

Soğuk Depoların Soğutma Sisteminde Kullanılan R407c Alternatif Soğutucu Akışkanına Göre Sistem Eleman Kapasitelerinin Bilgisayar Programıyla Belirlenmesi

***Volkan KIRMACI and *M. Bahadır ÖZDEMİR**

*G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, 06500, Beşevler, Ankara, TÜRKİYE, vkirmaci@gazi.edu.tr

Received: 04.09.2006, Accepted: 10.04.2007

Özet: Bu çalışmada, meyve çeşitlerinin ve et ürünlerinin soğuk depolarda muhafaza etme işleminde, R 407c alternatif soğutucu akışkan kullanılan buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminde bulunan kompresör, yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcının kapasite hesaplamalarını yapan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program ile soğuk depolarda muhafaza edilecek meyve ve et çeşidine göre soğuk depo sistem elemanlarının kapasitesi kısa sürede ve kolaylıkla belirlenebilmektedir. Borland delphi 7 yazılım kullanılarak hazırlanan program, veri giriş ekranı (VGE) ve sonuç ekranından (SE) oluşmaktadır. VGE’ de soğuk depoya ait bilgiler girilmekte, SE’ de ise istenilen tasarım şartlarına göre soğutma sistem elemanlarının kapasiteleri alınmaktadır.

Anahtar kelimeler: Soğutma, soğutucu akışkan, soğutma yükü, soğuk depo.

The Determination Of The Capacities Of The System Component By Computer Programmed For R407c Alternative Refrigerant Used In Cold Storage Refrigeration System

Abstract: In this paper, a computer programmed which calculates the capacity of compressor, condenser and evaporator of vapour compressed cooling system refrigeration system in which R-407c is used as

alternative refrigerant has been prepared. By the programmed, as the fruit and meat kinds which preserved in cool storage room, the capacities of the system equipments can be easily determinate in the short period. This program prepared by using Borland Delphi 7, is composed of Data Enter Screen (DES) and Result Screen (RS). The data, relegated to cool room, are entered in DES and the capacities of cooling system equipments as demand design conditions, are also obtained in RS.

Key words: Cooling, refrigerant, cooling load, cold storage.

1. Giriş

Soğutma, bir maddenin veya bir ortamın sıcaklığını onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısının alınması işlemidir. Soğutma, başta gıdaların muhafaza edilmesinde kullanılmakla birlikte tıp alanında, uzay teknolojilerinde, kurutma işleminde ve laboratuvar deneylerinde kullanılmaktadır. Gıda muhafaza edilmesi işleminde en çok kullanılan soğutma sistemi, buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemidir [1]. Buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemi, kompresör, yoğunlaştırıcı (kondenser), genişleme valfi ve buharlaştırıcıdan (evaporatör) oluşur [2]. Buhar sıkıştırırmalı soğutma çevriminde ısının bir ortamdan alınarak başka bir ortama nakledilmesinde ara madde olarak kullanılan akışkana “soğutucu akışkan” denir [3]. Buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminde soğutucu akışkan olarak kloroflor karbon (CFC) ve hidrokloroflorokarbon (HCFC) gazlar kullanılmaktadır [4].

Son yıllarda, buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların, canlıları güneşin zararlı UV (morötesi) ışınlarından koruyan bir tabaka olan ozon (O_3) tabakası üzerinde, bölgesel olarak meydana gelen incelme ve parçalanmaların olduğunu ortaya çıkaran pek çok kanıt elde edilmiştir [5]. CFC ve HCFC gazların zarar verdikleri anlaşılmış olup buna dayanarak (uluslararası anlaşmalarla) alternatif soğutucu akışkanların geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar başlamıştır. Gelişmiş ülkeler 2000 yılından itibaren alternatif soğutucu akışkanlara geçişi tamamlamışlardır. Gelişmekte olan ülkeler gurubunda yer alan Türkiye’de ise bu geçiş 2010 yılına kadar uzatılmıştır [6].

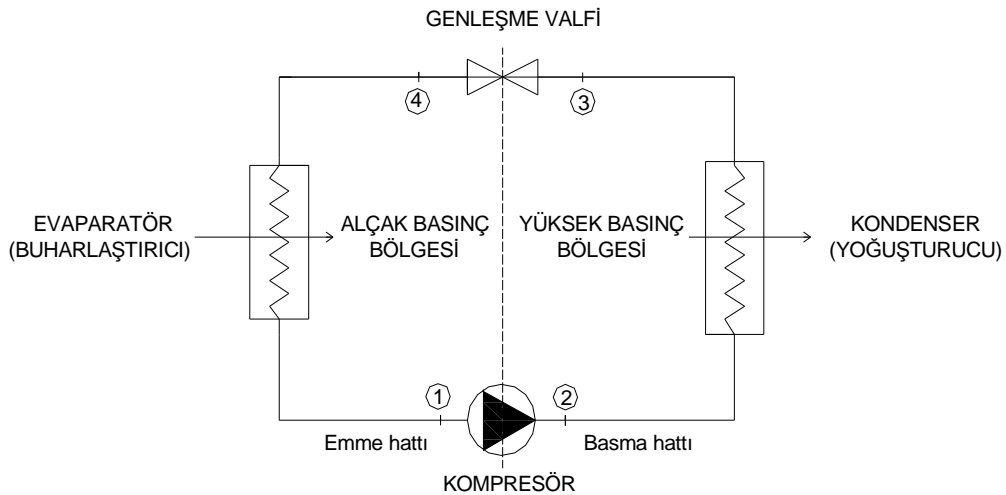
Seri üretim yapan firmalar alternatif soğutucu akışkanlara geçişte fazla güçlüklerle karşılaşmamışlardır. Ancak ticari soğutucu üreten firmalar hem geniş bir ürün yelpazesine sahip olup siparişe dayalı imalat tekniğini kullandıkları, hem de yeterli teknik birikime sahip olmadıklarından alternatif soğutucu akışkanlara geçişte zorlanmaktadırlar [7]. Meyve ve et çeşitlerini muhafaza edilmesi için soğuk depolama

metodu uygulanmaktadır [8]. Meyvelerin taze saklanması için meyvelerin türüne göre -1 °C ile 14 °C arasında, et çeşitlerinde ise uzun süre bozulmadan saklanması için et'in türüne göre -20 °C ile -30 °C arasındaki sıcaklıklarda soğuk depolarda muhafaza edilmektedir [9].

Bu çalışmada, meyve ve et çeşitlerinin uzun süre muhafaza edildiği soğuk depoların soğutma sisteminde kullanılan R12 ve R22 soğutucu akışkanların alternatifini olan R407c gazına göre, soğutma sistem elemanları boyutlandırmasını yapan bilgisayar programı yardımıyla kolay ve anlaşılır olmasının sağlanması yanında; optimum bir boyutlandırma yapılarak uygun kapasitelerde soğutma sistem elemanları kullanılarak, harcanan enerji miktarında da enerji tasarrufu sağlanmış olacaktır.

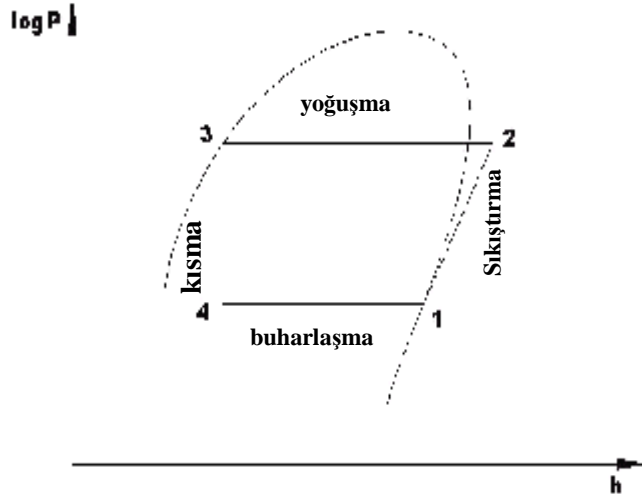
2. Buhar Sıkıştırma Soğutma Sistemi

Buhar sıkıştırma soğutma sistemi, kapalı bir devre içinde dolaştırılan soğutucu akışkanın, fiziksel durumunun değiştirilmesi ile, yani sıvı halden gaz haline, gaz halinden sıvı haline geçirilmesiyle soğutma yapılan sistemlerdir [10]. Buhar sıkıştırma soğutma sistemi, soğutma sistemlerinin en çok bilinen ve en yaygın olarak kullanılan sistemdir. Buhar sıkıştırma soğutma sisteminde soğutucu akışkan buhar halinden sıvı hale, sıvı halden buhar haline dönüşmektedir. Bu dönüşüm, sistem çalışma süresince devam eder. Buhar sıkıştırma bir soğutma sisteminin temel bileşenleri Şekil 1.'de görülmektedir. Buhar sıkıştırma soğutma sisteminin temel elemanları; kompresör, yoğunlaştırıcı (kondenser), genişleme valfi veya kılcal boru ve buharlaştırıcı (evaporatör) dir [11].



Şekil 1. Buhar sıkıştırma soğutma sisteminin elemanları

Sistemde; kompresör buharlaştırıcıdan gelen, düşük basınçtaki doymuş buhar halinde olan soğutucu akışkanı sıkıştırarak basıncını ve sıcaklığını yükseltir [12]. Kompresörden yüksek basınçta çıkan akışkan yoğunlaştırıcıya gelir, burada soğutucu akışkandan çevreye yoğunlaşma gizli ısısı atarak soğutucu akışkan yoğunlaşır. Yoğunlaştırıcıdan sıvı olarak çıkan akışkan bir genleşme vanası veya kılcal borudan geçirilerek basıncı düşürülür. Düşük basınçta buharlaştırıcıya giren akışkan burada buharlaşır. Buharlaşma gerçekleşirken soğutulan ortamdan buharlaşma gizli ısısı çekilir ve böylece soğutma olayı gerçekleşmiş olur. Buharlaştırıcıdan çıkan buhar fazındaki soğutucu akışkan düşük basınçta tekrar kompresöre girer ve çevrim devam eder. Buhar sıkıştırmalı ideal soğutma çevriminin şekil 1 üzerindeki rakamlar göre, LogP-h diyagramı şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Buhar sıkıştırmalı ideal soğutma çevriminin P-h diyagramı [13].

Şekil 2’deki LogP-h diyagramında Buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimindeki soğutkanın çevrim sırasındaki safhaları diyagram üzerinde belirtilen sayılar yardımıyla aşağıda anlatılmıştır. İşlem safhaları;

- 1 – 2 Doymuş buharın bir kompresör yardımıyla buharlaşma basıncından yoğunlaşma basıncına sıkıştırılması (Tersinir adyabatik sıkıştırma),
- 2 – 3 Sabit basınçta ısının dışarıya atılarak yoğunlaştırma (doymuş sıvı haline kadar),
- 3 – 4 Isı ve iş alışverişi olmaksızın, akışa direnç gösteren bir genleşme vanasından geçirilerek, sıvının basıncının yoğunlaşma basıncından buharlaşma basıncına düşürülmesi (Sabit entalpide tersinmez genişleme) (kısma),

4 – 1 Sabit basınçta ısının ortamdan çekilerek buharlaştırma (Tersinir ısı çekilmesi), olarak gerçekleşir. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıdan doymuş buhar olarak çıkar ve tekrar kompresöre girerek çevrim bu şekilde tamamlanmış olur [14, 15, 16].

3. Bilgisayar Programının Hazırlanması

Borland delphi 7 yazılım kullanılarak hazırlanan programda depo edilen meyve ve türüne göre soğuk oda deposunun soğutma yükünü hesaplanarak, soğutma sistemi elemanlarının seçilmesi amaçlanmıştır. Hesaplanan soğutma yükünü meydana getiren ısı kazançlarını dört grupta toplamak mümkündür. Bunlar sırasıyla;

1. Soğutulan hacmi çevreleyen duvar döşeme ve tavandan geçen, ısı transmisyon ısısı (q_1),
2. Soğutulan hacme dışarının daha yüksek ısı tutumundaki havasının girmesiyle meydana gelen ısı yükü (q_2), infiltrasyon ısısı,
3. Soğutulan hacme konulan gıdaların ısısı (q_3),
4. Soğutulan hacmin içerisindeki ısı kaynaklarından gelen ısı (q_4) (insanlar, aydınlatma, motor vs.) [17].

Yazılımda kullanılan temel parametreler aşağıda verilmiştir.

3.1. Soğutma Yüğü

Sistem soğutma yüğü, bütün yüzeylerden ve depolanacak üründen soğutulacak ortama olan ısı kazancından hesaplanır. Soğutulacak hacmi çevreleyen duvar, döşeme ile tavanda gelen ısı miktarı, soğutulan hacmin hava değişiminden meydana gelen ısı miktarı, depo edilen gıdaların soğutulması ile çekilen ısı miktarı ve soğutulan hacmin içerisindeki ısı kaynaklarında oluşan ısı miktarlarının toplamı soğuk odanın toplam bir saatlik ısı kazancına eşittir.

Soğutma sistemlerinin soğutma yükleri için yapılan bu hesaba ilaveten sistemde kullanılacak tahrik elemanı kompresörün basınç ve sıcaklıklara bağlı olarak işletim sürecince devrede olmayıp, belirli aralıklı devreden çıktığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durum için ısı kazançlarından hesaplanan ısı yükü yaklaşık % 25 oranda artırılması yeterli olacaktır. Soğutulan ortamdan, buharlaştırıcı tarafından çekilen ısı, soğutma yüküne eşittir. Bu da, buharlaştırıcının kapasitesinin soğutma

kapasitesinin soğutma yüküne eşit olması demektir. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla soğutulacak ortamın toplam ısı yükü;

$$Q_T = q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{21} + q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{34} + q_{41} + q_{42} + q_{43} + q_{44} \quad (1)$$

Soğutma yükü ise;

$$Q_s = Q_T \cdot 1,25 \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanabilir [15].

Duvarlardan Gelen Isı Miktarı;

Toplam duvar yüzeyinden gelen ısı miktarı kuzey, güney, batı ve doğu yönündeki cepheler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Soğutma endüstrisinde, soğuk depo duvarının ortalama ısı iletim katsayısı 0.3 ile 0.6 W/m²°C alınmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programında ısı iletim katsayısı 0.6 W/m²°C alınmıştır [18]. Diğer değerler kullanıcı tarafından belirlenecektir.

Duvardan gelen ısı miktarı;

$$q_{11} = A_d \cdot K_d \cdot \Delta T_{11} \quad (3)$$

$$\Delta T_{11} = T_d - T_i \quad (4)$$

q_{11} : Duvardan geçen ısı miktarı, (W)

A_d : Duvar yüzey alanı, (m²)

K_d : Duvarın ısı iletim katsayısı, (W/m²°C)

ΔT_{11} : Sıcaklık farkı, (°C)

T_d : Dış ortam sıcaklığı, (°C)

T_i : İç ortam sıcaklığı, (°C)

eşitliği ile bulunur [19].

Döşemeden Gelen Isı Miktarı;

$$q_{12} = A_{dö} \cdot K_{dö} \cdot \Delta T_{12} \quad (5)$$

$$\Delta T_{12} = T_{dö} - T_i \quad (6)$$

q_{12} : Döşemeden geçen ısı miktarı, (W)

$A_{dö}$: Döşeme yüzey alanı, (m²)

$K_{dö}$: Döşemenin ısı iletim katsayısı, (W/m²°C)

ΔT_{12} : Sıcaklık farkı, (°C)

$T_{dö}$: Döşeme altındaki toprak sıcaklığı, (°C)

T_i : İç ortam sıcaklığı, (°C)

eşitliği ile bulunur [20].

Tavandan Gelen Isı Miktarı;

$$q_{13} = A_{Ta} \cdot K_{Ta} \cdot \Delta T_{13} \quad (7)$$

$$\Delta T_{13} = T_{Ta} - T_i \quad (8)$$

q_{13} : Tavandan geçen ısı miktarı, (W)

A_{Ta} : Tavan yüzey alanı, (m²)

K_{Ta} : Tavanın ısı iletim katsayısı, (W/m²°C)

ΔT_{13} : Sıcaklık farkı, (°C)

T_{Ta} : Tavan arası sıcaklığı, (°C)

T_i : İç ortam sıcaklığı, (°C)

eşitliği ile bulunur [21].

Soğutulan Hacmin Hava Değişiminden Meydana Gelen Isı Miktarı;

Soğutulacak hacmin kapısı her açılıp kapanmasında bir miktar sıcak hava soğuk odaya girerek ek bir ısı miktarı oluşturur. Bu ısı miktarı;

$$q_{21} = H_d \cdot V \cdot (i_d - i_o) \cdot \gamma \quad (9)$$

q_{21} : Soğutulacak hacimdeki hava değişiminden gelen ısı miktarı, (W)

H_d : Soğutulacak hacimde kapı açılmalarından meydana gelen hava değişimi [10],

V : Soğutulacak hacim, (m³)

i_d : Soğutulacak hacme giren dış havanın ısı tutumu, (J/kg)

i_o : Soğutulacak hacmin iç havanın ısı tutumu, (J/kg)

γ : Havanın özgül ağırlığı, (kg/m³)

eşitliği ile bulunur [22].

Soğutulacak oda hacmi m³ cinsinden kullanıcı tarafından girilmektedir. Eşitlikteki H_d , i_d , i_o ve γ parametreleri soğutulacak hacme göre program tarafından seçilerek işlem sonuçlandırılır.

Muhafaza Edilen Gıdaların Soğutulması İle Çekilen Isı Miktarı;

Soğuk depoya konulan gıdaların meydana getirdiği soğutma yükü dört kısımda oluşmaktadır. Bu kısımlar aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir. Buradaki işlemde kullanıcı soğuk depoda muhafaza edilecek gıdaların türün, miktarı ve soğuk odaya giriş sıcaklığını girmektedir. Eşitlikteki diğer parametreler tablodan gıdanın cinsine göre hazırlanan program tarafından seçilerek işlem sonuçlandırılır.

Donma noktasının Üzerindeki Sıcaklıkta Çekilen Isı Miktarı;

$$q_{31} = m \cdot C_{p1} \cdot \Delta T_{31} \quad (10)$$

$$\Delta T_{31} = T_d - T_i \quad (11)$$

q_{31} : Gıdadan donma noktasına kadar çekilen ısı miktarı, (W)

m : Gıdanın miktarı, (kg)

C_p : Gıdanın donmasına kadar olan kısımdaki özgül ısısı, (W/kg°C)

T_d : Gıdanın odaya girişteki sıcaklığı, (°C)

T_i : Gıdanın soğutma sonundaki sıcaklığı, (°C).

eşitliği ile bulunur [23].

Donma Sırasında Çekilen Isı Miktarı (Gizli Isı);

$$q_{32} = m \cdot l \quad (12)$$

q_{32} : Gıdadan donma sırasında çekilen ısı miktarı, (W)

l : Gıdanın donma ısısı, (W/kg).

eşitliği ile bulunur [17].

Donduktan Sonra Muhafaza Sırasında Çekilen Isı Miktarı;

$$q_{33} = m \cdot C_{p3} \cdot \Delta T \quad (13)$$

$$\Delta T = T_o - T_3 \quad (14)$$

q_{33} : Gıdanın donduktan sonra soğutma işleminde çekilen ısı miktarı, (W)

C_{p3} : Gıdanın donduktan sonraki özgül ağırlığı (W/kg °C)

T_o : Gıdanın donma sıcaklığı, (°C)

T_3 : Gıdanın donma sonu sıcaklığı, (°C).

eşitliği ile bulunur [24].

Gıdanın Muhafaza Sırasında Ürettiği Solunum (Olgunlaşma) Isısı Miktarı;

$$q_{34} = q_s \cdot m \quad (15)$$

q_{34} : Gıdanın muhafaza sırasında ürettiği solunum (olgunlaşma) ısı miktarı, (W)

q_s : Gıdanın solunum ısı, (W/ton.gün)

eşitliği ile bulunur [22] .

Soğutulan Hacmin İçerisindeki Isı Kaynaklarında Oluşan Isı Miktarı;

Soğutulan hacimde, belli sürede insanlar ile aydınlatma armatürleri, elektrik motorları, elektrik veya sıcak gaz ile defrost işlemi gibi ısı oluşturan cihaz ve elemanlar bulunmaktadır. İnsanlar ile bu cihaz ve elemanların oluşturdukları ısı miktarı aşağıda alt başlıklarda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır.

İnsanlardan Gelen Isı Miktarı;

$$q_{41} = n \cdot t \cdot q_i \quad (16)$$

q_{41} : İnsanlardan gelen toplam ısı miktarı, (W)

n : Soğuk odada bulunan toplam insan sayısı,

t_{41} : Soğuk odada bulunan insanların günde toplam kalma süresi, (h)

q_i : Bir kişiden ürettiği saatlik ısı yükü, (W)

eşitliği ile bulunur [17].

Soğutulacak yerde orta güçte çalışma yapıldığı kabul edilmiş ve saatte bir insandan meydana gelen ısı miktarı 250 W olarak alınmıştır [22]. Formüldeki diğer parametreler kullanıcı tarafından girilmektedir.

Aydınlatmadan Gelen Isı Miktarı;

$$q_{42} = W_1 \cdot t_{42} \quad (17)$$

q_{42} : Aydınlatma armatürlerinden gelen ısı miktarı, (W)

W_1 : Aydınlatma armatürünün gücü, (kJ)

t_{42} : Aydınlatma armatürünün günde açık kalma süresi, (h)

eşitliği ile bulunur. Formüldeki tüm parametreler kullanıcı tarafından girilmektedir.

Elektrikli Motorlardan Gelen Isı Miktarı;

$$q_{43} = n \cdot q_{em} \cdot t_{43} \quad (18)$$

q_{43} : Elektrikli motorlardan gelen ısı miktarı, (W)
 n : Soğuk odada bulunan toplam elektrikli motor sayısı,
 q_{em} : Soğuk odada bulunan elektrikli motorun ürettiği saatlik ısı yükü, (W)
 t_{43} : Elektrikli motorun günde çalışma süresi, (h)
eşitliği ile bulunur.

Soğutulacak ortamda bulunan elektrikli motorun gücü, sayısı ve bir günde çalışma süresi kullanıcı tarafından girilmektedir. Elektrikli motorun saate ürettiği ısı miktarı hazırlanan program tarafından seçilmektedir.

Elektrikli Defrostlu Isıtıcının Verdiği Isı Miktarı;

$$q_{44} = n \cdot W_3 \cdot F \cdot t_{44} \quad (19)$$

q_{44} : Elektrikli defrostdan gelen ısı miktarı, (W)
 n : Soğuk odada bulunan toplam elektrikli ısıtıcı sayısı,
 W_3 : Soğuk odada bulunan elektrikli ısıtıcının gücü, (W)
 F : Defrost faktörü, (0.5)
 t_{44} : Elektrikli ısıtıcının günde çalışma süresi, (h)

eşitliği ile bulunur [17]. Formüldeki toplam elektrikli ısıtıcı sayısı, elektrikli ısıtıcının gücü çalışma süresi kullanıcı tarafından girilmektedir.

3.2. Soğutma Gücüne Bağlı Olarak Soğutma Sistem Elemanlarının Belirlenmesi

Soğutma gücüne bağlı olarak sistem elemanlarının gücünün belirlenmesinde Log P-h diyagramı esas alınır. Hazırlanan bilgisayar programından alternatif soğutucu akışkan olarak R 407c gazı seçilmiş ve bu gaza ait Lop P-h diyagramdaki özgül entalpi değerleri soğuk oda sıcaklığı ve dış ortam sıcaklığına göre hazırlanan program tarafından seçilerek soğutma sistem elemanların kapasiteleri hesaplanır. Hazırlanan programda girilen soğuk oda sıcaklığından -15 °C düşürerek buharlaştırıcı yüzey sıcaklığını hesaplar. Aynı şekilde hazırlanan programda girilen dış ortam sıcaklığından +15 °C artırarak yoğunlaştırıcı yüzey sıcaklığı hesaplar. R 407c gazının sıcaklık değerlerine göre özgül entalpi değerleri ‘‘REFUTIL’’ programının alınarak ‘‘Borland delphi 7’’ yazılımına tek tek tanıtılmıştır. Buna göre;

Soğutulan ortamdan, buharlaştırıcı tarafından çekilen ısı, soğutma yüküne eşittir.

$Q_s = Q_b$ olarak bulunur.

3.2.1. Buharlaştırıcının kapasitesi;

$$Q_b = m (h_1 - h_4) \quad (20)$$

Q_b : Buharlaştırıcı kapasitesi, (kW)

h_4 : Buharlaştırıcı çıkışındaki soğutucu akışkanın özgül entalpisi, (kJ/kg).

eşitliği ile bulunur [25, 26].

3.2.2. Soğutucu akışkanın kütleli debisi;

20 numaralı eşitlik kullanılarak buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminde dolaşan soğutucu akışkanın kütleli debisi bulunur. Bulunan soğutucu akışkan debisi ile eşitlik 22 ve eşitlik 23'de yerine konularak yoğunlaştırıcı ve kompresör kapasiteleri bulunur. Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminde dolaşan toplam saatlik soğutucu akışkanın kütleli debisi;

$$\dot{m} = \frac{Q_s}{Q_b} = \frac{Q_s}{h_1 - h_4} \quad (21)$$

eşitliği ile bulunur [27].

3.2.3. Yoğunlaştırıcı kapasitesi;

$$Q_y = m (h_2 - h_3) \quad (22)$$

Q_y : Yoğunlaştırıcı kapasitesi, (kW)

h_3 : Yoğunlaştırıcı çıkışındaki soğutucu akışkanın özgül entalpisi, (kJ/kg) [20]

eşitliği ile bulunur [28, 29].

3.2.4. Kompresör için gerekli iş;

$$W_k = m (h_2 - h_1) \quad (23)$$

W_k : Kompresör gücü, (kW)

m : Soğutucu akışkanın kütleli debisi, (kg/sn)

h_1 : Kompresör girişindeki soğutucu akışkanın özgül entalpisi, (kJ/kg)

h_2 : Kompresör çıkışındaki soğutucu akışkanın özgül entalpisi, (kJ/kg)

eşitliği ile bulunur [30].

4. Bilgisayar Programı

Programdaki bilgiler iki kısımda ele alınmıştır. Birinci kısım bilgiler program hazırlanması aşamasında yazılımında kullanılmış olup, Bölüm 3’de ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İkinci kısım bilgiler ise kullanıcı tarafından belirlenmekte ve programın veri giriş ekranında kullanılmaktadır.

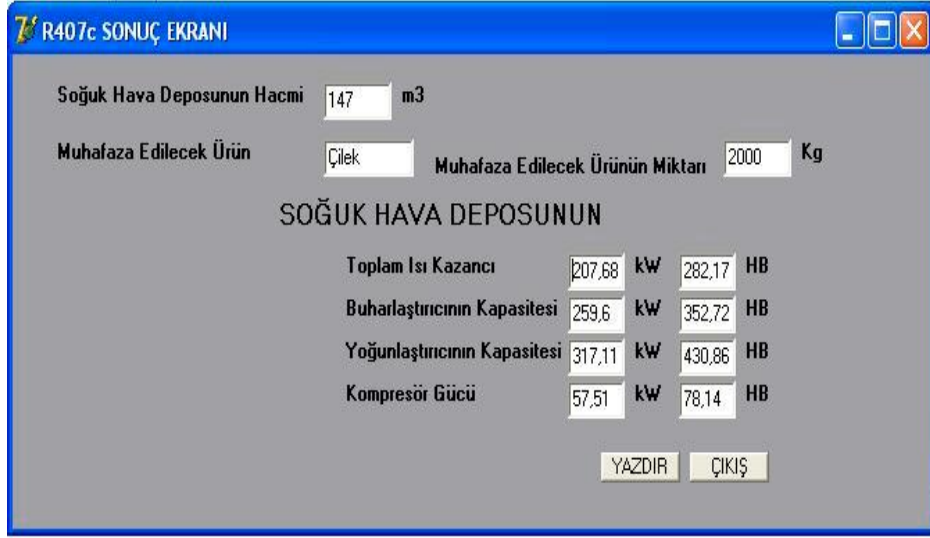
Şekil 3 ’de görüldüğü üzere veri giriş ekranında (VGE) kullanıcı tarafından; soğuk hava deposunun hacmi (m^3), muhafaza edilecek ürünün miktarı (kg), depodaki insan sayısı, depodaki lamba sayısı, elektrikli motor sayısı, ürünün depoya giriş sıcaklığı ($^{\circ}C$), dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), insanların depoda günlük kalma süreleri (saat), lamba gücü (W), elektrikli motorların gücü (HP), soğuk hava deposunu kuzey, güney, doğu, batı, tavan ve döşeme dış duvar sıcaklıkları ($^{\circ}C$) ve duvar alanları (m^2) girilir.

Ayrıca VGE’ den combobox liste kutusundan muhafaza edilecek ürün seçilir. Sistemde defrost varsa ısıtıcı sayısı, ısıtıcı gücü (W) girilir, yoksa boş bırakılır. Bütün veriler girildikten sonra hesapla butonuna basılır. Hesaplamadan sonra ikinci adım olan sonuç ekranı (SE) gelmektedir (Şekil 4). Bu ekranda sisteme ait veri giriş ekranında girilen bazı temel bilgiler (soğuk hava deposunun hacmi, muhafaza edilecek ürün ve ürünün miktarı) ve programın asıl amacını teşkil eden gerekli olan toplam ısı kazancı (kW), buharlaştırıcının kapasitesi (kW), yoğunlaştırıcının kapasitesi (kW), kompresörün gücü (kW) verilmektedir. Ekran alt kısmındaki yazdır butonu ile ekranın çıktısı alınabilir [31, 32, 33].

Soğuk Hava Deposu Hacmi m3	147	Ürünün Depoya Giriş Sıcaklığı (C)	25	Çilek			
Muhafaza Edilecek Ürün Miktarı kg	2000	Dış Hava Sıcaklığını Giriniz (C)	35	Defrost için			
Depodaki İnsan Sayısını Giriniz	4	İnsanların Depoda Kalma süreleri (saat)	3	Isıtıcı Sayısı			
Depodaki Lamba Sayısı	5	Lamba Gücü (W)	100	Isıtıcı Gücü (W)			
Elektrikli Motor Sayısı	3	Motorun HP Cinsinden Gücü	1	NOT: Defrost Yoksa Boş Bırakın			
DUVARLAR							
KUZNEY CEPHE		GÜNEY CEPHE		DOĞU CEPHESİ		BATI CEPHESİ	
Dış Sıcaklık	Duvar Alanı	Dış Sıcaklık	Duvar Alanı	Dış Sıcaklık	Duvar Alanı	Dış Sıcaklık	Duvar Alanı
35	21	35	21	35	21	35	21
DÖŞEME				TAVAN			
Dış Sıcaklık	Döşeme Alanı	Dış Sıcaklık	Tavan Alanı				
10	49	35	49				
				HESAPLA		ÇIKIŞ	

* Sıcaklıkları derece olarak giriniz
* Duvar, Döşeme, Tavan alanlarını metre olarak giriniz

Şekil 3. Hazırlanan Bilgisayar Programının Veri giriş ekranı (VGE)



Şekil 4. Hazırlanan Bilgisayar Programının Sonuç ekranı (SE)

5. Sonuç ve Tartışma

Yapılan bu çalışmayla, uzun ve zaman alıcı hesaplar gerektiren toplam soğutma yükü hesabı bilgisayar ortamında yapılmasıyla kısa sürede ve kolayca yapılması sağlanmıştır. Hesaplanan soğutma yükü ile hazırlanan bilgisayar programıyla soğuk odanın soğutulmasında kullanılan buhar sıkıştırmalı soğutma elemanlarının kapasiteleri hesaplanır. Yapılan program ile hesaplamalardaki karmaşıklık ortadan kaldırılmış olup, bunun yanında konuyla az bilgiye sahip olanlar tarafından da kolaylıkla kullanılabilir.

6. Kaynaklar

- [1]. V. Kırmacı, Termoelektrik Soğutma Etkisinin Soğutmada Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi Lisans, 2002, Gazi Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara, 50.
- [2]. M. B. Özdemir, V. Kırmacı, Teknoloji, 2006, 9, 91-100.
- [3]. O. Genceli, Soğutucu Akışkanlar, Ashrae Temel El Kitabı (Fundamentals), Tesisat Mühendisleri Derneği, Ankara, 1997, 45.
- [4]. K. Ortatepe, Mevcut Soğutma Gruplarının Yeni Soğutucu Akışkanlara Adaptasyonu, Yüksek Lisans Tezi, 1997, Marmara Üniv. Fen Bil. Enst., İstanbul, 106.
- [5]. B. Gedik, Ev Tipi Soğutucularda Farklı Soğutucu Akışkanların Performans Deneyleri, Yüksek Lisans Tezi, 2004, Gazi Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara, 100.
- [6]. V. Kırmacı, M. B. Özdemir, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi, 2005, 7, 2, 66-76.

- [7]. T. Odabaşıoğlu, H. Usta, Ticari Soğutucularda Alternatif Soğutucu Akışkan R134a İçin Kılcal Boru Uzunluğunun Deneysel Olarak Belirlenmesi, ULIBTK'0113.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Konya, 2001.
- [8]. K. Altınkurt, H. Gülyavuz, M. GRENOĞLU, Endüstri Meslek Lisesi İçin Soğuk Depolama Tekniği, Mili Eğitim Basımevi, İstanbul, 1990.
- [9]. S. Savaş, B. Bayboz, Soğuk Depoculukta Enerji Tasarrufu, ULIBTK'99 12.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Sakarya, 2000, 522-527.
- [10]. U. Köktürk, Soğutma Tekniği, İstanbul, 1999.
- [11]. N. Erol, Soğutma ve İklimlerirmede Temel Yöntemler, 1993, 193-198.
- [12]. A. D. Althouse, C. H. Turnquist, A. F. Bracciano, Modern Refrigeration and Air conditioning, The Goodheart-Willcox Company Inc., South Holland, 1979.
- [13]. U. Köktürk, Soğutma Tekniği Cilt I, Copyright, İstanbul, 2001.
- [14]. H. Ree, Replacement of R 22,Bulletin of the International Institue 98-1,v LXXVIII,s.5-6.
- [15]. Menlik T., Alternatif Akışkanlı İki Kademeli Soğutma Sisteminin Tasarımı, İmali ve Performans Deneyleleri, Doktora Tezi, 2005, Gazi nv. Fen Bil. Enst., Ankara.
- [16]. . Ataer, E., H. Türkoğlu, H. Usta, Ticari soğutucularda alternatif soğutucu akışkanlarının kullanımı, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Ankara, 1999, 20.
- [17]. N. zkul, "Uygulamalı Soğutma Tekniği", 5. Baskı, Makine Mühendisleri Odası Yayın No:115, Ankara, 1999, 709.
- [18]. N. Aybers, Soğuma Makinaları, İstanbul, 1992.
- [19]. A. Gültekin, Bilgisayar Destekli İki Boyutlu Isıtma Projesinin Hazırlanması, Yüksek Lisans Tezi, G.. Fen Bil. Enst., Ankara, 1997.
- [20]. Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, M.M.O Yayın No: 84, 14. Baskı, İstanbul, 2000.
- [21]. T. H. Karakoç, Kalorifer Tesisatı Hesabı, Demirdöküm teknik Yayınları, 1997.
- [22]. A. K. Dağsz, Soğutma Tekniği Isı Pompaları Isı Boruları, 2. Baskı, İstanbul, 1990.
- [23]. Endüstriyel Okullar için Soğutma ve İklimlerdirme Cilt-I, Mili Eğitim Basımevi, İstanbul, 1997.
- [24]. Soğutma tesisatı, M.M.O yayın No: 295, 2. Baskı, İstanbul, 2002.

- [25]. Y. Çengel, Boles M., Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, 2. Baskı, Literatür Yayıncılık Ltd., İstanbul, 1996, 780.
- [26]. T. Odabaşoğlu, Ticari Soğutucularda Alternatif Soğutucu Akışkan R134a İçin Kılcal Boru Uzunluğunun Deneysel Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Lisans, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, 2001.
- [27]. H. Türkoğlu, Ö. E. Ataer, Ş. Ataman, Alternatif Soğutucu Akışkanlarının Karşılaştırılması, 12.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 2000, Sakarya, 516-521.
- [28]. E. Ercan, Düşük Buharlaştırıcı Sıcaklıklarında Ticari Soğutucular İçin Alternatif Soğutucu Akışkanların Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Lisans, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, 1999.
- [29]. S. Sincar, R 134a Soğutucu Akışkan İle Çalışan Ticari Soğutucu Tasarımı İmalatı ve Performans Deneyleri, Yüksek Lisans Lisans, Niğde Ü. Fen Bil. Enst., Niğde, 1999.
- [30]. T. Menlik, Alternatif Akışkanlı İki Kademeli Soğutma Sisteminin Tasarımı, İmali ve Performans Deneyler, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, 2005.
- [31]. Z. Pala, Borland Delphi Uygulama Geliştirme Rehberi, Türkmen Kitapevi, İstanbul, 2003.
- [32]. İ. Karagülle, Z. Pala, Boland Delphi İle İnternet Programcılığı, Türkmen Kitapevi, İstanbul, 2002.
- [33]. M. Cantü, Delphi 6 Uygulama Geliştirme Kılavuzu, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2002.