

## SOĞUK DEPOLAR İÇİN R-404A ALTERNATİF SOĞUTUCU AKIŞKANLI BUHAR SIKIŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEM ELEMAN KAPASİTELERİNİN BİLGİSAYAR PROGRAMIYLA BELİRLENMESİ

\*Volkan KIRMACI \*M. Bahadır ÖZDEMİR  
\*\*G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, 06500, Beşevler, Ankara, TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmada, et ürünlerini soğuk depolarda muhafaza etme işleminde kullanılan R-404A alternatif soğutucu akışkanla kullanılan buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminde bulunan kompresör, yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcının kapasite hesaplamalarını yapan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program ile soğuk depolarda muhafaza edilecek 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, R 404A.

### ABSTRACT

In this study, computer program, calculating of the capacity of compressor, condenser and evaporator are used in vapour compressed cooling system with R-404A alternative refrigerant used for preseving process of the meat products in cool storage has been prepared. By the programme, as the meat kinds which preseved in cool storage room, the capacities of the system equipments can be determinated in the short period and easly. This program prepared by using Borland delphi 7, is composed of Data Enter Screen (DES)and Result Screen (RS). The data, releated to cool room, are entered in DES and the capacities of cooling system equipments as demand desing conditions, aren also obtanied in RS.

**Key Words:** Cooling, refrigerant, cooling load, cold storage, R 404A.

### 1. GİRİŞ

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 sıkıştırımlı soğutma sistemidir. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi, kompresör, yoğunlaştırıcı (kondenser), genişleme valfi ve buharlaştırıcıdan (evaporatör) oluşur (1). Buhar sıkıştırımlı soğutma çevriminde ısının bir ortamdan alınarak başka bir ortama nakledilmesinde ara madde olarak kullanılan akışkana “soğutucu akışkan” denir. Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminde soğutucu akışkan olarak kloroflor karbon (CFC) ve hidrokloroflorokarbon (HCFC) gazlar kullanılmaktadır.

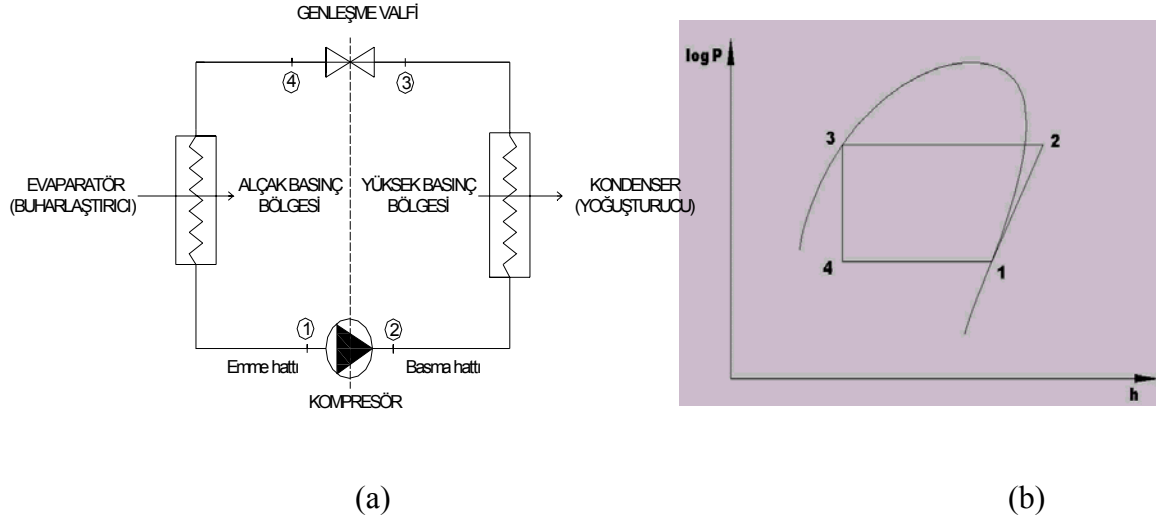
Son yıllarda, buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların çevreye, yani ozon tabakasına zarar verdikleri anlaşılmış olup buna dayanarak (uluslararası anlaşmalarla) alternatif soğutucu akışkanların geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar başlamıştır. Gelişmiş ülkeler 2000 yılından itibaren alternatif soğutucu akışkanlara geçişi tamamlamışlardır. Gelişmekte olan ülkeler gurubunda yer alan Türkiye’de ise bu geçiş 2010 yılına kadar uzatılmıştır. 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 (2). Et çeşitlerini muhafaza edilmesinde soğuk depolama metodu uygulanmaktadır. Et çeşitlerinin, uzun süre bozulmadan saklanması için et'in türüne göre  $-20^{\circ}\text{C}$  ile  $-30^{\circ}\text{C}$  arasındaki sıcaklıklarda soğuk depolarda muhafaza edilmektedir (3).

Bu çalışma et çeşitlerinin uzun süre muhafaza edildiği soğuk depoların soğutma sisteminde kullanılan R22 soğutucu akışkanın alternatifi olan R404A 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 kullanılmayarak, harcanan enerji miktarında da enerji tasarrufu da sağlanmış olacaktır.

## 2. BUHAR SIKIŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİ

Buhar sıkıştırımlı 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 (4). Buhar sıkıştırımlı bir soğutma sisteminin temel bileşenleri Şekil 1.'de görülmektedir.



Şekil 1. Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin elemanları

Şekil 1.a'da görüldüğü gibi sistemin temel elemanları; kompresör, yoğunlaştırıcı (kondenser), genişleme valfi ve buharlaştırıcı (evaporatör) dir (5). Sistemde; kompresör buharlaştırıcıdan gelen, düşük basınçtaki doymuş buhar halinde olan soğutucu akışkanı sıkıştırarak basıncını ve sıcaklığını yükseltir (6). Kompresörden yüksek basınçta çıkan akışkan yoğunlaştırıcıya gelir, burada soğutucu akışkandan çevreye ısı aktarımı gerçekleşerek soğutucu akışkan yoğunlaşır. Yoğunlaştırıcıdan sıvı olarak çıkan akışkan genişleme vanasından geçirilerek basıncı düşürülür. Düşük basınçta buharlaştırıcıya giren akışkan burada buharlaşır. Buharlaşma gerçekleşirken soğutulan ortamdan buharlaşma gizli ısıyı çeker ve böylece soğutma olayı gerçekleşmiş olur. Buharlaştırıcıdan çıkan buhar fazındaki soğutucu akışkan düşük basınçta tekrar

kompresöre girer ve çevrim devam eder. Buhar sıkıştırılmalı ideal soğutma çevriminin şekil 1.a üzerindeki rakamlar göre, P-h diyagramı şekil 1.b’de verilmiştir.(7).

Buhar sıkıştırılmalı ideal soğutma çevriminde soğutucu akışkan kompresöre doymuş buhar olarak girer [1]. Kompresörde izentropik olarak yoğunlaştırıcı basıncına kadar sıkıştırılır. Sıkıştırma sonunda soğutucu akışkanın sıcaklığı çevre sıcaklığının üzerine çıkar ve soğutucu akışkan kızgın buhar olarak yoğunlaştırıcıya girer [2]. Yoğunlaşma esnasında yoğunlaştırıcıdan çevreye ısı aktarımı gerçekleşir. Doymuş sıvı halindeki soğutucu akışkanın basıncı genişleme vanasından geçirilerek buharlaşma basıncına kadar düşürülür [3-4]. Bu durumda soğutucu akışkanın sıcaklığı soğutulacak ortamın sıcaklığının altına düşer. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıya sıvı ve buhar karışımı olarak girer ve soğutulacak ortamdaki ısı çekerek buharlaşır [4-1]. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıdan doymuş buhar olarak çıkar ve tekrar kompresöre girerek çevrim bu şekilde tamamlanmış olur.(8,9,10)

### 3. BİLGİSAYAR PROGRAMININ HAZIRLANMASI

Borland delphi 7 yazılım kullanılarak hazırlanan programda depo edilen meyve 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.) (11).

Yazılımda kullanılan temel parametreler aşağıda verilmiştir.

#### 3.1. Soğutma Yüğü

Sistem soğutma yükü, bütün yüzeylerden ve depolanacak üründen soğutulacak hacme olan ısı kazancından hesaplanır. Soğutulacak hacmi çevreleyen duvar, döşeme ve tavanda gelen ısı miktarı, soğutulan hacmin hava değişiminden meydana gelen ısı miktarı, depo edilen meyvelerin soğutulması ile çekilen ısı miktarı ve soğutulan hacmin içerisindeki ısı kaynaklarında oluşan ısı miktarlarının toplamı soğuk odanın toplam 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 arttırılması yeterli olacaktır. Soğutulan ortamdaki, 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 (9).

*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/m<sup>2</sup>°C alınmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programında ısı iletim katsayısı 0.6 W/m<sup>2</sup>°C alınmıştır (12). 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, (m)  
 $K_d$  : Duvarın ısı iletim katsayısı, (W/m<sup>2</sup>°C)  
 $\Delta T_{11}$  : Sıcaklık farkı, (°C)  
 $T_d$  : Dış ortam sıcaklığı, (°C)  
 $T_i$  : İç ortam sıcaklığı, (°C)

eşitliği ile bulunur (13).

*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, (m)  
 $K_{dö}$  : Döşemenin ısı iletim katsayısı, (W/m<sup>2</sup>°C)  
 $\Delta T_{12}$  : Sıcaklık farkı, (°C)  
 $T_{dö}$  : Döşeme altındaki toprak sıcaklığı, (°C)  
 $T_i$  : İç ortam sıcaklığı, (°C)

eşitliği ile bulunur.

*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, (m)  
 $K_{Ta}$  : Tavanın ısı iletim katsayısı, (W/m<sup>20</sup>C)  
 $\Delta T_{13}$  : Sıcaklık farkı, (°C)  
 $T_{Ta}$  : Tavan arası sıcaklığı, (°C)  
 $T_i$  : İç ortam sıcaklığı, (°C)

eşitliği ile bulunur (14).

*Soğutulan Hacmin Hava Değişiminden Meydana Gelen Isı Miktarı;*

Soğutulacak hacmin kapısı her defa açılıp kapatılışında bir miktar sıcak hava soğuk odaya girerek ek bir soğutma yükü oluşturur. Meydana 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, (m<sup>3</sup>)  
 $i_d$  : Soğulacak hacme giren dış havanın ısı tutumu, (W)  
 $i_o$  : Soğulacak hacmin iç havanın ısı tutumu, (W)  
 $\gamma$  : Havanın özgül ağırlığı, (kg/m<sup>3</sup>)

eşitliği ile bulunur (15). Soğutulacak oda hacmi kullanıcı tarafından girilmektedir. Formüldeki diğer parametreler ise tablodan 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 türünü, miktarı ve soğuk odaya giriş sıcaklığını girmektedir. Formüldeki 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<sup>0</sup>C)  
 $T_d$  : Gıdanın odaya girişteki sıcaklığı, (°C)  
 $T_i$  : Gıdanın soğutma sonundaki sıcaklığı, (°C).

eşitliği ile bulunur.

*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 (11).

*Donduktan Sonra Muhafaza Sırasında Çekilen Isı Miktarı;*

$$q_{33} = m \cdot Cp_3 \cdot \Delta T \quad 13$$

$$\Delta T = T_0 - T_3 \quad 14$$

- $q_{33}$  : Gıdanın donduktan sonra soğutma işleminde çekilen ısı miktarı, (W)  
 $Cp_3$  : Gıdanın donduktan sonraki özgül ağırlığı (W/kg °C)  
 $T_0$  : Gıdanın donma sıcaklığı, (°C)  
 $T_3$  : Gıdanın donma sonu sıcaklığı, (°C).

eşitliği ile bulunur (16).

*Soğutulan Hacmin İçerisindeki Isı Kaynaklarında Oluşan Isı Miktarı;*

Soğutulan hacimde zaman zaman bulunabilecek insanlar ile bu hacimdeki aydınlatma armatürleri, elektrik motorları, elektrik veya sıcak gaz ile defrost işlemi gibi ısı oluşturan cihaz ve elemanlar bulunmaktadır. 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 (11). Soğutulacak yerde orta güçte çalışma yapıldığı kabul edilmiş ve saatte bir insandan meydana gelen ısı miktarı 250 W olarak alınmıştır (15). 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, (W)  
 $t_{42}$  : Aydınlatma armatürünün günde açık kalma süresi, (h)  
eşitliği ile bulunur. Formüldeki tüm parametreler kullanıcı tarafından girilmektedir.

*Elektrikli Motorlardan Gelen Isı Miktarı;*

$$q_{43} = n \cdot W_2 \cdot q_{em} \cdot t_{43} \quad 18$$

- $q_{43}$  : Elektrikli motorlardan gelen ısı miktarı, (W)  
 $n$  : Soğuk odada bulunan toplam elektrikli motor sayısı,  
 $W_2$  : Soğuk odada bulunan elektrikli motorun gücü, (W)  
 $q_{em}$  : Bir 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 (11). 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 404A 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. Buna göre;

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

$$Q_s = Q_b$$

olarak bulunur.

*Buharlaştırıcının kapasitesi;*

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

- $Q_b$  : Buharlaştırıcı kapasitesi, (kW)  
 $h_4$  : Buharlaştırıcı çıkışındaki soğutucu akışkanın özgül entalpisini, (kJ/kg).

eşitliği ile bulunur (17).

*Soğutucu akışkanın kütledebisi;*

20 numaralı eşitlik kullanılarak buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminde dolaşan soğutucu akışkanın kütleli debisi bulunur. Bulunan soğutucu akışkan debisi ile eşitlik 22 ve eşitlik 23 'de yerine konularak yoğuşturucu ve kompresör kapasiteleri bulunur.

Buhar sıkıştırırmalı 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 (18).

*Yoğuşturucu kapasitesi;*

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

$Q_y$  : Yoğuşturucu kapasitesi, (kW)

$h_3$  : Yoğuşturucunun çıkışındaki soğutucu akışkanın özgül entalpisi, (kJ/kg)

eşitliği ile bulunur.

*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 (19).

#### 4. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Programdaki bilgiler iki kısımda ele alınmıştır. Birinci kısım bilgiler program hazırlanması aşamasında yazılımında kullanılmış olup, Madde 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 hesaplama butonuna basılır.

Hesaplama sonrası 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 (20, 21, 22).

Şekil 3. Veri giriş ekranı (VGE)

Şekil 4. Sonuç ekranı (SE)

## 5. SONUÇ ve TARTIŞMA

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 sıkıştırımlı soğutma elemanlarının kapasiteleri hesaplanır. Yapılan program ile hesaplamalardaki karmaşıklık ortadan kaldırılmış olup, bunun yanında konuyla az bilgiye sahip olanlar tarafından da kolaylıkla kullanılabilir.

## 6. KAYNAKÇA

- [1] Kırmacı V., “Termoelektrik Soğutma Etkisinin Soğutmada Uygulanması”, **Yayınlanmış Yüksek Lisans**, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, (2002).
- [2] Odabaşoğlu T., Usta H., “Ticari Soğutucularda Alternatif Soğutucu Akışkan R134a İçin Kılcal Boru Uzunluğunun Deneysel Olarak Belirlenmesi”, **ULIBTK’0113.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi**, Konya, (2001).
- [3] Savaş S., Bayboz B., “Soğuk Depoculukta Enerji Tasarrufu”, **ULIBTK’99 12.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi**, Sakarya. Pp 522-527, (2000).
- [4] Köktürk U., “**Soğutma Tekniği**”, İstanbul, (1999).
- [5] Erol, N., “**Soğutma ve İklimlendirmede Temel Yöntemler**”, s.193-198,(1993).
- [6] A. D. Althouse, C. H. Turnquist, A. F. Bracciano, “**Modern Refrigeration and Air conditioning**”, The Goodheart-Willcox Company Inc., South Holland, pp. 633, (1979).
- [7] Gedik B., “Ev Tipi Soğutucularda Farklı Soğutucu Akışkanların Performans Deneyleri”, **Yayınlanmış Yüksek Lisans**, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, (2004).
- [8] Ree, H., “Replacement of R 22”, **Bulletin of the International Institute 98-1**,v LXXVIII,s.5-16.
- [9] Didion, D.A., “The Influence of the thermophysical fluid properties the new ozone –safe refrigerants on performance”,**Applied Thermodynamics**,v2, no.1, ,USA, , pp.19-35,(1999)
- [10] Ataer, Ö.,E.,Türkoğlu H.,Usta, H., “**Ticari soğutucularda alternatif soğutucu akışkanlarının kullanımı**”, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Ankara, s.20, (1999).
- [11] N. Özkul, “**Uygulamalı Soğutma Tekniği**”, 5. Baskı, Makine Mühendisleri Odası Yayın No:115, Ankara, s. 709, (1999).
- [12] Aybers N., “**Soğuma Makinaları**”, İstanbul, (1992).
- [13] Gültekin A., “Bilgisayar Destekli İki Boyutlu Isıtma Projesinin Hazırlanması”, **Yayınlanmış Yüksek Lisans**, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, (1997).
- [14] Karakoç T. H., “**Kalorifer Tesisatı Hesabı**”, Demirdöküm teknik Yayınları, (1997).
- [15] Dağsöz A. K., “**Soğutma Tekniği Isı Pompaları Isı Boruları**”, 2. Baskı, İstanbul, (1990).
- [16] M.M.O yayın No: 295, “**Soğutma tesisatı**”, 2. Baskı, İstanbul, (2002).
- [17] Odabaşoğlu T., “Ticari Soğutucularda Alternatif Soğutucu Akışkan R134a İçin Kılcal Boru Uzunluğunun Deneysel Olarak Belirlenmesi”, **Yayınlanmış Yüksek Lisans**, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, (2001).

- [18] Türkoğlu H., Ataer Ö. E., Ataman Ş., “Alternatif Soğutucu Akışkanlarının Karşılaştırılması”, **12.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi**, Sakarya, s. 516-521. (2000).
- [19] Menlik T., “Alternatif Akışkanlı İki Kademeli Soğutma Sisteminin Tasarımı, İmali ve Performans Deneyleri”, **Yayınlanmış Doktora**, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara, (2005).
- [20] PALA, Z., “**Borland Delphi Uygulama Geliştirme Rehberi**”, Türkmen Kitapevi, İstanbul, (2003).
- [21] KARAGÜLLE İ., PALA Z., “**Boland Delphi İle İnternet Programcılığı**”, Türkmen Kitapevi, İstanbul, (2002).
- [22] CANTÜ M., “**Delphi 6 Uygulama Geliştirme Kılavuzu**”, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, (2002).