

Soğutma Yükü Hesaplamaları İçin Alternatif Bir Yazılım

Reşat SELBAŞ*
Önder KIZILKAN**
Arzu ŞENCAN***
O. Burak AKALAN

Özet

Soğutma eğitimi bilindiği üzere lisans düzeyinde Makine Mühendisliği ve Tesisat Öğretmenliği Bölümlerinde, ön lisans düzeyinde ise İklimlendirme-Soğutma ve Doğalgaz-Sıhhi Tesisat programlarında verilmektedir. Gelişen bilgisayar teknolojileri ve yazılımları sayesinde soğutma eğitimi alanında da oldukça önemli gelişmeler ortaya konmuştur. Bu çalışmada, soğutma yükünün hesaplanması ve soğutma sistemi elemanlarının doğru bir şekilde seçilebilmesi amacıyla Delphi programlama dilinde Soğutma Yükü Hesap Programı hazırlanmıştır. Hazırlanan programla, soğutma ile ilgili hesaplamaların bilgisayar ortamında çok daha kolay ve hızlı bir biçimde yapılması mümkün olmaktadır.

1. GİRİŞ

Alan yazılımlarının Meslek Yüksekokullarında kullanımı ilk defa 2002 yılında hazırlanan MEB-YÖK Meslek Yüksekokulları Program Geliştirme Projesinde dikkate alınmış ve İklimlendirme ve Soğutma Programında 4. yarıyılında seçmeli olarak "İklimlendirme ve Soğutma Yazılımları" adlı bir ders konulmuştur. Alan yazılımlarının bir derste kapsamlı olarak işlenebilmesi mümkün değildir. Bundan dolayı mesleki derslerin verildiği laboratuvarlarda bilgisayar-proje (veya büyük ekran TV) desteği gereklidir. Böylece dersler bilgisayar desteğinde işlenerek alan yazılımlarının tüm meslek derslerinde kullanılması sağlanabilir. İklimlendirme ve soğutma eğitimi alanında kullanılabilen

yazılımlar genel olarak şu şekilde sınıflandırılabilir [1]:

- Birim çevirme
- Psikrometrik hesaplama
- Ders sunumları
- Ürün tanıtım ve seçimi
- Isı yükü ve yalıtım hesaplama
- Soğutucu akışkan seçimi ve su buharı termodinamik özellikleri
- Basınç kaybı ve boru çapı, kanal çapı hesabı
- İklimlendirme ve soğutma sistem analizi ve tasarımı
- İç hava kalitesi hesaplama ve danışma
- Animasyon ve simülasyonlar

2. ISI YÜKÜ VE YALITIM HESAPLAMA

* Yrd. Doç., Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü

** Arş. Gör., Süleyman Demirel Üniversitesi

*** Öğr. Gör., Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü

Isıtma, soğutma, klima-havalandırma ve ısı yalıtımı gibi tüm yük hesapları yazılımlar ile dahagelen kolay yapılabilmektedir. Örnek olarak bir soğuk hava deposunun elle hesaplanabilmesi ısı kazançlarının çeşitliliğine bağlı olarak bazen bir kaç saat alabilmektedir. Ancak aşağıda gösterilen yazılımlarla bu işlem 2 dakikada tamamlanabilmektedir. Ayrıca belli markalardan cihaz seçimi yapılabilmekte, boru çapları da hesaplanabilmektedir. Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından ticari kaygı olmaksızın hazırlanan CoolPack programı ile soğuk oda, klima, su soğutma grubu ve ticari soğutucu yük hesapları yapılabilmektedir [1].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. SOĞUTMA YÜKÜNÜN HESABI

Soğutma yükünün hesabındaki amaç soğutma sistemi elemanlarını (kompresör, kondenser, evaporatör, termostatik ekspansiyon valfi, soğutucu akışkan boruları ve diğer soğutma aksamı) doğru ve ekonomik bir şekilde seçebilmektedir. Soğutma elemanlarının doğru seçimi ile sistemin verimli, bekleneni verecek tarzda ve aksamadan senelerce çalışması sağlanmıştır. Soğutma yükünü meydana getiren ısı kazançlarını dört grupta toplamak mümkündür

1. Soğutulan hacmi çevreleyen duvar, döşeme ve tavadan geçen ısı, transmisyon ısısı.

2. Soğutulan hacme ulaşımın esnasında gelen tutulumundaki havasının girmesiyle meydana gelen ısı yükü, infiltrasyon ısısı.
3. Soğutulan hacme konulan malların ısısı.
4. Soğutulan hacmin içerisindeki ısı kaynaklarından gelen ısı (insanlar, aydınlatma, motor, vs.)

Transmisyon Isısının Hesabı

Transmisyon ısısının mümkün olduğunca düşük tutulmasında çok yarar vardır ve bunun sağlanabilmesi, duvarlarla tavan ve döşemenin ısı geçirme katsayısının düşük tutulması ile mümkün olabilecektir. Zaten, ısı geçiş alanları ve iç-dış sıcaklıklar uygulamanın şekline göre belirlidir ve değişmez. Ayrıca güneş ışınlarına maruz kalan dış yüzeylere sıcaklık farklarının eklenmesi gerekir.

İç sıcaklıkların saptanmasında, soğutulacak hacmin kullanma maksadı göz önünde bulundurulur. Bazı özel kullanma maksatları söz konusu olduğunda bu maksada uygun olan sıcaklık esas alınır. Soğuk oda uygulamalarında, soğuk odada muhafaza edilecek maddelerin gerektirdiği oda sıcaklığı iç sıcaklık olarak alınmalıdır.

İnfiltrasyon - Hava Değişimi Isısının Hesabı

Soğuk oda kapısının her defa açılıp kapatılışında bir miktar harici sıcak hava soğuk odaya girerek ek bir soğutma yükü oluşturur. Harici

Tablo 1. Isı yükü hesaplama yazılımları		
Yazılım	Türü	Firma web adresi
MTH 2.4	Mekanik tesisat hesaplama yazılımı	http://www.antmekanik.com
ChillCalc	Soğutma grubu yük hesabı	http://fridgetech.com
DWcalc	Dean-Wood klima yük hesabı	http://www.dean-wood.com
Coldroom	Dean-Wood soğuk depo yük hesabı	http://www.dean-wood.com
Coolpack	HVAC yazılımı	http://www.dtu.dk
DDKth	Kalorifer tesisatı hesap programı	http://www.demirdokum.com.tr
Demirdöküm	Klima ısı kazancı	http://www.demirdokum.com.tr
E.C.A.	Isı kaybı hesabı	http://www.emas.com.tr
AECalc	Isı yük hesabı	http://www.aecalc.com
Radyatör v5.1	Bina içi ısı kayıpları hesabı	http://www.alargesoft.com
TS825	Isı yalıtım hesabı	http://www.izoder.org.tr
Hvac-Calc Residential	Proje hesap programı	http://www.wwwwebworks.com
Trace 700 Load Design	Trane yük hesabı	http://www.trane.com

havada daha fazla olan su buharı da bu soğutma yükünün bir parçasını oluşturur. Bu yükün sağlıklı bir şekilde saptanması, gerçek kullanma durumunun bilinmesi ile mümkündür. Bu işe çoğu zaman kullananın tutumu ve ihtiyacına

Aşırı olgunlaşma, sebze ve meyvelerin iç yapılarındaki kimyasal değişme sonucu bozulmasıdır. Bundan başka, kuruma (aşırı nem-su kaybı) ve mikroorganizmaların sebep olduğu hastalıklar sonucu da meyve ve sebzelerin

göre değişmektedir. Bu sebeple, infiltrasyon yükünü tam olarak hesaplamak güçtür. Uygulamada yapılan deneyler infiltrasyon yükünü meydana getiren oda hava değişiminin oda hacmine bağlı olduğunu göstermiştir. Deney sel olarak tespit edilmiş hava değişimi değerlerine göre soğuk odaya giren harici havanın ısı tutumu ile soğuk oda şartlarındaki havanın ısı tutumu farkı ve havanın özgül ağırlığı uygulanmak suretiyle infiltrasyon ısı hesaplanır.

Mal Isısının Hesabı

Soğuk odaya, muhafaza edilmek üzere konulan değişik türden malların meydana getirdiği ısı zaman zaman soğutma yükünün en önemli ve en büyük bölümünü teşkil edebilmektedir. Soğuk oda yüklerinin hesaplanmasında değişik tür muhafaza şekillerine göre mal hareketi miktarı bulunarak maldan gelen ısı yükleri hesaplanır.

Araştırmalar göstermiştir ki soğuk odalara muhafaza edilmek üzere konulacak sebze, meyve, et, süt, yumurta, vs. gibi çoğu gıda maddelerinin tabii kaynaklarından alındıktan hemen sonra bir ön soğutmaya tabi tutulup süratle soğutulması ve daha sonra uzun süreli muhafaza odalarına konulması bu maddelerin soğuk odada muhafaza süresini uzatmaktadır.

Mal ısı ile ilgili olarak önemli olan bir ısı kaynağı da "olgunlaşma ısı"dır. Bütün sebze ve meyveler canlılığı olan ve bunu soğuk muhafaza sırasında hatta pazarlama sırasında da devam ettiren maddelerdir. Bunun anlamı, sebze ve meyvelerin bir solunum yaptığı, bu esnada havadaki oksijeni alıp yerine karbon dioksit ile "ısı" verdiği anlamındadır. Meyvelerde buna "olgunlaşma" denilir ve elma, muz gibi bazı tür meyvelerde, bir seviyeye kadar olgunlaşma istenen bir husustur.

Olgunlaşmanın aşırı olması halinde ise meyve ve sebze yumuşar, lezzetini kaybeder, görünüşü bozulur, koruyucu tabakası zarara uğrar, sonuç olarak ticari değerini yitirmiş olur.

bozulması ve ticari değerini yitirmesi mümkündür. Gerek olgunlaşmanın kontrolünde ve gerekse kuruma ve mikroorganizmalara bağlı bozulmanın önlenmesinde en etkin yol sıcaklıkların belirli seviyelere düşürülmesi yani soğutma uygulaması suretiyle olanıdır.

Soğutulan Hacmin İçerisinde Meydana Gelen Isı

Bunlar, soğutulan hacimde zaman zaman bulunabilecek insanlar ile bu hacimdeki aydınlatma armatürleri, elektrik motorları, elektrikle veya sıcak gaz ile defrost işlemi ve daha başka ısı neşreden cihaz ve elemanlardan oluşmaktadır [2, 3].

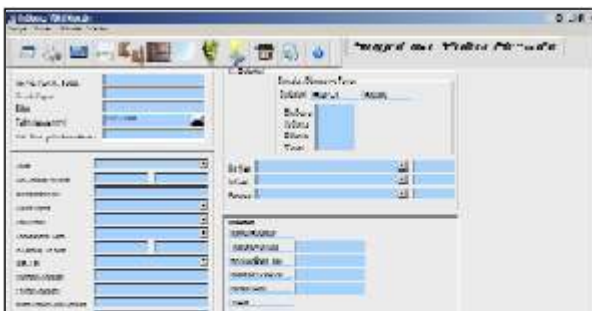
3.2. SOĞUTMA YÜKÜ HESABI PROGRAMININ KULLANIMI

Soğutma yükünün hesaplanması ve soğutma sistemi elemanlarının doğru bir şekilde seçilmesi amacıyla hazırlanan program için Delphi programlama dili kullanılmıştır [4-6]. Programın girdileri için literatürde var olan soğutma yükü hesaplama yöntemleri kullanılmıştır [2, 3, 7]. Genel olarak bakıldığında literatürde kullanılan soğutma yükü hesaplama prosedürü, deneysel verilerden elde edilen sonuçlara dayanmaktadır. Elde edilen bu veriler ile hesaplama işlem basamakları Delphi programlama dilinde yazılarak bir arayüz oluşturulmuştur.

Böylelikle hazırlanan program ile, soğutma ile ilgili hesaplamaların bilgisayar ortamında çok daha kolay ve hızlı bir biçimde yapılması mümkün olmaktadır. Şekil 1'de program anamenu sü gösterilmiştir.

Hesaplamaya geçebilmek için öncelikle anamenude görülen gerekli tanımlamalar girilir. Daha sonra depolanacak mal bilgileri, yer bilgileri ve bina bilgileri ile soğuk oda boyutları girilir. Soğuk oda boyutları metre cinsinden girilmelidir (Şekil 2). Bütün bu değerler program içinde mevcut olup sadece seçim yapılması yeterlidir.

Duvarların ısı iletim katsayıları değerleri (Ku)



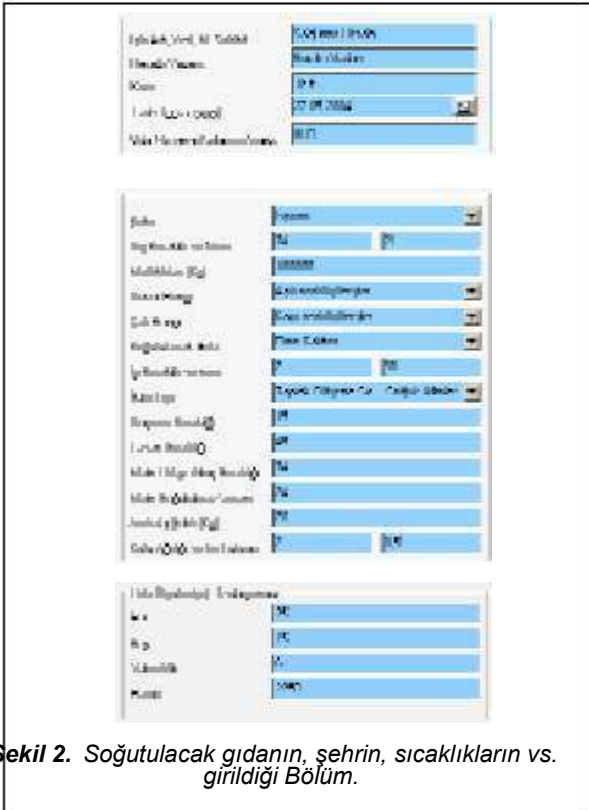
lif ısılar", "Tabloları Listele" bölümlerine ulaşılabilir. Bu bölümlerde yapılan hesaplamaların sonucu karşılardaki metin kutularında gösterilir.

Program içinde komşu hacim tanımlamaları butonuna basıldığında, bu hacimlerden uygun olanı seçilir. Komşu hacim ismi standart olarak "Alt Kat" şeklindedir. Yönü, sıcaklığı, seçilmeli ve

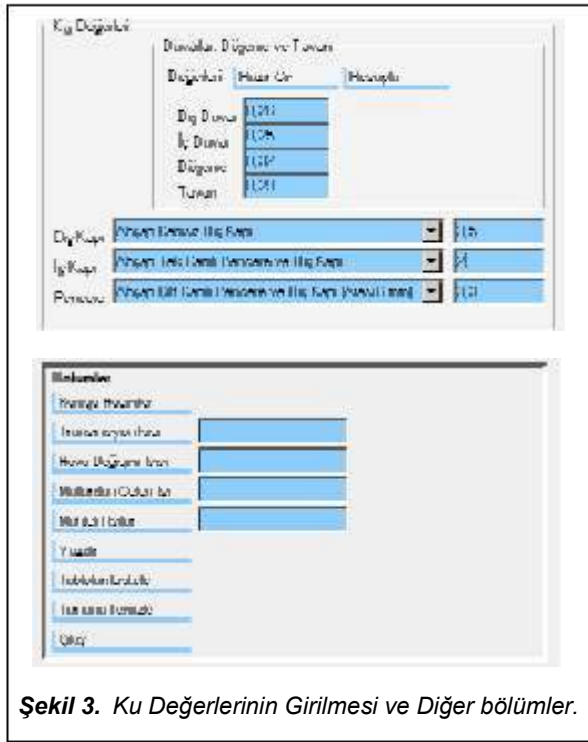


Şekil 1. Programın Ana Menüsü.

değerleri biliniyorsa ilgili bölümden "Hazır Gir" butonuna tıklayarak direkt olarak bu kısımlara yazılabilir, bilinmiyorsa "Hesapla" butonuna tıklayarak açılan bölümden hesaplanabilir. Hesaplamak için bina malzemeleri ilgili bölümden tanımlanmalıdır. Program, bu malzemeler için gerekli değerleri otomatik olarak seçerek Ku değerini hesaplar. Bölümler kısmından ise "Komşu Hacimler", "Transmisyon Isısı", "Hava Değişimi Isısı", "Mallardan Gelen Isı", "Muhte -



Şekil 2. Soğutulacak gıdanın, şehrin, sıcaklıkların vs. girildiği Bölüm.



Şekil 3. Ku Değerlerinin Girilmesi ve Diğer bölümler.



Şekil 4. Komşu Hacimlerin Tanımlandığı Bölüm.

bunun yanında soğuk oda alt toprağa temaslı sekmesi, soğuk deponun altında başka bir kat olduğu takdirde kaldırılmalıdır.

Transmisyon hesabının yapılabilmesi için tüm duvarların bilgileri bu bölüme girilmelidir. Burada Ku değerini program otomatik olarak daha önce hesaplanan değerden alacak ve girilen en, boy, sıcaklık bilgilerine göre her bir duvar için hesaplamaları yapacaktır. Tablo doldurulduktan sonra transmisyon ısı değeri otomatik olarak hesaplanır, "Değerleri Al" butonuna tıklayarak bu değer Ana Menüdeki yerine alınır.



Şekil 6. Hava Değişiminden Gelen Isının Hesaplandığı Bölüm.

Hava değişiminden gelen ısının hesaplanması için ilgili bölümdeki kısımda değerler daha önceden girilen bilgilere göre otomatik olarak gelir. Bütün değerler ayarlandıktan sonra "Hesapla" butonuna tıklayarak, hava değişiminden gelen ısı değeri bulunur. İstenilirse otoma-



Şekil 5. Transmisyon Isısının Hesaplandığı Bölüm.

tik değerler yerine elle de değer girilebilir. "Değerleri AI" butonuna tıklayarak bu değer Ana Menüdeki yerine alınır.

Mallardan gelen ısı bölümünde mal cinsi ana menüden otomatik olarak gelir. Diğer bölümler de girilen veriler ışığında otomatik olarak girilmiş haldedir. İstenirse yine bu bölümde de elle girme işlemi yapılabilir.

Oda içinde meydana gelen muhtelif ısılar kısmı, insan bölümü, aydınlatma bölümü, motor bölümü, elektrikli defrost bölümü ve sıcak gaz defrost bölümünden oluşmaktadır. Gerekli bilgiler girilerek ısı kazancı hesaplanır. "Değerleri AI" butonuna tıklayarak bu değer Ana Menü-



Şekil 7. Mallardan Gelen Isının Hesaplandığı Bölüm.

deki yerine alınır.

Soğutma yükü hesabı için tüm değerlerin girilmesinden sonra sonuçlar kısmında otomatik olarak ısı kazancı bilgileri çıkmaktadır.

Elde edilen sonuçlar ile yapılan hesaplamaların bulunduğu soğutma yükü hesap tablosu program tarafından otomatik olarak oluşturulur. Ayrıca istenirse çıktı olarak ta alınabilir. Ayrıca farklı hesaplamalar için ayrı ayrı tablolar oluşturularak bunlar sistem içerisinde saklanabilir (Tablo 1, Tablo 2, vs.) ve her tabloda istenilen kayıt silinebilir, bulunup, değiştirilebilir veya mevcut olmayan bir kayıt tabloya eklenebilir. Her tablonun kendisine ait verileri, örneğin Tablo 1'de: "Şehir", "Kuru Termometre", "Yaş Termometre", "Entalpi" değerleri girilerek, "Kaydet" butonuna tıklayarak tabloya yeni bir kayıt ek-



Şekil 8. Oda İçinde Meydana Gelen Muhtelif Isıların Hesaplandığı Bölüm.



hesaplanırken, oda hacminin pencere alanı ve güneye bakan cephe alanı ile artan bir katsayı ile çarpıldığı görülmektedir. Sonuçta çoğu zaman gerekenden büyük bir soğutma sistemi seçilerek ilk yatırım ve işletme giderlerinde ortaya çıkan fazla maliyet tüketicinin zararına olmaktadır [8].

Bu çalışmada, bir soğutma yükü hesabında karmaşık hesaplamaları kolaylaştıracak, ülkemize ait verileri içeren bir bilgisayar yazılımı hazırlanmaya çalışılmıştır. Bilgisayar yazılımı için Delphi programlama dili kullanılmıştır ve bu yazılım ile programının ihtiyaçları karşılayacağı düşünülmektedir. Hazırlanan programa ayrıca sonradan çıkabilecek değerlerin girilmesi ve program üzerinde değişikliklerin yapılabilmesi mümkün olup eksik veya hatalar

Şekil 9. Sonuçlar bölümü.

nebilir. Her tablonun kendisine ait ilk verisi, örneğin Tablo1'de: "Şehir" ismi girilip "Bul" butonuna tıklayarak o kayıt bulunabilir, "Sol Ok" veya "Sağ Ok" butonlarına tıklayarak da bir önceki ve sonraki kayıta ulaşılabilir. Bulunan bu değerler ise üzerinde istenilen değerleri değiştirerek "Değiştir" butonuna tıklayarak değiştirilebilir veya "Sil" butonuna tıklayarak o kayıt tamamen silinebilir.

Hazırlanan programda ayrıca bir de yedekleme bölümü mevcuttur. Bu bölümün amacı ise, kullanıcının üzerinde değişiklik yaptığı bütün tabloları istediği bir dizine yedeklemesini sağlayarak, programın bir sonraki kurulumunda da bu tabloları yedekten geri alarak kullanabilmesini sağlamaktadır.

4. SONUÇ

Binaların soğutulmasında, ısıtmaya göre daha büyük enerji gereksinimi vardır. Soğutma genellikle elektrik enerjisine bağımlı ve bu nedenle de daha pahalıdır. Buna rağmen tasarım ve projelendirme aşamalarına yeterince önem verilmemektedir. Uygulama alanında çalışan teknik elemanlar soğutma sistemi seçiminde çoğu zaman oldukça kaba yöntemler kullanmaktadırlar. Genel uygulamada soğutma yükü

açısından da gelişmeye açıktır. Hazırlanan program ile bu konuda çalışan tasarımcı ve uygulayıcılara, üniversitelerimizin soğutma ve iklimlendirme bölümlerinde öğrenim gören öğrencilere, kısacası soğutma ve iklimlendirme konularında çalışan herkese kolaylık sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Bulgurcu, H., MMO, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Mart-Nisan 2004 Sayı 80, Sayfa 80-89
- [2] Özkol, N., Uygulamalı Soğutma Tekniği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın No:115, Ankara, 1999.
- [3] Savaş, S., Soğuk Depoculuk ve Soğutma Sistemlerine Giriş, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 1987.
- [4] Daşdemir, Y., Veritabanları ve SQL Delphi ile Veritabanı Uygulamaları Geliştirme, Türkmen Kitabevi, 670s, İstanbul 2002
- [5] Yanık, M., Borland Delphi ile Veritabanı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 518 s, İstanbul, 2002
- [6] Yanık, M., Borland Delphi 6, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1232 s, İstanbul, 2002
- [7] Köktürk, U., Soğutma Tekniği, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1999.
- [8] Atmaca, H., Binalarda Soğutma Yüğü Hesabı Yapan Bir Bilgisayar Programı, Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar 1. Kongresi, 17-20 Şubat 2003, İstanbul.