar göz önüne alınmadan (ideal) gazların basınç ve sıcaklıklarıyla ilgili laboratuvar ölçümlerinden elde edilmiş tablo veya diyagramlardan faydalanılır. Çevrimin gerçekleştiği sıcaklık ve basınç değerleriyle soğutma etkisini elde etmek için gereken akışkan miktarının hesaplandığı basınç-entalpi (PH) ve sıcaklık-entropi (TS) diyagramları değerlendirme için kullanılır. Örneğin belirli bir sıcaklıkta bulunan gazın basıncı ölçüldüğünde, değer diyagramlara uygunluğu kontrol edilmelidir. Anormal bir durum varsa bu sayede tespit edilecektir. Aşağıdaki örnek P-H (Sıcaklık-Entalpi) diyagramı, soğutucunun 40 °C kondenser, -10 °C evaporatör sıcaklığı arasında çalışacağı planlanarak hazırlanmıştır. Sistemde gaz dolaşımının 1 ve 2 noktaları arasını kompresör emiş ve basma hattı olarak düşünürsek diyagrama göre gazın kompresör çıkış basıncının 15 bar olacağı görülüyor yine diyagrama göre R22 gazının kompresör emişindeki basıncı ise yaklaşık 4 bar olacaktır. Daha önce belirtildiği gibi bu değerler, kayıplar göz önüne alınmadan yapılan deneylerle elde edilmiştir.



Resim 2.3: P-H diyagramından yaklaşık basınç değeri belirleme



Resim 2.4: Basınç ölçümü


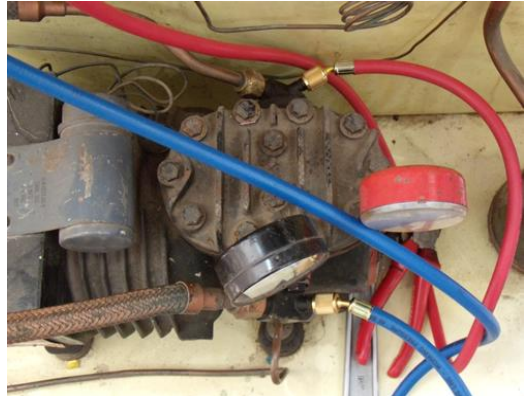

Ölçtüğümüz basınç değerleriyle diyagramdan bulduğumuz değerler tam olarak birbirine örtüşmeyebilir. Ancak ölçüm sonuçlarıyla diyagramdan elde edilen değerler birbirine yakın olmalıdır. Basma hattında 20 barın üzerinde veya 10 barın altında basınç değerleri ölçüyorsak sistem için kararlı çalışmasını engelleyen bir durumdan söz edilebilir. Benzeri şekilde emiş hattında 8 bar ve üstünde veya 1 bar ve altında değerler ölçülüyorsa başta gazın fazla veya eksik basılmasından olmak üzere, değişik ihtimaller üzerinde durarak kontroller yapmamız gerekir. Basınç değerlerinin anormal ölçümleri için aşağıdaki ihtimaller göz önüne alınmalıdır.

- Basınç ölçümü basma tarafında %50 oranında büyük değerler veriyorsa, tıkanıklık veya gaz fazlalığı ihtimalleri gözden geçirilmelidir.
- Ölçüm sonuçları %50 oranında düşük değerler veriyorsa, bu kez gaz eksikliği, verimsiz çalışan veya küçük seçilmiş kompresör, evaporatör verimsizliği, ortamın çok soğuk ya da sıcak olması gibi etkenler araştırılabilir.
- Basınç ölçümleri bazen şaşırtıcı sonuçlarda ortaya çıkarabilir. Örneğin: kompresör emiş hattında çok az veya hiç gaz basıncı yokken basma hattında çok yüksek basınç değerleri ölçülebilir. Bu gibi durumlar genellikle emme tarafında bulunan bir delikten hava girmesi sebebiyle oluşur.

Ölçüm sonuçları ani yük değişimlerinde farklı sonuçlar verebilir bu nedenle anlık sonuçlar üzerinden değil belirli zaman aralıklarıyla yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara göre hareket edilir. Örneklerde verilen değerlerin belirli gazlar ve örnek senaryolar çerçevesinde olduğu varsayılmıştır. Yapılacak testlerde sistemin yapısına ve gaz türüne göre değişik sonuçların elde edileceği unutulmamalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Performans testi yapılacak soğutma sisteminin emme ve basma basınçlarını ölçerek değerlendiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız performans tablosunu hazırlayınız.➤ Servis manifoldunu kompresörün emme ve basma hattına bağlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Bilgisayar kullanın. Excel programını hem tablo oluşturmanızı hem de grafik elde etmenizi kolaylaştırır.➤ Bağlantı hortumlarının ve manometrelerin ayrı renk olmaları karışıklıkları engeller. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Soğutucuyu çalıştırınız.➤ Basınç değerlerini okuyarak kaydediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Bağlantı hortumlarının tam anlamıyla yerine oturduğundan emin olunuz. Aksi hâlde sızıntı olacağından hatalı ölçümler yapmanıza sebep olacaktır.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçülen basınçları değerlendiriniz.	

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	Soğutucunun basınç verilerini kaydedeceğiniz tabloyu hazırladınız mı?		
2	Servis manifoldunu kompresörün emme ve basma hattına bağladınız mı?		
3	Soğutucuyu çalıştırıp termostatını en iyi soğutma konumuna getirdiniz mi?		
4	Basınç değerlerini ölçerek kaydettiniz mi?		
5	Ölçüm sonuçlarını değerlendirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Emme basınç değerinin olması gerekenden düşük ölçülmesinin sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?
A) Soğutucu gaz fazlalığı B) Soğutucu gaz eksikliği
C) Kompresör emiş yetersizliği D) Gözetleme camının kirlenmesi
2. Kılcal borusu tıkalı olan bir sistemin basınç değerleri için hangisi söylenemez?
A) Basma basıncı aşırı yüksektir B) Emiş basıncı düşüktür
C) Emiş tarafı basıncı aşırı yüksektir D) Emiş ve basma basınçları eşittir.
3. Kondenser fanının arızalanması (durması) basınç yönünden hangi etkiyi gösterir?
A) Basma basıncı artar B) Basma basıncı düşer
C) Emme ve basma basıncı eşitlenir D) Basınçlar etkilenmez
4. Dijital manifoldun en önemli avantajı nedir?
A) Güzel görünmesi
B) Okuma hatasına sebep olmaması
C) Pahalı olması
D) Pille çalışması

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

5. () Manometre okunurken tam karşısından bakılmalıdır.
6. () Basınç ölçümlerinin değerlendirilmesinde gaz türü dikkate alınmaz.
7. () Basınç değişiklikleri sıcaklıkla ilişkili değildir.
8. () Emme ve basma basınçları olması gereken değerlerden %50 daha fazlaysa o sistemde soğutucu gaz fazladır.

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, soğutucunun akım değerlerini ölçecek ve elde ettiğiniz sonuçları değerlendireceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Soğutma sisteminin enerji tüketimini belirleyen A+, A, B, C gibi derecelendirmelerin ne anlama geldiğini araştırın.
- Evinizdeki buzdolabının bir aylık elektrik tüketimini ve faturadaki payını yüzde olarak hesaplayın.

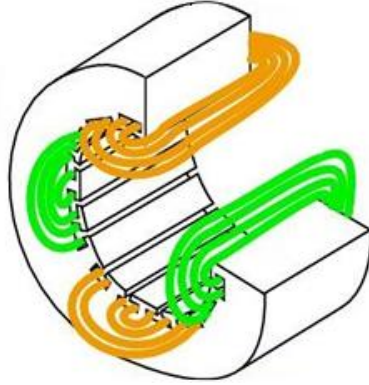
3. SOĞUTUCU CİHAZLARIN AKIM DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

İletişim çağının tüm nimetlerini kullandığımız şu günlerde dünyamızın küresel ısınma ve çeşitli sebeplerle kirlendiğini ve çevre dengesinin etkilendiğini duymuşuzdur. Kullandığımız her bir araç, kullandığı enerji sebebiyle az veya çok ısı ve bol miktarda karbondioksit (CO₂) açığa çıkarır. Doğal olaylar ve ürünlerin yaşam döngüsü sonucu ortaya çıkan yan ürünler doğada bir şekilde telafi edilirken insanoğlunun gerekli veya gereksiz suni olarak açığa çıkardığı yan ürünlerin ve atıkların telafisi zordur. Üzerinde çalıştığımız soğutucuları, verim açısından değerlendirirken, elde edilen fayda (hedeflenen sıcaklık değerine ulaşma) ve harcadığı enerji miktarını dikkate alarak değerlendirmek gerekir.

Soğutucun harcadığı enerjiyi, kompresörün çektiği akım ve devrede kalma zamanı belirler. Kompresörün kalkış anında ve sürekli çalışma durumunda çektiği akım değeri ölçülerek hem verim hem de arıza tespiti yapılabilir.

3.1. Soğutma Cihazlarının Kompresör Kalkış Akımı

Kompresörler içyapılarına uygun olarak elektrik motorundan aldıkları dönme hareketini gazın basılması için kullanır. Kompresörün iç mekanizması için gereken güç ilk çalıştırma anında ve sürekli çalışma anında farklıdır. Durağan pozisyondaki kompresör mekanizmanın harekete karşı gösterdiği direncin yanında basma tarafındaki basıncın sebep olduğu kuvvet ilk çalıştırma daha çok güç ihtiyacı ortaya çıkarır. Kompresör tasarımcıları sargıları bu güce uygun olarak boyutlandırdıklarında sürekli kullanımda gereksiz bir enerji yükü oluşturacağını bildikleri için bir yardımcı birde ana sargı olmak üzere iki ayrı sargılı motor geliştirmişlerdir.



Şekil 3.1: Ana ve yardımcı sargı

İlk çalıştırma anında, her iki sargı birlikte devreye girip kalkış gücünü yendikten sonra, yardımcı sargı devreden çıkararak kompresör sadece ana sargıyla çalışmaya devam eder. Kalkıştan sonra yardımcıyı devreden çıkarma görevini, değişik şekillerde imal edilmiş kalkış röleleri üstlenmiştir. Kompresörler kalkış anında çok kısa bir süreyle (1-2 saniye) her iki sargı devrede olacak şekilde çalışır ve normal çalışmada (sadece ana sargı) çektiği akımdan 5 ila 10 kat arasında daha fazla akım çeker. Kompresörün ilk kalkış anında çekeceği kalkış akımı tanıtıcı etiketinde belirtilmiştir. Kompresör etiketinde LRA olarak gösterilen kısımda kompresörün kalkış anında çekebileceği maksimum akım değeri okunabilir.



Resim 3.1: Kompresör tanıtıcı etiketi

Akım değeri ölçmek için pens ampermetre adıyla bilinen aletlerden faydalanılır. Multimetre ve avometre olarak bilinen aletlerde de akım ölçümü fonksiyonu vardır. Ancak bu aletler genellikle sadece doğru akımölçer fonksiyonu sağlar. Alternatif akım ölçebilmek için, ölçü aletinin iletkenin geçen akımın oluşturduğu manyetik akım çizgilerini hissedebilecek bir sensörü bulunması gerekir. Bu nedenle elektriksel ölçü aletinin alternatif akım ölçmeye uygun olup olmadığı dış görünüşünden anlaşılır.



Resim 3.2: Pens ampermetre ve multimetre

Pens ampermetrenin pense görünümünü veren yuvarlak boşluğa içinden akım geçen bir iletken alındığında iletken etrafında oluşan manyetik alanın yönü ve şiddetine göre akım miktarı ölçülebilir. Ancak dikkat edilmesi gereken şudur ki iletkenlerin hem pozitif (+) hem de negatif (-) hattı aynı anda pens içine alındığında manyetik alanlar birbirini etkisizleştireceği için akım ölçülemez. Eğer çeneler arasında iki pozitif veya iki negatif (üzerinde aynı yönde akım geçen iki iletken) kablo alınırsa bu durumda ölçülen değer iki akımın toplamıdır. Karışıklığa sebep vermemek ve doğru ölçüm yapmak için sadece pozitif veya negatif hat tek başına çeneler arasında alınmalı ve pens tam kapanmalıdır. Pens ampermetre uygun olarak ayarlandığında kompresöre enerji verilir. Ölçülen değer anlık olacağı için değerler uzun bir süre ekranda kalmaz ampermetrenin okunan en yüksek değeri ölçüm sonucu olarak kabul edilir.



Resim 3.3: Pens ampermetreyle akım ölçümü

Ölçülen kalkış akımı kompresör etiketinde belirtilen LRA değeriyle karşılaştırılır. LRA değeri ölçülen akımdan büyükse sorun yoktur çünkü verilen LRA değeri en yüksek çekilebilecek akım değerini ifade eder. Kompresör çalışıyorsa kalkış akımının daha düşük olması sorun değildir. Eğer ölçülen akım değeri LRA değerinden fazlaysa sebepleri şunlar olabilir;

- Kompresör kalkışında zorlanıyordur. Soğutma sisteminde kompresör durduktan hemen sonra çalıştırılırsa, bu durumda karşı basıncı yenmesi için daha fazla kalkış akımına ihtiyaç duyar. Ayrıca kompresör sargıları sıcakken daha fazla akım çeker.
- Voltaj düşükse kalkış yapmaya çalışan kompresör daha fazla akım çeker.
- Kapasitör arızalıdır. Kompresörlerin daha az enerjiyle çalışması için kapasitörler daimi olarak (ana sargı ve yardımcı sargı arasına) veya kalkışı daha rahat yapması için ilk hareket kapasitörü olarak (yardımcı sargıya) bağlanır. Kapasitör arızası fazla akım çekmeye sebep olabilir.
-

Eğer kalkış akımı yüksek çıkıyorsa, ölçüm sırasında kompresör bir miktar çalışıp durmuşsa basınç dengelenmesi için bir süre beklenmelidir. Şebeke voltajı 220 V veya %15 yüksek veya alçak aralıkta olmalıdır (yaklaşık 250 V – 185V aralığı). Şebeke voltajı uygun değilse cihaz çalıştırılmamalıdır. Kompresörün kapasitörü ve rölesinde sorun olabileceği düşünülüyorsa direkt yol verilerek (bir anlık yardımcı ve ana sargı kısa devre yapılır) ölçüm yapıp arızalı parça değiştirilmelidir.



Resim 3.4: Pens ampermetreyle kalkış akımı ölçümü

Kalkış akımı performans ölçütleri bakımından değerlendirildiğinde anlık ölçülen bir değer olduğu için etkisi azdır. Ancak sık devreye giren ve çıkan sistemlerde kalkış akımı enerji sarfiyatını arttırır. Belirli güç ve büyüklükteki motorların (özellikle fabrikalarda) bir anda şebekeye yüklenmesi hatların enerji seviyelerinin düşmesine sebep olur. Hatta bu konuda uyulması gereken kuralları ve kullanılması gereken ekipmanları düzenleyen yönetmelikler vardır. Soğutucu kompresörlerinin çoğunda kalkış ve daimi kapasitör kullanılmaktadır ancak üreticinin kutusundan çıkmasa dahi özellikle daimi kapasitör kullanılmalıdır. Kullandığınız kompresörün gücüne göre seçeceğiniz daimi kapasitörü bağladığımızda hem sürekli çekilen akımın, hem de kısa aralıklarla durup çalışan sistemlerde kalkış akımının azaldığı görülecektir.

3.2. Soğutma Cihazlarının Kompresör Daimi Akımı

Kompresör kalkış akımının ölçülmesiyle ilgili konuda geçerli olan çalışma şekli yardımcı sargının devreden çıkması dışında aymıdır. Daimi çalışma akımı, büyük ölçüde verimi belirleyen unsurdur. Herhangi bir enerji makinesinin verimi, sağladığı enerjinin harcadığı enerjiye bölünmesiyle bulunur. Örneğin bir makinenin verimi %80 dendiğinde o makineye verilecek 100 birim enerjinin 80 birimi faydalı enerjiye veya işe dönüşmüş kalan %20 lik kısım ise kayıp olarak gösterilmiştir.

Soğutucuların verimi ise daha farklı bir hesaplama ortaya çıkar. Son yıllarda soğutucuların enerji sınıflandırılması daha kolay anlaşılması için A+,A, B, C, D gibi harflerle belirtilmektedir. Sınıflandırma ve değer aralıklarında farklılıklar görülse de anlaşılması gereken A+ sınıfı enerji tüketen cihazların daha az (A ya ve diğerlerine göre) enerji tükettiklerini söyleyebiliriz. Enerji elektrik enerjisi olduğuna göre basitçe bir elektrikli aletin gücü, gerilim ve akım değerinin çarpılmasıyla hesaplanır. Örneğin 0,5A daimi akım çeken bir buzdolabınız var, 220 V gerilimle çalıştığı düşünülduğünde buzdolabının gücü $0.5 \times 220 = 110$ watt hesaplanır. Anlık hesaplanan bu tüketim değeri, bir saat çalışma durumunda enerji tüketiminin 0.11 kwh olacağını gösterir. Örnekten anlaşılacağı gibi çalışma gerilimi her yerde aynı (220 V) olduğuna göre, tüketimi azaltmanın tek yolu çekilen akımı azaltmaktır.



Resim 3.4: Pens ampermetreyle daimi çalışma akımı ölçümü

Soğutucuyu tasarlarken istenen sıcaklık değerlerine daha çabuk gelmesi için gereksiz yere büyük kompresör ve parçalar seçmek harcanan akımı arttıracığı için verimsizliğe sebep olacaktır. Yalıtımın doğru yapılmaması da buzdolabı içinde sıcaklığın yükselmesi ve çok sık aralıklarla ve uzun süre kompresörün devreye alınması anlamına geldiği için, yine enerji sarfiyatını arttıran bir sebeptir.

Kompresörün daimi akımı, sadece ana sargının çektiği akımdır. Dolayısıyla yardımcı sargı devrede olmadığı ve motorun dönmesi için gereken kuvvet daha az olduğundan, kalkış akımından çok daha düşük akım değeri ölçülmelidir. Daimi çalışma akımı sıcaklık ve basınç değişimleriyle farklılık gösterebilir. Bu nedenle performans testi için belirli zaman aralıklarıyla (sıcaklık ölçümleriyle birlikte) akım değerlerinin ölçülmesi gerekir. Kompresörün devrede kalma zamanı da ortaya çıktığında harcadığı gücü hesaplamak daha kolay olacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Performans testi yapılacak soğutma sisteminin kompresör kalkış ve daimi çalışma akımını ölçerek değerlendiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız performans tablosunu hazırlayınız.➤ Ölçü aletlerinin ayarlarını ve çalışmasını kontrol ederek ölçüme hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmalarınız esnasında elektrik ile ilgili güvenlik önlemlerini almaya özen gösteriniz.➤ Pens ampermetreyi tek iletkeni ölçecek şekilde konumlandırınız. Ölçüm için en iyi yer terminal (bağlantı) kutusunun bulunduğu yerdir. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Soğutucuyu çalıştırınız.➤ Kalkış akımının en yüksek değerini okuyarak performans tablosuna kaydediniz.➤ Daimi çalışma akımlarını belirli aralıklarla tekrarlayınız.➤ Kompresörün çalışma sürelerini yazınız.➤ Ölçüm sonucu elde ettiğiniz kalkış akımını yorumlayınız.➤ Daimi akım ölçüm sonuçlarını yorumlayınız.	

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	Kullanacağınız performans tablosunu hazırladınız mı?		
2	Ölçü aletlerini kontrol ederek ölçüme hazır hâle getirdiniz mi?		
3	Soğutucuyu çalıştırdınız mı?		
4	Kalkış akımının en yüksek ölçülen değerini okuyarak kaydettiniz mi?		
5	Daimi çalışma akımını belirli aralıklarla ölçüp kaydettiniz mi?		
6	Ölçüm sırasında kompresör durma çalışma sürelerini kaydettiniz mi?		
7	Ölçüm sonucu elde ettiğiniz kalkış akımını yorumladınız mı?		
8	Daimi akım ölçüm sonuçlarını yorumladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kalkış akımı aşağıdaki şartlardan hangisi oluştuğunda daha yüksektir?
A) Buzdolabı çok dolu olduğunda B) Buzluk kısmı boş olduğunda
C) Yalıtım iyi değilse D) Basma basıncı yüksekse
2. En yüksek kalkış akım değeri kompresör etiketinde hangi başlıkta verilir?
A) LRA B) PH
C) V HZ D) GYM
3. Aşağıdakilerden hangisi kalkış ve daimi akımını azaltmak için kullanılmaktadır?
A) Röle B) Kapasitör
C) Termik D) Yardımcı Sargı
4. Aşağıdakilerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkiler?
A) Kompresör Daimi Akımı B) Kompresörün Çalışma Süresi
C) Soğutucu Isı Yalıtımı D) Hepsi

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


5. () Alternatif akım ölçen pens ampermetre üzerinden akım geçen telin etrafında oluşan manyetik alanın ölçümüyle çalışır.
6. () A+ enerji sınıfına ait bir buzdolabı B sınıfına göre daha az enerji tüketir.
7. () 220 V besleme hattından çalışan bir soğutucunun çektiği akım 1,5 A ise gücü 330watttır.
8. () Voltaj düşüklüğü, çekilen kompresör daimi akımını etkilemez.

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

Performans testi yapılacak soğutma sisteminin sıcaklık, basınç ve akım değerlerini ölçerek performans tablosuna kaydedip sonuçları değerlendiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız performans tablosunu hazırlayınız.➤ Sıcaklık ölçümü için kullanılacak ölçü aletlerini hazırlayıp ölçüm yapılacak noktalara yerleştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Bilgisayar kullanın. Excel programı hem tablo oluşturmanızı hem de grafik elde etmenizi kolaylaştırır➤ Ölçü aleti duygularının temas yüzeylerine dikkat ederek sabitleyiniz. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Basınç ölçümü için bağlantıları yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Basınç hortumlarını manometre ve vana renklerine uygun olarak bağlamak karışıklıkları engeller. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Akım ölçümü için gereken pens ampermetreyi hazırlayarak kalkış akımını ölçmek üzere yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Pens içine sadece bir iletken almaya özen gösteriniz.



- Soğutucuyu çalıştırıp termostat ayarını en iyi soğutma seviyesine getiriniz.
- Kalkış anında okuduğunuz akım değerini performans tablosunun kalkış akımı bölümüne kaydediniz.



- Sistemi sürekli gözleyerek 10 dakikada bir sıcaklık, basınç ve akım değerlerini performans tablosuna işleyiniz.
- Ölçümlere kabin içi hedef sıcaklık değerine ulaşıncaya kadar veya belirleyeceğiniz bir sıcaklık dengesine kadar devam edip değerleri kaydediniz.
- Performans değerlerini diğer soğutucular ve daha önce yaptığınız ölçümlerle karşılaştırarak değerlendiriniz.



- Sıcaklık ölçümleriyle birlikte kompresör daimi çalışma akımını da ölçerek kaydediniz.
- Soğutucu kapaklarını açmadan ölçüm yapmaya özen gösteriniz.
- Hedef sıcaklık değerini belirlerken saklanacak ürünlerin sıcaklık ve özgül ısılarını da dikkate alınız.
- Grafik çizerek karşılaştırma, değerlendirmeyi daha objektif yapmanızı kolaylaştıracaktır.

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Kullanacağınız performans tablosunu hazırladınız mı?		
2	Sıcaklık ölçümü için kullanılacak ölçü aletlerini ve duyarlarını doğru bir şekilde konumlandırıdınız mı?		
3	Basınç ölçümü için bağlantıları yaptınız mı?		
4	Pens ampermetreyi kalkış akımını ölçecek şekilde ayarlayıp konumlandırıdınız mı?		
5	Soğutucuyu çalıştırıp ayarlarını en iyi soğutma kademesine getirdiniz mi?		
6	Sistemin sıcaklık, basınç ve akım değişimlerini 10' ar dakika aralıklarla ölçüp tabloya işlediniz mi?		
7	Ölçümlere soğutma sistemi istenen sıcaklığa gelinceye kadar devam ettiniz mi?		
8	Performans değerlerini grafik olarak ifade ederek daha önceki ölçüm ve farklı soğutucularda ortaya çıkan sonuçlarla karşılaştırınız?		
9	Tabloyu göz önüne alarak soğutucunun çalışma performansını yorumlayınız?		

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- Endüstriyel ve Ticari Soğutma Sis. Bakımı, MEB Yayınları – 2716, Ankara, 1994
- **Soğutma ve İklimlendirme Cilt-I**, MEB Yayınları – 2702, Ankara, 1994
- ÖZKUL Nuri, **Uygulamalı Soğutma Tekniği**, MMO Yayını, No. 115, 1988.
- ÖZKUL Nuri, **Uygulamalı Klima Tekniği**, KOSGEB Yayını, No. 21, Ankara, 1994.
- ÖZKAYA Musa Galip, Ev Tipi Soğutucularda Farklı Soğutucu Akışkanların Performanslarının Deneysel İncelenmesi, TÜBAV Bilim Dergisi, 1999, Sayı:1