

# Binalarda enerji verimliliği kapsamında yaygın kullanılan soğutma yükü yazılımlarının değerlendirilmesi

**Yazan: Mehmet Akif NACAR, Mehmet Azmi AKTACIR ve Bülent YEŞİLATA**  
Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey Kampüsü, ŞANLIURFA

## Özet

**G**ünümüzde, yüksek oranda enerji tüketen HVAC cihazları binalarda yoğun olarak kullanılmaktadırlar. Önümüzdeki yıllarda, kullanım oranı giderek artacaktır. Bu cihazların optimum çalışma şartlarında tasarlanmaları ile bina enerji giderlerini minimize edilecektir. Soğutma cihaz kapasitesini etkileyen soğutma yüklerinin doğru olarak hesaplanması, enerji eko-

nomisi çalışmalarını etkileyen önemli bir parametredir.

Doğru belirlenen sistemlerin ilk yatırım, işletme ve bakım maliyetleri azalacaktır. Böylece enerji performansı yüksek binalar elde edilecektir. Bu çalışmada, ülkemizde ve uluslararası alanda kullanılan soğutma yükü hesap yazılımları değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Soğutma yükü, Yazılım, Bina enerji performansı

## 1. Giriş

Enerji tüketiminin ve küresel ısınmaya etki eden sera gazlarının azaltılması amacıyla tüm dünyada binalarda enerji performansının artırılması yönündeki çalışmalar ivme kazanmıştır. Binalarda enerji performansı kavramı, yaşam standardı ve hizmet kalitesinin düşüşüne yol açmadan birim hizmet başına enerji tüketiminin azaltılmasını ifade eder. Avrupa Birliği'nde enerji verimliliği "Energy Performance of Buildings, Directive 2002/91/EC 16" direktifi ile belirlenmiştir. Bu direktifte binaların enerji verimliliğinin değerlendirilmesinde "Isı Yalıtımı" ve "HVAC Sistemlerini Verimliliği" ile "Binanın Enerji Etkin Dizaynı ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanılması" gibi temel parametreler birlikte değerlendirilmektedir. Bu direktife göre, binada fosil yakıtla dayalı enerji girişinin en düşük seviyeye indirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının en üst seviyeye çıkarılması hedeflenmektedir. Ülkemizde de, 18/4/2007 tarihli ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununa dayanılarak 2008 yılında çıkarılan "Bina Enerji performansı" yönetmeliğiyle binalarda enerji verimliliğinin artırılması ve bu çerçevede binaların sertifikalandırılması hedeflenmektedir [1].

Enerji Bakanlığı tarafından yapılan çalışmada binalarda tüketilen enerjinin % 30 oranında tasarruf potansiyelinin mevcut olduğu belirtilmektedir. Özellikle ülkemizde 2000 yıllarından itibaren insanların enerji kullanımında verimlilik bilincini geliştirilmesine yönelik bir kültür oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda Enerji bakanlığınca 2008 yılı "Enerji Verimliliği Yılı" olarak ilan edilmiştir [2].

Bu kapsamda HVAC sistemlerinin verimliliğinin artırılması için öncelikle doğru olarak tasarlanması gerekir. HVAC sistem tasarımının ilk adımı, bina ısı kayıp ve kazançlarının belirlenmesidir. Isıtma sistemi tasarım hesapları, Bina Enerji performansı" yönetmeliğinde belirtil-

diği gibi TS pılır. Ancak tasarımının soğutma yöntemi yok herhangi bir Dolayısıyla çok sorunu ulusal ve ul soğutma yöntemi ama

## 2. Enerji Y

Yazılım, pr verilerin bi rını istenile sağlayan ko yar yazılım maktadır. S yazılımları, sürücüler v ları gibi. U le son kulla dır örneğin Enerji yönü verimliliği lımlar bulu yazılımı sım rimliliği ya olabilmekte

- Simülasyon
  - Ekonomik
  - Planlama
  - Kontrol/
- Bu yazılım yayınlığının uyumluluğ lararası sta alınabilir:
- Enerji ve uyumluluğ
  - Yazılım uyumluluğ
- Enerji veri da birçok mıştır. Fak lırlı/kısıtlı yazılım gel yan düşük



diği gibi TS 2164 standardına göre yapılır. Ancak, ülkemizde soğutma sistem tasarımının en önemli parametresi olan soğutma yükü hesabı için standart bir yöntem yoktur. Tasarımcılar istedikleri herhangi bir yöntemi kullanmaktadırlar. Dolayısıyla bu durum beraberinde birçok sorunu getirmektedir. Bu çalışmada, ulusal ve uluslararası alanda kullanılan soğutma yükü yazılımların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Enerji Yazılımları

Yazılım, programların ve bunlara ait verilerin birlikte bilgisayar kaynaklarını istenilen doğrultuda kullanmasını sağlayan komutlar bütünüdür. Bilgisayar yazılımları çeşitli şekillerde olabilmektedir. Sistem yazılımları, uygulama yazılımları, programlama dilleri, cihaz sürücüler ve program geliştirme ortamları gibi. Uygulama yazılımları genellikle son kullanıcılara yönelik yazılımlardır örneğin Microsoft ofis yazılımları. Enerji yönetimi, planlama, kontrolü ve verimliliği konusunda çok çeşitli yazılımlar bulunmakta ve bunlar uygulama yazılımı sınıfına girmektedir. Enerji verimliliği yazılımları aşağıdaki çeşitlerde olabilmektedir:

- Simülasyon araçları
- Ekonomik değerlendirme
- Planlama ve analiz
- Kontrol/gözetleme yazılımları

Bu yazılımları seçerken kalite düzeyini, yaygınlığını ve uluslararası standartlara uyumluluğunu araştırmak gerekir. Uluslararası standartlar iki yönlü olarak ele alınabilir:

- Enerji verimliliği standartlarına uyumluluk
- Yazılım geliştirme standartlarına uyumluluk

Enerji verimliliği sektöründe son on yılda birçok yazılım ürünü ortaya çıkarılmıştır. Fakat bu yazılımlar genellikle belirli/kısıtlı problemleri çözmeye dönük, yazılım geliştirme standartlarına uymayan düşük kaliteli ve çoğunlukla pro-

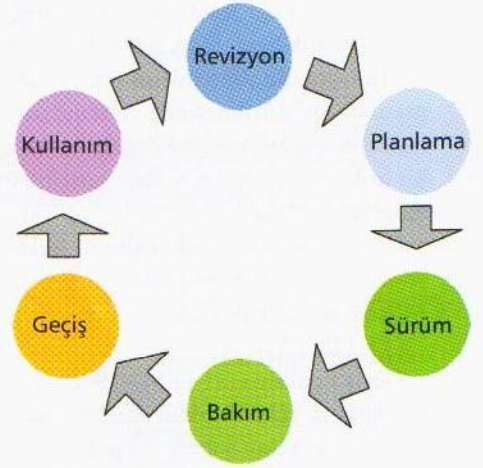
totip yazılımlardır. Prototip yazılımlar genellikle test sürecinden geçmemiş ve üretime sunulmamış yazılımlar olup içerisinde "bug" denilen yazılım hatalarını barındırabilmektedir. Öte yandan profesyonel yazılımcılar tarafından hazırlanan yazılımlar da enerji standartlarını göz ardı ettiği takdirde enerji uzmanları açısından kullanışlı olmamaktadır.

Enerji yazılımları sektörü geniş bir sektör olup, bu sektör için yazılım geliştirme için coğrafya ile sınırlı olmadığını söylemek mümkündür. Yazılım geliştirme araçları her bilgisayar ortamında mevcut olup yazılım geliştirme kapasitesi kaliteli ve yetişmiş beyin gücü ile doğru orantılıdır. Diğer önemli bir faktör yazılımı geliştirecek olan sektörün iyi tanımlanmış standartlarının ve sistematizasyonunun olmasıdır. Bu standartlar yazılım analizi aşamasında gerekli olup kaliteli sektörel yazılımlar üretmeyi etkileyen başlıca faktörlerdendir. Şekil 1'de yazılım geliştirme döngüsü sunulmuştur.

## 3. Bina Isıtma-Soğutma Yükleri

Günümüzde yaşanan mahallerin iç hava kalite ve şartlarının, konfor değerlerinde olması gerekmektedir. Bunu sağlamak için iklimlendirme sistemlerinin kullanımını giderek yaygınlaştırmaktadır. Ayrıca küresel ısınma da, yapıların soğutma ihtiyaçlarını artıran diğer bir faktördür. Yapılarda tüketilen enerjinin büyük kısmını kullanan iklimlendirme sistemlerin, doğru bir şekilde tasarlanması enerji ekonomisi açısından oldukça önemlidir. İklimlendirilecek yapının tasarımını gerçekleştiren tasarım mühendislerinin, uygun sistem ve günlük çalışma şartlarını optimize etmeleri gerekir. Böylece yapılarda tüketilen enerji minimize edilerek, enerji performansı yüksek binalar elde edilebilir. Doğru bir tasarımla sistemin yatırım, işletme ve bakım maliyetleri düşürülmekle beraber, arzulanan konfor şartları da sağlanabilmektedir.

İklimlendirme sistemi tasarımında sistem kapasitesi üzerinde etkili olan en



Şekil 1. Yazılım geliştirme döngüsü

önemli parametre, bina ısı kayıp ve kazançlarıdır. Bir binanın duvar, döşeme ve çatı gibi opak yapı elemanları, pencere ve kapı gibi saydam yapı elemanlarının özellikleri ile birlikte mahalde kullanılan cihaz, aydınlatma ve mahalde yaşayan insanlar mahalin ısı yükünü belirlemektedir. Yaz şartlarında bina içerisinde oluşan ısı yükünün uzaklaştırılması istenilirken, kış şartlarında ısı kayıplarının karşılanması istenir.

Soğutma yükü, yapılardaki enerji ekonomisi çalışmalarını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Soğutma yükünü meydana getiren pek çok bileşenin gün boyunca önemli değişimler göstermesi, soğutma yükü hesaplarını karmaşık bir hale getirmektedir. Soğutma yükünün hesaplanmasına tesir eden birçok etkenin birbiriyle olan ilişkilerinden dolayı hassas olarak tayinleri çok güçtür [3-6]. Bunları tespit etmek için kapsamlı ve dikkatli bir enerji analizi yapmak gerekir [7].

Soğutma yükü hesabında, yük bileşenlerinin ve etki düzeylerinin göz önüne alınması konusunda literatürde gerek yöntemlerin, gerekse verilerin ayrıntılarında farklılıklar içeren hesaplama yöntemleri ile karşılaşılabilir. Binaların soğutma yükünü belirleyebilmek için çok



basitten oldukça karmaşık yöntemlere kadar değişik hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin ortaya çıkmasında, geliştirilmesinde ve standartlaştırılmasında ASHRAE çok önemli bir rol oynamıştır. Zaman içerisinde ASHRAE Handbook'larda "Load Calculation Procedure" başlığı altında farklı yöntemler önerilmiştir [3,8].

- Eşdeğer Sıcaklık Farkı (TETD/TA)-1967
- Geçiş Fonksiyonu (TFM)-1972
- Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı/Güneş Soğutma Yükü/Soğutma Yükü Çarpanı (CLTD/SCL/CLF)-1977-1992
- Isı Dengesi (HB)-2001
- Işınım Zaman Serisi (RTS)-2001

Isı dengesi (HB) yöntemi; mahalın ısı dengesini ifade eden diferansiyel denklemlerin, ilgili sınır şartlarıyla çözümünü esas alır. Kesin çözüm olarak adlandırılan HB yöntemi, önerilen soğutma yükü hesap yöntemlerinin temelini oluşturmaktadır. Diğer yöntemler, soğutma yükü hesabını kolaylaştırmak için gerçekleştirilen uyarlamalardır. ASHRAE Handbook 2001'de yayınlanan ve önerilen RTS yöntemi de, HB hesap prosedüründen türetilen ve bu yöntemle doğrudan ilgili, nispeten basitleştirilmiş bir yöntemdir [8-14].

1967'den bugüne kadar geçen süreçte ihtiyaç olarak ortaya çıkan kolayca uygulanabilirlik ve güvenilirlik isteklerine cevap olarak geliştirilen RTS yöntemi, diğer yöntemlerin geçerliliklerini ortadan kaldırmamakta, ancak, online programlamada sağladığı kolaylık yanında, daha güvenilir ve hassas sonuç vermesi sebebiyle tercih edilmektedir. Bu avantajı nedeniyle, uygulayıcılara zaman açısından büyük kolaylıklar sağlamakta ve bu nedenle diğer basit yöntemlerin yerine daha sıklıkla kullanılmaktadır. RTS yönteminin en çarpıcı özelliklerinden biri ısı dengesi mantığını kullanması olup, bu yöntemle zon tipinin ve farklı yapıların soğutma yükü üzerindeki etki-

lerinin araştırılması ve karşılaştırılması kolayca sağlanabilmektedir. RTS yöntemi ile hesaplanan bina soğutma yükün tüm bileşenleri 24 saatlik dağılımı tespit edilmektedir. Böylece maksimum soğutma yükünün hesabı için ayrıca hesaplamaya gerek olmadığı gibi soğutma yükünü oluşturan elemanların yük üzerindeki etkileri kolayca belirlenir. CLTD/SCL/CLF yöntemi RTS yöntemi ile karşılaştırıldığı zaman, CLTD/SCL/CLF yöntemi tablolara dayalı bir yöntem olduğu görülür. Bu yöntemle doğru hesaplamalar için uygun yapı eşleştirmelerinin yapılması zorunludur.

#### 4. Türkiye'de Kullanılan Yazılımlar

Ülkemizde soğutma yükü hesap yöntemine yönelik olarak ilk çıkarılmış yayınlar; Makine Mühendisleri Odası (MMO) tarafından yayınlanan (115 no.lu yayın) "Uygulamalı Soğutma Tekniği" ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanan (9 no.lu teknik yayın) "Havalandırma ve Klima Tekniği" kitaplarıdır [15, 16]. Söz konusu her iki kitapta; tablolara dayalı yöntemler verilmiştir. Bu yayınlardaki yaklaşımlar günümüzde yoğun kullanılmamasına karşın; ülkemizde akademik ve endüstriyel çevrelerin üzerinde uzlaştıkları, belirli bir yöntem de bulunmamaktadır. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği tarafından ASHRAE Fundamental-1996 temel el kitabının çevirisi yapılmıştır. Bu çalışmada verilen yöntemler tercüme edilerek olduğu gibi yayınlanmıştır ve ülke şartlarına uygun olarak uyarlama yapılmamıştır [17]. Benzer bir çalışmada, 2002 yılında MMO'nun 296-2 no.lu yayınında ASHRAE tarafından 1992 yılında yayınlanan CLTD/SCL/CLF hesaplama yöntemi verilmiştir [18].

Ülkemizde son yıllarda; gerek soğutma yükü hesabında kullanılan farklı yöntemlerin kıyaslanmasına, gerekse bu yöntemlerin bilgisayar programlarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar

hızla artmaktadır. Aktacir vd. (2003) çalışmalarında ASHRAE tarafından önerilen yöntemler ile Türkiye'de kullanılan soğutma yükü hesap yöntemlerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada, RTS ve CLTD/SCL/CLF yöntemlerine göre Adana'da bulunan bir okulun detaylı soğutma yükü analizi yapılmıştır [4]. Çalışmanın sonuçlarına göre incelenen yöntemler arasında RTS yöntemi önerilmiştir. Benzer bir çalışmada, Bulut vd. (2006), ASHRAE tarafından önerilen yöntemler: CLTD/SCL/CLF, TETD/TA ve RTS yöntemleri, VDI tarafından önerilen VDI 2078'de belirtilen yöntem, piyasada kullanılan basit yöntem ve çeşitli bilgisayar programları (SSETLoad ve DW) olmak üzere toplam 7 farklı yöntem örnek bir binaya uygulanarak, detaylı bir soğutma yükü analizi gerçekleştirilmiştir [6]. Çalışmadan elde edilen sonuçlar arasında önemli farklar gözlenmiştir. Soğutma yükleri arasındaki farklılıklara, yöntemlerde kullanılan farklı katsayılar, binanın bulunduğu yer için uygun olmayan tablolar, binadaki bazı yapı malzemeleri ve elemanları için yöntemlerde verilen tablolarda uygun değerlerin olmamasına bağlanılarak, soğutma yöntemi oluşturulması önerilmiştir.

Erkmen ve Zorer (2007) çalışmalarında CLTD ve İngiltere'de Yapı Araştırma Enstitüsü (Building Research Station) tarafından hazırlanan Admittance Yöntemi ile soğutma yükü hesapları yapılmışlardır [19]. Bu çalışmada, soğutma yükü hesaplarında iklim bölgesine göre yöntem seçimi yapılması tavsiye edilmiştir. Eskin ve Türkmen (2003), çalışmalarında soğutma yükü hesabında geçiş fonksiyonu yöntemini (TFM) prosedürüne uygun olarak bilgisayar programı hazırlayarak, örnek uygulama için bazı değişkenlerin soğutma yükünü üzerindeki etkilerini incelemiştir [20]. Benzer bir çalışmada Aktacir (2005) RTS yöntemine uygun olarak Ms-office Excel tabanında bir bilgisayar programı hazırlayarak, detaylı soğutma yükü analizi



yapmıştır [5]. Bu çalışmaların dışında, Oğulata (1990), Altıparmak (1999), Atmaca (2003) ve Selbas vd., (2005) soğutma yükü hesaplamaları için bilgisayar programı hazırlamışlardır [21-24].

Ülkemizde 27075 sayılı binalarda enerji performansı yönetmeliği ile belirli büyüklükteki binalara enerji kimlik belgesi verilmesi yasal zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda; Binalarda Ulusal Hesaplama Yönteminin ve Yazılımının oluşturulması için BEP-TR yazılım projesi geliştirilmeye başlanmıştır [25]. Bu hesaplama yöntemi ilgili AB standartları ile, gerektiği takdirde ASHRAE ve Türkiye standartlarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Bu yöntemle bina enerji performansı değerlendirilirken; bina ısıtma ve soğutma için gerekli olan net enerji ihtiyacı binanın dinamik etkileri de dikkate alınarak basit saatlik dinamik hesaplama yöntemi kullanılmaktadır. Soğutma için enerji gereksinimi, merkezi HVAC sistemi ve bölgesel şartlandırma (oda iklimlendirmesi) olmak üzere iki tipte incelenmektedir. Soğutma için HVAC soğutma fonksiyonu ve soğutma enerji çıkışı ayrı ayrı hesaplanarak toplanır. Ayrıca bu yöntemde havalandırma enerjisi tüketimi, aydınlatma enerji ihtiyacı, tüketimi ve sıhhi sıcak su ihtiyacı için gerekli enerji tüketimi de hesaplanmaktadır [26].

## 5. Uluslararası Alanda Kullanılan Yazılımlar

Uluslararası alanda bina enerji analizine yönelik çok sayıda yazılım bulunmaktadır. Bu yazılımların en önde gelenleri EnergyPlus 1999 yılında ABD Enerji Bakanlığı tarafından yaptırılmıştır [27]. EnergyPlus binaların ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve enerji akımlarını modellemeye yarayan bir yazılımdır. Bu yazılımın temelini daha önce benzer çalışmaları yürüten bakanlık; BLAST ve DOE-2 yazılım paketlerini yeniden ele alarak yazılım teknolojilerini yenilemiş ve yeni özellikler eklemek

suretiyle EnergyPlus ortaya çıkarılmıştır. EnergyPlus'ın ortaya çıkmasında en önemli etken HVAC alanındaki yeni ve hızlı değişimlerdir. Çünkü BLAST ve DOE-2'nin bu değişimleri desteklemesi yazılım geliştirme açısından önemli bir problemdir. Bu yazılımlar eski yazılım teknikleri ve derleyicileri kullandığından uyum problemi ortaya çıkmaktadır.

Bu yazılımların çok az bir kısmında RTS yönteminin kullanımına geçilmiştir. RTS yöntemi algoritmasını son zamanlarda uygulamayı başarmış yazılımlar da mevcuttur. RTS yöntemi ile en çok kullanılan yazılımların Chvac ve Loadsoft olduğu görülmüştür [28, 29]. Chvac yazılımı pik ısıtma ve soğutma yükünü hesaplar, soğutma yükü hesabında RTS veya CLTD yöntemi tercih edilebilir. Ancak belirtilen yazılımlarda Türkiye iklim noktalarına ve daha da önemlisi bina kültürüne yönelik hesaplamalar yapılamamaktadır. Bu programlarda soğutma yüküne etki eden faktörlerin ve tasarıma esas bazı özel şartların göz önüne alınmaması sonucunda, yanlış boyutlandırmalarla karşılaşabilmektedir.

## 6. Sonuç ve Değerlendirme

Binaların soğutma yükünü belirleyebilmek için, çok basitten oldukça karmaşık yöntemlere kadar değişik hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin ortaya çıkmasında, geliştirilmesinde ve standartlaştırılmasında ASHRAE çok önemli bir rol oynamıştır. Soğutma yük hesabı için Türkiye'de standart bir yöntem bulunmamaktadır. Tasarımcılar soğutma yüklerinin hesabında son yıllara kadar tablo verilerini kullanan bir yöntem uygularken, artık bilgisayar programı kullanmaktadırlar. Bu programlarda soğutma yüküne etki eden faktörlerin ve tasarıma esas bazı özel şartların göz önüne alınmaması sonucunda, yanlış boyutlandırmalarla karşılaşabilmektedir. Farklı yöntemler kullanılarak bulunan soğutma yüklerinin farklı değerlerde olması durumu da sık karşılaşılan bir du-

rumdur ve aynı mahal için cihaz kapasitelerinin farklı büyüklükte seçilmesine sebep olmaktadır. Soğutma sisteminin büyük kapasiteli seçilmesi durumunda ilk yatırım, işletim ve bakım giderleri artacaktır. Soğutma sisteminin küçük seçilmesi durumunda ise arzulan konfor değerleri sağlanmayacaktır. Ülkemiz açısından bu problemlerin aşılması için;

- Standart soğutma yükü yöntemi olarak uluslararası geçerliliği olan bir hesap yönteminin kabul edilmesi,
- Tasarımcıların hesaplarda kullanılacak yöntemle kolayca ulaşabilmesi,
- Hesaplamaların özgün sistemlere rahatlıkla uygulanabilir olması, gerekmektedir.

Bunlar gerçekleştirilmesi ile;

- Kullanım oranı giderek artan HVAC cihazların optimum çalışma şartlarında tasarlanmaları ile bina enerji giderlerini minimize edilecektir.
- Doğru belirlenen sistemlerin ilk yatırım, işletme ve bakım maliyetleri azalacaktır. Böylece enerji performansı yüksek binalar elde edilecektir.
- Binalarda enerji tüketiminin minimize edilerek ülkemizin enerji kaynaklarının doğru kullanılmasına, enerji arz güvenliğinin artırılmasına katkıda bulunulacaktır.
- Tasarım alanında çalışan mühendis ve mimarlar, özellikle tasarımın ilk aşamasında, uygun bina modeli ile bu yapıya uygun mekanik sistemi, çeşitli alternatifler arasından kolayca belirleyebilecektir. Böylelikle hem yapı, hem de mekanik sistemin doğru olarak tasarlanması sağlanacaktır.

## 7. Teşekkür

Tübitak-Mag 109M427 no.lu proje kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmaya verilen destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.



8. Kaynaklar

- [1]. Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2008.
- [2]. Enerji Bakanlığı, [www.eie.gov.tr/duyurular/tan-bil\\_subesi/...enver.../ENVER.pps](http://www.eie.gov.tr/duyurular/tan-bil_subesi/...enver.../ENVER.pps) Erişim Eylül 2010
- [3]. ASHRAE Handbook-2001 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [4]. M.A. Aktacir, O. Büyükalaca, T. Yılmaz, "Soğutma Yüğü Hesabında Kullanılan Yöntemler", ULIBTK'03, 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniğı Kongresi, sayfa 64-69, 3-5 Eylül 2003, Isparta.
- [5]. M.A. Aktacir, "Influence of Outdoor Air Conditions on Operating Capacity of Air Conditioning Systems", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Makine Mühendisliğı ABD., doktora tezi, 2005.
- [6]. H. Bulut, A.F. Durmaz, M.A. Aktacir, "İklimlendirme Sistemleri için Soğutma Yüğü Hesap Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Türk Tesisat Mühendisleri Derneğı, VII. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa 1-12 , 8-10 Mayıs 2006, İstanbul.
- [7]. M.A. Aktacir, O. Büyükalaca, T. Yılmaz, "Opak Dış Yapı Elemanlarının Isıl Kapasitelerinin Bina Soğutma Yüğüne Etkisi", GAP V. Mühendislik Kongresi bildiriler kitabı, sayfa 103-110, 26-28 Nisan 2006, Şanlıurfa.
- [8]. , F.C. Mcquiston, J.D. Spitler, 1992. Cooling And Heating Load Calculation Manuel Ashrae, Inc. Second Edition, 1992.
- [9]. C.O. Pedersen, D. E. Fisher, R.J. Liesen, 1997. A Heat Balance Based Cooling Load Calculation Procedure. Ashrae Trans. 103(2):459-468.
- [10]., J.D. Spitler, D.E. Fisher, C.O. Pedersen, 1997. The Radiant Time Series Cooling Load Calculation Procedure. Ashrae Transactions 103(2):503-515.
- [11]., T.M. Mcclellan, C.O. Pedersen, 1997. Investigation Of Outside Heat Balance Models For Use In A Heat Balance Cooling Load Calculation Procedure. Ashrae Transactions 103(2):469-484.
- [12]., R.J. Liesen, C.O. Pedersen, 1997. An Evaluation of Inside Surface Heat Balance Models For Cooling Load Calculations. Ashrae Transactions 103(2):485-502.
- [13]., J.D. Spitler, D.E. Fisher, 1999. On The Relationship Between The Radiant Time Series And Transfer Function Methods For Design Cooling Load Calculations. Hvac&Research 5(2):125-138.
- [14].O.M. Al-Rabghi, K.M. Al-Johani, 1997. Utilizing Transfer Function Method For Hourly Cooling Load Calculations. Energy Conversion And Management 38(4):319-332.
- [15].N. Özkul, 1985. Uygulamalı Soğutma Tekniğı, Makine Mühendisleri Odası Yayın No:115, Ankara.
- [16].E. Önen, 1985. Havalandırma ve Klima Tesisatı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Teknik Yayınlar:9, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- [17].ASHRAE Temel Elkitabı, Türk Tesisat Mühendisleri Derneğı Teknik Yayınlar:2 1998, İstanbul.
- [18].Y. Uralcan, Klima Tesisatı" MMO yayın no 296-2, 2002, Ankara.
- [19].F.İ. Erkmen ve G. Zorer Gedik, "Örnek Bir Konutun Farklı Yöntemlerle Hesaplanan Soğutma Yüğülerinin Karşılaştırılması: Antalya ve Diyarbakır Örneğı", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl 6 Sayı:11 sayfa143-163, 2007.
- [20].N. Eskin ve H.İ. Türkmen, "Konutdışı Binaların Soğutma Yüğülerinin Transfer Fonksiyonu Yöntemi ile Hesaplanması", VI. Ulusal Tesisat Mühendisliğı Kongresi ve Sergisi (TESKON 2003), 8-11 Ekim 2003, İzmir.
- [21].R. T. Oğulata, "Yapılarda ısı kayıp ve kazançlarının araştırılması ve yeni bir ısı kazancı hesaplama yönteminin geliştirilmesi" Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliğı ABD, Adana 1990.
- [22].Ö.D. Altıparmak, "Binalarda Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yüğüünün Bilgisayarla Hesabı", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1999.
- [23].H. Atmaca, 2003. "Binalarda Soğutma Yüğü Hesabı Yapan Bir Bilgisayar Programı" Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar 1. Kongresi, 17-20 Şubat 2003, İstanbul.
- [24].R. Selbas, Ö. Kızılkıran, A. Sencan, O.B. Akalan, "Soğutma Yüğü Hesaplamaları İçin Alternatif Bir Yazılım", Tesisat Mühendisliğı Dergisi Sayı: 87, s. 43-48, 2005
- [25].E. Kaya, A. Hastekin, B. Kobaş, "Enerji Kimlik Belgesi için BEP-TR yazılımı", Termodinamik, Sayı 209, s.42-68, 2010.
- [26].A. Hastekin, "Enerji Kimlik Belgesi için BEP-TR yazılımı", Termodinamik, Sayı 210, s.48-60, 2010.
- [27].EnergyPlus, Getting Started with EnergyPlus, Erişim Eylül 2010 <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/pdfs/gettingstarted.pdf>
- [28].Chvac, <http://www.elitesoft.com/web/hvacr/chvacx.html>, Erişim Eylül 2010
- [29].LoadSoft, [http://www.neonindia.com/carmelLoadsoft\\_Sol.htm](http://www.neonindia.com/carmelLoadsoft_Sol.htm), Erişim Eylül 2010