

1. ULUSAL YAPI FİZİĞİ VE ÇEVRE KONTROLÜ KONGRESİ

Bildiriler Kitabı

13-14 Mart 2014 ■ İTÜ Taşkışla, İstanbul

Yapı Fiziği Derneği
Association of Building Physics

1. ULUSAL YAPI FİZİĞİ VE ÇEVRE KONTROLÜ KONGRESİ

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Gül Koçlar Oral
Prof. Dr. Alpin Köknel Yener
Prof. Dr. Nil Türkeri
Y. Doç. Dr. Nurgün Tamer Bayazıt
Y. Doç. Dr. Gülten Manioğlu
Öğr. Gör. Dr. Ş. Filiz Akşit

BİLİMSEL KURUL

Prof. Dr. Neşe Yüğrük Akdağ (YTÜ)
Prof. Dr. Ayşe Erdem Aknesil (Beykent Ü.)
Prof. Dr. Nihal Arıoğlu (İTÜ)
Prof. Dr. Zerhan Yüksel Can (YTÜ)
Prof. Dr. Kemal Çorapçıoğlu (MSGSÜ)
Prof. Dr. Sevtap Yılmaz Demirkale (İTÜ)
Prof. Dr. Gülay Zorer Gedik (YTÜ)
Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç (İTÜ)
Prof. Dr. Mehmet Şener Küçükdoğu (İKÜ)
Prof. Dr. Vildan Ok (İTÜ)
Prof. Dr. Gül Koçlar Oral (İTÜ)
Prof. Dr. Türkan Göksal Özbalta (Ege Ü.)
Prof. Dr. Leyla Dokuzer Öztürk (YTÜ)
Prof. Dr. Leyla Tanaçan (İTÜ)
Prof. Dr. Nil Türkeri (İTÜ)
Prof. Dr. Rengin Ünver (YTÜ)
Prof. Dr. Alpin Köknel Yener (İTÜ)
Prof. Dr. Zerrin Yılmaz (İTÜ)

SEKRETERYA

Y. Doç. Dr. Nurgün Tamer Bayazıt
Öğr. Gör. Dr. Ş. Filiz Akşit

İÇİNDEKİLER

Binaların ısıtma ve soğutma yükü hesaplamalarında kullanılan statik yöntemlerin karşılaştırılması 7
Sibel Maçka Kalfa, Yalçın Yaşar Asiye Pehlevan

Farklı cephelerde uygulanan çift kabuk cephe sistemlerinin yapı ısıl performansına etkisinin değerlendirilmesi 19
Neslihan Türkmenoğlu Bayraktar

Konut binalarında saydamlık oranı-enerji maliyeti ilişkisi 33
Esra Bostancıoğlu, BenihanTelatar

İskelet taşıyıcılı eğimli çatılarda farklı değişkenlerin 'ısı köprüsü' oluşumuna etkisi 43
Özge Sarı, M.CemAltun

Dış etkenler sonucu yapılarda oluşan hasarların nedenlerinin belirlenmesi 53
Seher Güzelçoban Mayuk, Erkan Avlar

Müze ve sergi mekanlarında aydınlatma prensiplerinin örnek uygulamalar üzerinden değerlendirilmesi 63
Gökçe Erdemir, Alpin Köknel Yener

LuisKahn tarafından tasarlanan müzelerde günışığı : Bir karşılaştırma çalışması 73
Seda Kaçel, BensonLau

Alışveriş mekanlarının aydınlatmasında güncel yaklaşımlar 83
Merve Aşçıoğlu, Alpin Köknel Yener

Sinemasal aydınlatma teknikleri ve atmosfer yaratımı - Siyah Kuğu film örneği 93
Meriç Bilen, Esra Sakınç

Okul binalarında doğal aydınlatma gereksiniminin tasarım parametreleri bağlamında irdelenmesi 103
Mine Çelebi Yazıcıoğlu, Gülsu Ulukavak Harputlugil, Selahattin Önür

Malzemelerin mikro yapı özelliklerinin akustik performansa etkisi: Gözeneklilik yapısı ile ses yutma özellikleri arasındaki ilişki 115
Işın Meriç, Ayşe Tavukçoğlu, Mehmet Çalışkan

Isı ve nem kontrolü yapılmış çift tuğla duvarların ses yalıtım değerlerinin laboratuvarda ölçülmesi ve irdelenmesi 125
Sevtap Yılmaz, Mine Aşcıgil Dincer, Leyla Tanaçan, Gülten Manioğlu

Salonların mimari tasarımının akustik performansa etkileri: Fan ve elmas salon örneği 135
Nuriye Nida Çelebi Şeker, Sevtap Yılmaz

TS EN 12354-1 ve TS EN ISO 140-4 standartlarının karşılaştırması:İstanbul'da bir konut örneği 145
Hüsnü Çay, Sevtap Yılmaz, Mine Aşcıgil Dincer

Ses yalıtım performansı konusunda geliştirilen simulasyon araçlarının değerlendirilmesi 155
Bilge Şan

Gölgenin açıklık-koyuluk özelliğinin belirlenmesine ilişkin bir yaklaşım 167
Şensin Aydın Yağmur, Leyla Dokuzer Öztürk

Kumaş kaplamalarının homojenliğinin görüntü işleme yöntemi ile haritalandırılması 177
Şemsettin Kılınçarslan, İsmail Serkan Üncü, Hakan Atsatan, İskender Akkurt, Feyza Akarslan

Aydınlatma tasarımının mağaza imajı üzerinde etkileri 185
Rana Kutlu, Banu Manav

1. Ulusal Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü Kongresi
13-14 Mart 2014 İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul

BİNALARIN ISITMA VE SOĞUTMA YÜKÜ HESAPLAMALARINDA KULLANILAN STATİK YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Araş. Gör. Sibel Maçka Kalfa[a]
Prof. Dr. Yalçın Yaşar[b]
Prof. Dr. Asiye Pehlevan[c]
KTÜ Mimarlık Fakültesi
Trabzon, 61080

ÖZET

Günümüzde, enerjiye olan talebin gün geçtikçe artması ve yenilenemez enerji kaynaklarının sınırlı olması, binaların tasarım ve işletilmesinde enerjinin etkin kullanılmasının önemini ortaya koymuştur. Binalarda ısıtma ve soğutma için gerekli enerji miktarının hesabı için bir çok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler statik yöntemlerden, dinamik yöntemlere kadar çeşitlilik göstermektedir. Bu yöntemler arasında statik yöntemler en basit ısıtma ve soğutma yükü hesap yöntemleri olup halen daha günümüzde bir çok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada ilk olarak statik hesap yöntemleri tanıtılmış ve bu yöntemler dayandıkları temeller, kabulleri ve kapsamları açısından karşılaştırılmıştır. Sonrasında, Bursa ilinde konumlanan örnek bir bina modelinin ısıtma ve soğutma yükü bu yöntemlere göre hesap edilmiştir. Bu çalışmada tek zonlu ısıtma ve soğutmanın yapılmadığı basit işlevli binalarda bina elemanlarındaki değişimin ısıtma ve soğutma yüküne etkisini dinamik yöntemlere gore çok daha kısa sürede veren ve mimara tasarım aşamasında bina elemanlarının seçiminde yol gösterecek olan statik yöntemlerin kullanımının yaygınlaştırılması ve bu yöntemlerle elde edilen sonuçlara olan güvenilirliğin artırılması amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Isıtma Yükü, Soğutma Yükü, Statik Yöntemler, Derece-Gün Yöntemi, Bin Yöntemi, TS825 Yöntemi

ABSTRACT

Nowadays, increasing energy demand and insufficient non-renewable energy sources expose importance of energy efficiency in buildings's design and operation. There are several method for calculation of heating and cooling energy consumption of buildings. These methods range from static methods to dynamic methods. Static methods among these methods are the simplest heating and cooling load calculation methods and they have been still substantially used by many researchers. In this study, firstly, static calculation methods are described and these methods are compared in terms of principles, acceptances and contents. Then, heating and cooling load of the hypothetical building model located in Bursa are calculated according to these methods. The aim of this study that are universalized usage of static methods calculating shorter time than dynamic methods to the effects of variation in building elements on heating and cooling loads and leading the way an architect in design stage in selection of building elements and are increased reliability of results of these methods in the simple function buildings having one zone without heating and cooling.

Key words: Heating Load, Cooling Load, Static Methods, Degree-Day Method, Bin Method, TS 825 Method

[a] e-posta adresi: sibelmacka@ktu.edu.tr

1.GİRİŞ

Günümüzde enerjiye olan ihtiyaç; teknolojik gelişmeler, nüfus ve bina stoğundaki artışa bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Bu artıştan kaynaklı olarak üretilen enerji tüketilen enerjiyi karşılayamamakta ve enerji açısından dışa bağımlı hale gelinmektedir. Enerji istatistiklerine göre; Türkiye'de bina sektörünün toplam enerji tüketimindeki payı son yıllarda %40 oranına ulaşmıştır **[1]**. Binalarda tüketilen enerjinin genel olarak fosil kaynaklı olması sorunu artırmakta ve bina sektörüne büyük sorumluluklar yüklemektedir. Bu nedenlerle enerjiyi kullanan her sektör gibi bina sektöründe de enerji kullanımını azaltacak önlemler almak yani enerji etkin bina tasarlamak çok büyük önem arz etmektedir.
Son yıllarda karşılaşılan enerji ve çevre ile ilgili problemlerden kaynaklı olarak enerji etkin bina tasarlamak için bina sorumluları; binalardaki toplam enerji kullanımlarını hesaplamada bina enerji simülasyon programlarından faydalanmaktadırlar **[2]**. Ancak her bir program binanın ısıtma-soğutma yükünü farklı hesap yöntemleri kullanarak belirlemektedir. Bundan dolayı binanın ısıtma-soğutma yükünü gerçek koşullara en yakın tespit edecek yöntemin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Binaların ısıtma ve soğutma yükü hesabında kullanılan statik yöntemler; derece-gün, bin ve TS 825 yöntemi olmak üzere üç grup altında incelenmektedirler. Günümüze kadar birçok araştırmacı bina modellerinin ısıtma ve soğutma yükleri hesap yöntemleri üzerine çalışmışlardır **[3-18]**. Bu çalışmalar arasında statik hesap yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar **[7-18]**; farklı iklim bölgeleri için ısıtma ve soğutma yükü hesabında gerekli derece-gün, derece saat değerlerini ve bin değerlerini elde etmek ve bu değerler kullanılarak haritalama, istatistiksel analiz vb. gibi çalışmalar yapmak üzere odaklanırken, TS 825 yöntemi üzerine yapılan çalışmalar **[16-18]** bulunulan iklim bölgesi için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi üzerine odaklanmıştır. Statik yöntemler üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların her birinin farklı bir hesap yöntemi kullandığı açıkça görülmektedir. Bundan dolayı bu çalışmalar üzerinde bir karşılaştırma yapmak ve hesap yöntemleri arasındaki farkları belirlemek zor olmaktadır. Bu çalışmada statik yöntemlerin detaylı incelemesi yapılarak, tek zonlu sadece bina elemanlarındaki değişimin ısıtma ve soğutma yüküne etkisinin test edilmesi amacıyla ısıtma ve soğutmanın yapılmadığı örnek bir bina modeli üzerinde farklı hesap yöntemleri kullanılarak ısıtma ve soğutma yükü hesaplanmıştır. Bu sayede farklı yöntemlerden elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi ve yöntemlerin güvenilirliğinin test edilmesi amaçlanmıştır.

2. BİNALARDA ISITMA VE SOĞUTMA YÜKÜ HESABINDA KULLANILAN STATİK YÖNTEMLER

Statik yöntemlerde binaların ısıtma-soğutma yükleri aylık veya sezonluk olmak üzere uzun zaman aralıklarıyla hesaplanmaktadır **[19]**. Statik yöntemler kullanılarak basit sistemler ve uygulamalar için az veri ile yeterli sonuç elde edilebilmektedir. Derece-gün yöntemi, Bin yöntemi ve TS 825 yöntemi bu grup içerisinde değerlendirilen yöntemlerdir **[19-21]**.

2.1. Derece-gün Yöntemi

Derece-gün yönteminde; ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin yıl boyunca kullanım şeklinin değişmediği diğer bir deyişle verimlerinin sabit olduğu, iç ortam sıcaklığının ve içsel kazançların değişmediği varsayılır **[19,20]**. Isıtma-soğutma derece-gün değeri 24 saatlik

periyodun ne kadarının soğuk - sıcak geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir ve belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) günlük ortalama dış ortam sıcaklığı ve denge noktası sıcaklığını hesaba katarak soğuğun ve sıcağın şiddetini hesaplar **[20].** Bu çalışmada karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat) tarafından önerilen denge noktası sıcaklıkları kullanılmıştır (ısıtma için; 18^0C, soğutma için; 22^0C). Aşağıdaki eşitliklerde ısıtma ve soğutma derece-gün değerlerinin hesabı ve bu değerler kullanılarak örnek bir bina modelinin ısıtma ve soğutma yükünün hesabı görülmektedir.

Isıtma derece-gün değeri;

$$IDG = \sum_{GÜN}(t_{denge} - t_{do})^{+} \quad (1)$$

Soğutma derece-gün değeri;

$$SDG = \sum_{GÜN}(t_{do} - t_{denge})^{+} \quad (2)$$

t_{denge} (^{0}C) denge noktası sıcaklığını, t_{do} (^{0}C) günlük dış ortam sıcaklığını ifade etmektedir. Isıtma derece-gün değeri için 365 gün için denge noktası sıcaklığının dış ortam sıcaklığından farkı pozitif olanlar hesaba katılırken, soğutma derece-gün değeri için ise dış ortam sıcaklığının denge noktası sıcaklığından farkı pozitif olanlar hesaba katılır.

Isıtma ve soğutma yükünün hesabı;

$$Q_{□s□tma,soğutma} = \frac{K_{top}}{H\eta_{□s□tma,soğutma}}(IDG, SDG) \quad (3)$$

K_{top} (W) binanın toplam ısı transfer katsayısını, H yakıtın ısıtma ve soğutma değerini, ή ısıtma ve soğutma sistem verimliliğini ifade etmektedir. Ancak bu çalışmada ısıtma ve soğutma yükü hesaplanan bina modellerinde ısıtma ve soğutma sistemlerinin olmadığı varsayıldığı için 3 ve 4 nolu eşitliklerde yer alan H ve ή değerleri dikkate alınmamıştır. Binanın toplam ısı transfer katsayı - K_{top} (W) ise aşağıdaki 5 nolu eşitlik vasıtasıyla hesaplanmaktadır.

2.2. Bin Yöntemi

Sıcaklık aralığı (BİN) yöntemi, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimlerinin, denge noktası sıcaklığının, bina kullanım şeklinin ve toplam ısı transfer katsayısının sabit olmadığı pek çok uygulamada, basit enerji tahmin yöntemi olarak derece-gün yönteminden daha hassas sonuçlar verdiğinden yaygın olarak kullanılmaktadır Bin yönteminde günlük ortalama dış ortam sıcaklığı yerine, saatlik dış ortam sıcaklık değerleri kullanılarak, sıcaklık ve zaman aralıkları ayrı ayrı değerlendirilerek enerji tüketimi günlük, aylık veya yıllık olarak belirlenebilmektedir Bin yönteminde, belirli bir dönem içerisinde (ay,yıl) dış ortam sıcaklığının (t_{do}) ele alınan belirli aralıklarında (bin) kaç saat (N_{bin}) oluştuğu tespit edilir. Bu sıcaklık değerinin oluşma süresine (saatine) göre enerji miktarı belirlenir. Toplam enerji tüketimi bütün sıcaklık aralıklarındaki enerji tüketimleri toplanarak bulunur **[19,20]**. Aşağıdaki 4 ve 5 nolu eşitliklerde elde edilen bin değerleri kullanılarak aylık ısıtma ve soğutma yükünün nasıl hesaplandığı görülmektedir. Yıllık hesaplamalar 12 ay için elde edilen değerler toplanarak elde

edilmektedir. Bu çalışma için bin değerleri -34^{0}C'den 44^{0}C'ye kadar 3^{0}C'lik sıcaklık aralığında, günlük 4 saatlik 6 zaman dilimine gore hesap edilmiştir.

$$\Phi_{ısıtma,aylık} = N_{bin} K_{top} x (t_{denge} - t_{do})^{+} \quad (4)$$

$$\Phi_{soğutma,aylık} = N_{bin} K_{top} x (t_{do} - t_{denge})^{+} \quad (5)$$

N_{bin} aylık bin değerini, K_{top} (W) binanın toplam ısı transfer katsayısını, t_{denge} (^{0}C) denge noktası sıcaklığını, t_{do} (^{0}C) günlük dış ortam sıcaklığını ifade etmektedir.

2.3. TS 825 'Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' Yöntemi

TS 825; 2000 yılında yürürlüğe giren, 2008 yılında ise enerji ihtiyacı sınır değerleri düşürülerek yenilenen zorunlu yalıtım standartıdır. TS 825 hesaplama sonucu olarak binanın toplam ısıtma yükünü verse de asıl amacı binaya uygulanması gereken minimum yalıtımı ve pencere özelliklerini belirlemektir. Türkiye'yi 4 ısıtma derece-gün bölgesine ayıran ve bu derece-gün bölgelerinin aylık ortalama iklimsel verilerinin kullanıldığı statik bir hesaplama yöntemidir [9]. Yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanmış bir yapıda, ısıtma periyodunda, iç ortamda belli bir iç ortam sıcaklığını (t_{io} – ^{0}C) sağlamak için gereken ısı enerjisinin bir kısmı iç kaynaklardan ve güneş enerjisinden sağlanır. Kalan miktarın ısıtma sistemi tarafından iç ortama verilmesi gerekir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olarak tanımlanan bu miktar, toplam kayıplardan, güneş enerjisi kazançları ve iç kazançlar çıkartılarak hesaplanır. Örnek çalışmada incelenecek bina modelinde diğer yöntemlerle karşılaştırılabilir olması açısından içsel kazançlar dikkate alınmamıştır. Aşağıdaki 6 nolu eşitlikte aylık ısıtma yükü hesabı görülmektedir.**[21]**.

$$Q_{ay} = [H(t_{io} - t_{do}) - \eta_{ay} \phi_{sol,ay}] z \quad (6)$$

Q_{ay} aylık ısıtma yükünü (W), H binanın özgül ısı kaybını (W/K), t_{io} iç ortam sıcaklığını (^{0}C), t_{do} aylık ortalama dış ortam sıcaklığını (^{0}C), η_{ay} kazançlar için aylık kullanım faktörünü, $\phi_{sol,ay}$ aylık ortalama güneş enerjisi kazancını (W), z saniye olarak zamanı ifade etmektedir.

2.4. Statik Yöntemlerin Karşılaştırılması

Statik yöntemler aşağıda kullandıkları verilere göre karşılaştırılmıştır **(Çizelge 1).** Bu çizelgeye göre en fazla veri TS 825 yönteminde kullanılmaktadır. Bin yönteminde hesaplar diğer yöntemlerden farklı olarak günlük olarakda hesap edilmekte, TS 825 yöntemi kullanılarak soğutma yükü hesabı yapılamamaktadır.
Statik yöntemler kullandıkları araç, iklimsel veri türü, enerji yükü, rejim durumu, hesap edilebilen zon sayısı ve güvenilirlik kriterlerine göre aşağıda sınıflandırılmıştır **(Çizelge 2)**.

Çizelge 1: Statik yöntemlerin karşılaştırılması **[19-21]**.

	Derece-gün yöntemi	Bin yöntemi	TS 825 yöntemi
Dış ortam sıcaklığı-t_{do} (^{0}C)	Günlük	Saatlik	Aylık
Güneş ışınım şiddeti-I_t(W/m^2)	-	-	Aylık
Isıtma-soğutma denge noktası sıcaklığı-t_{denge}(^{0}C)	+	+	-
Binanın toplam ısı transfer katsayısı-K_{top} (W)	+	+	+
İç ortam sıcaklığı- t_{io} (^{0}C)	-	-	19
Bin değeri -N_{bin}	-	+	-
Güneş enerjisi kazançları-Φ_{sol}(W)	-	-	Aylık
Binanın özgül ısı kaybı-H (W/K)	-	-	Aylık
Isıtma yükü- $\Phi_{ısıtma}$(W)	Aylık,yıllık	Günlük,aylık,yıllık	Aylık,yıllık
Soğutma yükü- $\Phi_{soğutma}$(W)	Aylık,yıllık	Günlük,aylık,yıllık	-

Çizelge 2: Statik yöntemlerin karşılaştırılması **[19-21]**.

Yöntem	Araç	İklimsel veri	Yük	Rejim	Zon sayısı	Güvenilirlik
Derece-gün	Manuel Bilgisayar	Günlük ortalama	Isıtma soğutma	Sürekli	Tek zonlu yapılar	+
Bin	Manuel Bilgisayar	Saatlik	Isıtma soğutma	Geçici	Tek zonlu yapılar	+++
TS 825	Manuel Bilgisayar	Aylık ortalama	Isıtma	Sürekli	Tek zonlu yapılar	++

3. YÖNTEM

Statik hesap yöntemleri kullanılarak Bursa ilinde konumlanan 50 m^2 taban alanına sahip tek katlı bir konut modelinin ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmıştır. Isıtma yükü için ısıtma sezonu olan Ocak, Şubat, Mart, Ekim, Kasım ve Aralık ayları, soğutma yükü için soğutma sezonu olan Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları dikkate alınmıştır. Bin yöntemi hariç, Derece-gün yöntemi ve TS825 hesap yöntemleri kullanılarak günlük hesaplamalar yapılamadığı için tüm yöntemlerde değerlendirmeler aylık değerler üzerinden yapılmış ve sonuçlardaki farklılıklar tartışılmıştır.

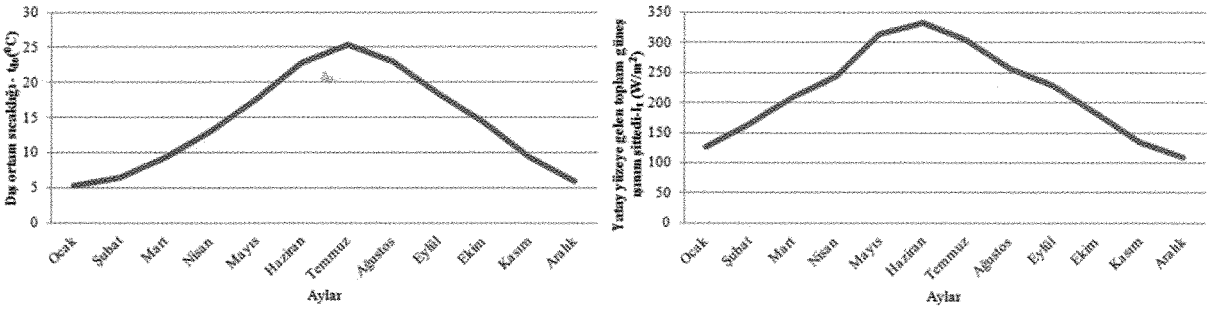
3.1. Bina Modelinin Konumsal ve İklimsel Özellikleri

Örnek bina modeli Bursa ilindedir. Bursa iline ait konumsal bilgiler **Çizelge 3'de**, hesaplamalarda kullanılacak saatlik iklimsel veriler **Şekil 1'de** verilmiştir. Hesaplamalarda

kullanılan iklimsel veriler, 2000-2010 yılları arası uzun dönem iklimsel veriler temel alınarak Bursa ili için oluşturulan TMY2 iklimsel veri dosyasından elde edilmiştir.

Çizelge 3: Bursa iline ait konumsal veriler**[22]**.

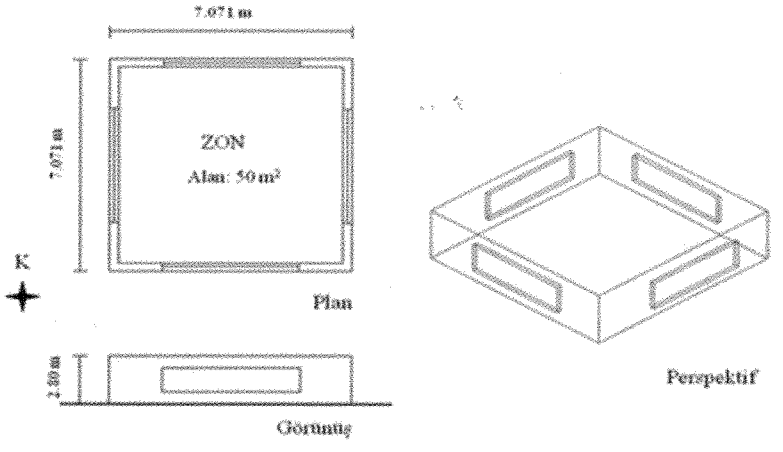
İl	Boylam (^{0})	Enlem(^{0})	Yükseklik (m)	Süreç	Toplam yıl
Bursa	29.04	40.11	100	2000-2010	11



Şekil 1: Bursa iline ait ısıtma ve soğutma sezonu için saatlik dış ortam sıcaklığı- t_{do} (^{0}C) ve yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınım şiddeti-I_t (W/m^2) **[22]**.

3.2.Bina Modeline Ait Veriler

Bu çalışma için seçilen bina modelinin taban alanı 50 m^2, kat yüksekliği 2.80 m, genişlik ve uzunluk ölçüleri 7,071x7,071 m'dir. Bina saydamlık oranı her cephede %15'dir. **Şekil 2'de** bina modeline ait plan, görünüş ve perspektifler verilmiştir. **Çizelge 4'de** bina modelinin konstrüksiyonunu oluşturan katmanlar ve özellikleri verilmiştir.



Şekil 3:İncelenen bina modelinin plan, görünüş ve perspektifi

Çizelge 4. Bina modellerinin konstrüksiyonuna ait veriler

Bina konstrüksiyonu	Katmanlar	Kalınlık-d (m)	Isıl iletkenlik- λ (W/m.K)
Dış duvarlar	İç sıva	0.02	0.35
	Beton	0.20	0.22
	Isı yalıtım-EPS	0.05	0.04
	Dış sıva	0.02	0.35
Döşeme	Şap	0.02	0.35
	Isı yalıtım-EPS	0.06	0.04
	Beton	0.20	0.22
Çatı	Sıva	0.02	0.35
	Isı yalıtımı-EPS	0.10	0.04
	Beton	0.20	0.22
Pencere	Berrak cam+hava boşluğu+berrak cam Berrak cam	0.06+0,12+0,06	1

4. ISITMA VE SOĞUTMA YÜKÜ HESAP SONUÇLARI

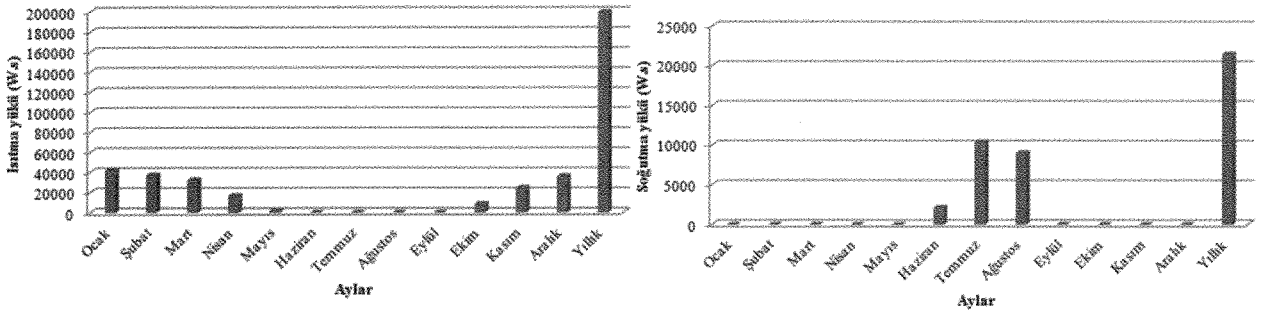
Bu bölümde örnek binanın ısıtma ve soğutma yükü ısıtma ve soğutma sezonunu içeren aylar için derece-gün yöntemi, bin yöntemi, TS 825 yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntemlerde aylık ve yıllık hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Derece-Gün yöntemi hesap sonuçları;

Bursa ili için hesaplanan ısıtma ve soğutma derece-gün değerleri **Çizelge 5'de** verilmiştir. Örnek bina modelinin bu değerler kullanılarak elde edilen aylık ve yıllık ısıtma ve soğutma yükleri **Şekil 3'te** verilmiştir. Bölüm 3'te belirtildiği gibi ısıtma yükü için ısıtma sezonu olan Ocak, Şubat, Mart, Ekim, Kasım ve Aralık ayları, soğutma yükü için soğutma sezonu olan Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları dikkate alınacaktı. Ancak **Çizelge 5** incelendiğinde soğutma sezonu içerisinde kabul edilen Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında Bursa ilinde soğutma derece-gün değerinin 0 olduğu, bu aylarda ısıtma derece-gün değerinin olduğu ve ısıtma yüküne katkı sağladığı görülmektedir.

Çizelge 5: Bursa ili aylık ısıtma ve soğutma derece-gün değerleri

İstasyon No/il	AY	IDG	SDG
17116/BURSA	OCAK	399	0
	ŞUBAT	352	0
	MART	305	0
	NİSAN	158	0
	MAYIS	17	0
	HAZİRAN	0	20
	TEMMUZ	0	98
	AĞUSTOS	0	85
	EYLÜL	0	0
	EKİM	82	0
	KASIM	231	0
	ARALIK	341	0



Şekil 3: Derece-gün yöntemi aylık ve yıllık ısıtma ve soğutma yükü (W)

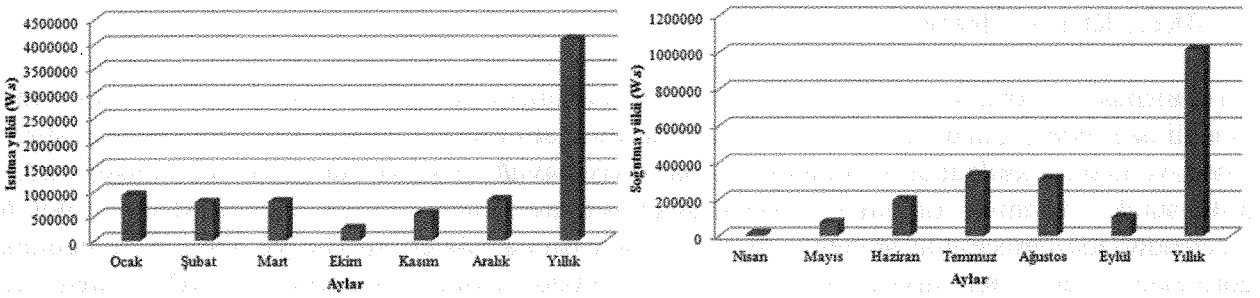
Bin yöntemi hesap sonuçları;

Bursa iline ait ısıtma sezonu içerisindeki aylar için 18^0C denge noktası sıcaklığında, soğutma sezonundaki aylar için 22^0C denge noktası sıcaklığında hesap edilen Bin (N_{bin}) değerleri **Çizelge 6'da** verilmiştir.

Örnek bina modelinin elde edilen bin değerleri kullanılarak hesaplanan aylık ve yıllık ısıtma ve soğutma yükleri **Şekil 4'te** verilmiştir. Derece-gün yöntemi hesap sonuçları ile karşılaştırıldığında aylık ve yıllık ısıtma-soğutma yüklerinde ciddi bir artış gözlenmiştir. Bunun nedeni derece-gün yönteminde katsayı olarak günlük dış ortam sıcaklık ortalamalarının denge noktası sıcaklığından farklarının toplamının, BİN yönteminde ise her saat aralığındaki Bin değerleri toplamı ve dış ortam sıcaklığı ve denge noktası sıcaklığı arasındaki farkın dikkate alınmasıdır.

Çizelge 6: Bursa ili aylık bin değerleri

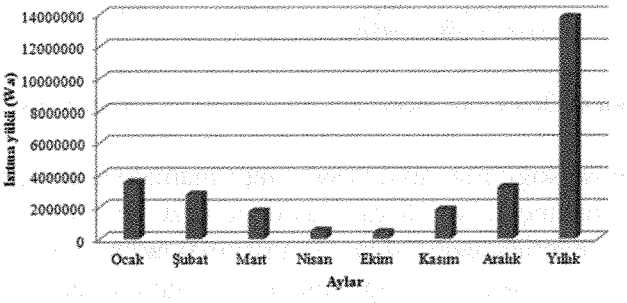
İstasyon No/il	AY	Bin değeri
17116/BURSA	OCAK	701
	ŞUBAT	619
	MART	664
	NİSAN	31
	MAYIS	156
	HAZİRAN	329
	TEMMUZ	498
	AĞUSTOS	475
	EYLÜL	202
	EKİM	431
	KASIM	606
	ARALIK	719



Şekil 4: Bin yöntemi aylık ve yıllık ısıtma ve soğutma yükü (W)

TS 825 yöntemi hesap sonuçları;

Örnek bina modelinin, TS 825 yöntemi kullanılarak hesap edilen aylık ve yıllık ısıtma yükleri **Şekil 5'de** verilmiştir. TS 825 diğer iki yöntemden (derece-gün, bin yöntemi) farklı olarak derece-gün bölgelerinin her biri için aylık ortalama iklimsel verileri (dış ortam sıcaklığı, güneş ışınım şiddeti) kullanmaktadır. Aylık ortalama verilerin kullanımı ısıtma yükü hesaplamalarındaki güvenilirliği azaltmaktadır. **Çizelge 7'de** Bursa ilinin yer aldığı ikinci derece-gün bölgesine ait TS 825 hesap yönteminde kullanılan iklimsel veriler verilmiştir.



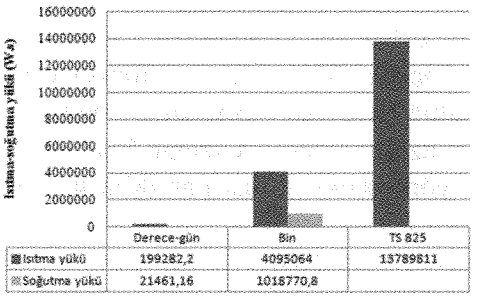
Şekil 5: TS 825 yöntemi aylık ve yıllık ısıtma yükü (W)

Çizelge 7: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabında Bursa iline ait iklimsel veriler

AYLAR	İç ortam sıcaklığı-t_{io} (^{0}C)	Dış ortam sıcaklığı-t_{do} (^{0}C)	Ortalama aylık güneş ışınım şiddeti değeri-I_t (W/m^2) Kuzey	Güney	Doğu	Batı
OCAK	19	3,3	26	72	43	43
ŞUBAT		4,5	37	84	57	57
MART		7,2	52	95	77	77
NİSAN		12,6	66	83	90	90
MAYIS		17,8	79	92	114	114
HAZİRAN		21,9	83	95	122	122
TEMMUZ		24,4	81	93	118	118
AĞUSTOS		23,8	73	93	106	106
EYLÜL		19,6	57	89	81	81
EKİM		14,1	40	82	59	59
KASIM		9,1	27	67	41	41
ARALIK		4,9	22	64	37	37

5. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada ısıtma-soğutma yükü hesabında kullanılan statik yöntemlerin aynı örnek bina modeli üzerinde uygulanmasıyla aralarındaki farklılıklar ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir. Statik yöntemler kullanılarak ısıtma-soğutma yükleri aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. **Şekil 6'da** statik yöntemler kullanılarak hesaplanan ısıtma-soğutma yükleri görülmektedir. **Şekil 6** incelendiğinde derece-gün yöntemi ile elde edilen ısıtma yüklerinin Bin ve TS 825 yöntemine göre elde edilen ısıtma yüklerinden çok daha az olduğu, soğutma yüklerinin ise BİN yöntemi ile elde edilen soğutma yüküne oranla oldukça az olduğu görülmektedir. Yöntem sonuçlarındaki bu farklılıkların sebebi derece-gün yönteminin katsayı olarak günlük dış ortam sıcaklık ortalamalarının denge noktası sıcaklığından farklarının toplamının, BİN yönteminde ise her saat aralığındaki Bin değerleri toplamı ve dış ortam sıcaklığı ve denge noktası sıcaklığı arasındaki farkın dikkate alınmasıdır.



Şekil 6: Örnek bina modelinin yıllık ısıtma ve soğutma yükleri

TS 825 hesap yönteminde ise soğutma yükü hesabı yapılmamakta, derece-gün ve Bin yönteminde dikkate alınmayan solar kazançlar ve doğal havalandırma ve sızıntılar vasıtasıyla oluşan ısı kayıpları aylık ortalama değerler üzerinden hesaplanmaktadır. TS 825 yöntemi diğer statik yöntemlere oranla daha çok değişkenle hesap yapmasına rağmen tüm derece-gün bölgelerinin her birindeki tüm iller için aynı aylık ortalama iklimsel verileri kullanmasından kaynaklı olarak ısıtma yükü hesaplamalarında gerçeğe yakın sonuçlar vermemektedir.

6. SONUÇLAR

Binaların ısıtma-soğutma yük hesabında kullanılacak yöntemin doğru seçilmesi sonuçların güvenilirliği açısından büyük öneme sahiptir. Her yöntemin kendine göre kabulleri, farklı değişken sayıları ve hesap yöntemleri bulunmaktadır. Bundan kaynaklı olarak kullanıcının her yöntemin avantajları ve dezavantajlarını bilmesi ve inceleyeceği binanın ısıtma-soğutma yükünü en doğru tahmin edecek yönteme karar verebilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada örnek bir bina modelinin ısıtma ve soğutma yükleri Bursa iline ait iklimsel veriler kullanılarak üç farklı statik hesap yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesap sonuçları incelendiğinde en yüksek ısıtma yükünün TS 825 yöntemi ile, en düşük ısıtma yükünün ise derece-gün yöntemiyle elde edildiği, bin yöntemiyle hesap edilen soğutma yükünün ise derece-gün yöntemi ile elde edilen soğutma yüküne gore oldukça fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Derece-gün yöntemi ısıtma-soğutma sistemlerinin tüm yıl boyunca aynı oranda sürekli olarak çalıştığı, iç ortam sıcaklığı, içsel kazançların ve bina kullanım şeklinin yıl boyunca sabit olduğu

durumlarda yıllık ısıtma-soğutma yükünün basit bina modelleri için hesaplanmasında kullanılabilir. Ancak bu yöntemde içsel ve güneş kazançları ihmal edildiğinden kompleks bina modelleri için güvenilir sonuçlar elde etmek güçtür. Derece-gün yönteminin kompleks bina modellerinde kullanılamaması, ancak sabit koşullarda kabul edilebilir sonuçlar vermesinden dolayı kompleks bina modellerinde, değişken ısıtma, soğutma ve havalandırma sistem verimlerini, denge noktası sıcaklığını ve bina kullanım şeklini dikkate alan Bin yöntemi kullanılabilir. Bin yönteminde binanın kullanım saatlerine göre hesaplamalar yapılabilmekte, değişken dış ortam koşullarındaki ısıtma-soğutma yükleri değerlendirilebilmektedir. Bu yöntem, günlük ortalama dış ortam sıcaklığından ziyade saatlik dış ortam sıcaklık değerlerine dayandığından derece-gün yönteminden daha hassas sonuçlar verir. Bin yönteminde binanın iç ve dış ısı kazançları ısıtma-soğutma yükü hesaplarına doğrudan girmemekte olup, bu kazançlar binanın denge noktası sıcaklığını etkilemektedir. Kazançların artmasıyla birlikte denge noktası sıcaklıkları da düşecektir. Bundan kaynaklı olarak farklı denge noktası sıcaklıkları içinde hesaplamalar yapılması faydalı olacaktır. TS 825 yöntemi derece-gün bölgelerinin her biri için ısıtma yükü hesabında aynı aylık ortalama dış ortam sıcaklığı ve güneş ışınımı şiddeti değerlerini kullanmaktır. Gerçeğe yakın sonuçlar elde edebilmek için bölgesel veriler yerine yerel veriler kullanılması gereklidir. Ayrıca TS 825'te bina modelinin sadece aylık ve yıllık ısıtma yükü hesaplanabilmekte soğutma yükü hakkında herhangi bir veri elde edilememektedir.

Sonuç olarak, statik yöntemler arasında derece-gün yöntemi sadece sabit koşullarda, basit bina modellerinde yıllık ortalama değerler verdiğinden, TS 825 yöntemi ise her derece-gün bölgesi için aylık ortalama değerler kullanması ve sadece ısıtma yükü hesabını dikkate almasından ötürü BİN yöntemi, binanın içsel kazançları analiz edilip doğru denge noktası sıcaklığında statik yöntemler arasında gerçeğe en yakın ve kabul edilebilir sonuçlar verir.

KAYNAKLAR

1. A. Sözen., E. Arçaklıoğlu, M. Özkaymak, "Turkey's net energy consumption, *Appl. Energy*, **81**, (2005), pp: 209-221. "

2. S.Lang, "Progress in energy-efficiency standards for residential buildings in China, *Energy Building,* **36**(12), (2005), pp:1191–1196. "

3. Y.Yasar, S.M. Kalfa, "The effects of window alternatives on energy efficiency and building economy in high-Rise residential buildings in moderate to humid climates, *Energy Convers. and Management,* **64**, (2012), pp: 170-181. "

4. S.Maçka, Y.Yasar, "The effects of window alternatives on energy efficiency and building economy in high-rise residential buildings in cold climates, *Gazi University J. of Sci.,* **24**, (2011), pp: 926-944."

5. A. Buonomano, A. Palombo,"Building energy performance analysis by an in-house developed dynamic simulation code: An investigation for different case studies, *Appl. Energy*, **113,** (2014), pp: 788–807."

6. Y.Schwartz, R. Raslan, "Variations in results of building energy simulation tools, and their impact on BREEAM and LEED ratings: A case study, *Energy and Buildings*, **62,** (2013), pp: 350–359."

7. S.A.M,Said, M.A.Habib, M.O.Iqbal, "Database for building energy prediction in Saudi Arabia', *Energy Convers. and Management*, **44**,(2003), pp: 191-201."

8. A. Bolatürk, "Optimum insulation thicknesses for building walls with respect to cooling and heating degree-hours in the warmest zone of Turkey", *Building and Environment*, **43**, (2008), pp:1055-1064."

9. M.J.OrtizBeviá, G.Sánchez-López, F.J. Alvarez-Garcìa, A.RuizdeElvira, "Evolution of heating and cooling degree-days in Spain: Trends and interannual variability, *Global and Planetary Change*, **92**, (2012), pp: 236–247. "

10. Ö.A. Dombaycı,"Degree-days maps of Turkey for various base temperature", *Energy*,**34**, (2009),pp:1807-1812."

11. K.T. Papakostas, "Bin weather data of Athens, Greece, *Renew. Energy,* **17**,(1999), pp: 265–75 "

12. Z.Jin, W.Yezheng, Y.Gang,"A stochastic method to generate bin weather data in Nanjing, China, *Energy Convers. and Management*, **47**, (2006), pp: 1843–1850."

13. Z. Peng, J.Zhou, G. Zhang, W. Guoqiang, W.Yezheng, "Generation of ambient temperature bin data of 26 cities in China, *Energy Convers. and Management,* **50**, (2009), pp: 543–553."

14. H. Bulut,O. Büyükalaca, T. Yılmaz, "Bin weather data for Turkey, *Appl. Energy*, **70**, (2001), pp: 135–155."

15. Ö.Özyurt,K. Bakırcı, S. Erdoğan, M. Yılmaz, "Bin weather data for the provinces of the Eastern Anatolia in Turkey, *Renew. Energy*, **34**, (2009), pp: 1319–1332. "

16. M. Özel, K.Pıhtılı, "Isıtma ve soğutma derece-gün değerlerini kullanarak optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi' *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi,* **26**,(2008), pp: 191-197. "

17. M.Gölcü, Ö.A. Dombaycı, S. Abalı, "Denizli için Optimum Yalıtım Kalınlığının Enerji Tasarrufuna Etkisi ve Sonuçları, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi,* **21**,(2006),pp: 639-644"

18. A.Bolatürk, "Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey, *Appl. Thermal Engineering,* **26**, (2006), pp:1301-1309. "

19. ASHRAE, Fundementals, Chapter 28-Energy Estimation Methods, Atlanta, 2010.

20. F.C. McQiston J.D. Parker,J. Spitler, "Heating,Ventilating, and Air Conditioning Analysis and Design, Six Edition, John Wiley Press, USA, 2005.

21. TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları',Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2008.