

OPAK DIŞ YAPI ELEMANLARININ ISIL KAPASİTELERİNİN BİNA SOĞUTMA YÜKÜNE ETKİSİ

Mehmet Azmi AKTACİR, Harran Üni. Makine Müh. Böl., 63300-Şanlıurfa, aktacir@harran.edu.tr
Orhan BÜYÜKALACA, Çukurova Üni. Makine Müh. Böl., 01330-Adana, orhan1@cukurova.edu.tr
Tuncay YILMAZ, Çukurova Üni. Makine Müh. Böl., 01330-Adana, tunyil@cukurova.edu.tr

Özet

Opak dış yapı elemanlarının ısı kapasiteleri, bina soğutma yükü üzerinde belirleyici bir parametredir. Gün boyunca iç ve dış ısı kaynaklarından oluşan ısı kazancı opak yapı elemanlarınca depolanmakta, böylelikle ortamın hem aşırı ısınması engellenerek soğutma yükü, hem de iç ortam sıcaklığındaki salınım düşürülmüş olmaktadır. Bu çalışmada, binayı saran opak dış yapı elemanlarının ısı kapasitelerinin soğutma yüküne etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla; örnek bir binanın; ısı dirençleri (r) eşit, ısı kapasiteleri (q) farklı olan 3 değişik tip opak yapı elemanı tarafından sarıldığı varsayılmıştır. Belirlenen bu yapının tüm tipleri için soğutma yükü hesaplanarak, bu yapı tiplerinin soğutma yüküne etkisi araştırılmıştır. Binanın soğutma yükü hesabında, ışıyım zaman serisi (RTS) yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta, çeşitli opak yapı elemanı tiplerine göre oluşturulan binanın soğutma yükünün, yapı elemanlarının ısı kapasitesinden önemli oranda etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Soğutma yükü, Isıl kapasite, Opak duvarlar, RTS

INFLUENCE OF THERMAL CAPACITIES OF OPAQUE OUTSIDE BUILDING ELEMENTS ON SPACE COOLING LOAD

Abstract

Thermal capacity of opaque outside walls of buildings is an effective parameter on space cooling load. High heat gain due to indoor and outdoor heat sources during the day is stored by opaque outside walls of the building, so both the space cooling load and amount of the indoor room temperature fluctuation are quite reduced. The aim of this study is to investigate the influence of the thermal capacity of the opaque outside building elements on space cooling load. For this purpose, three different opaque outside walls with an equal thermal resistance (r) and different thermal capacities (q) are applied to a sample building. The cooling loads for the different building elements selected are calculated and the influence of the different building types on the cooling load is investigated. Cooling load calculations are carried out using Radiant Time Series (RTS) method. It is seen that the cooling load of the building is affected on a large scale by the thermal capacity of the opaque outside walls.

Keywords: Cooling Load, Thermal capacity, Opaque walls, RTS

1. Giriş

Bina soğutma yükü, yapıdaki enerji ekonomisini etkileyen önemli bir parametredir. Soğutma yükünü meydana getiren pek çok bileşenin gün boyunca önemli değişimler göstermesi, soğutma yükü hesaplarını karmaşık bir hale getirmektedir. Bir ortamda soğutma yükünün oluşmasını sağlayan ısı kazançları iletim, taşınım ve ışıma yolu ile olmaktadır. Ortamın, taşınım yoluyla ısı kazançları anlık olarak, yani hemen soğutma yüküne dönüşürken, iletim ve ışıyım ile ısı kazancı hemen soğutma yüküne dönüşmemektedir. Işıyım enerjisi önce ortamı çevreleyen opak yüzeyler ile ortamda bulunan cisimler tarafından yutulmakta, daha sonra bu yüzey ve cisimlerin ısı kapasitelerine göre belli bir gecikmeyle soğutma yüküne etki etmektedir. Benzer şekilde ortama iletimle olan ısı kazancının büyük kısmı malzemenin ısı kapasitesine bağlı olarak depolanarak ortama ışıyım ile belli bir gecikmeyle verilirken, geri kalan kısmı da taşınım ile hemen ortama verilmektedir. Dolayısıyla soğutma yükünde, opak duvarların ve ortamda bulunan cisimlerin ısı kapasiteleri belirleyici bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

Isıl kapasite terimi yeni bir terim olmayıp, geleneksel mimaride de karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde geleneksel mimari özelliklerini taşıyan yapılarda, dış ortamın olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için ısı kapasitesi yüksek opak yapı elemanları çokça kullanılmıştır [1, 2]. Binanın büyük ısı kapasitesi, yaz ve kış

periyodu boyunca iç ortam şartlarına olumlu etki sağlar. Yazın gün boyunca binaya gelen yüksek ısı, opak yapı elemanlarınca depolanmakta, böylelikle ortamın hem aşırı ısınması engellenerek soğutma yükü azaltılmış olmakta, hem de iç ortam sıcaklığındaki salınım oldukça düşürülmüş olmaktadır. Bu durumda hem binaya giren ısı azalmakta, hem de maksimum soğutma yükünün oluşma saati geciktirilmektedir [3, 4]. Bu da özellikle büyük iş merkezleri gibi ticari yapılarda maksimum soğutma yükünün mesai saatleri dışında oluşmasını sağlayan önemli bir avantajdır. Son dönemlerde bina tasarımlarında ısı kapasitesinin bu özellikleri kullanılarak düşük enerjili bina tasarımları gerçekleştirilmektedir [5, 6, 7]. Soğutma yükünün, mesai saatleri dışında ve dış havanın daha düşük olduğu saatlere kaydırılması durumunda, sisteme ilave edilecek pasif soğutma teknikleriyle düşürülmesi de mümkün olmaktadır [8]. Balaras [9] yaptığı bir çalışmada, pasif soğutma tekniklerinden biri olan gece havalandırması uygulanan bir binada, yapı elemanlarının ısı kapasitesine bağlı olarak, binanın toplam soğutma yükünün %27-36 oranında azaltılabileceğini belirlemiştir.

Bu çalışmanın temel amacı, binayı saran opak dış yapı elemanlarının ısı kapasitelerinin soğutma yüküne etkisinin araştırılmasıdır. Bunun için, örnek bir binanın ısı dirençleri (r) eşit ve ısı kapasiteleri farklı (q) opak yapı elemanından oluşan 3 ayrı tipi için soğutma yükü hesaplanmış ve bu yapı elemanlarının soğutma yüküne etkisi belirlenmiştir. Binanın soğutma yük profilleri, saatlik olarak 21 temmuz günü için ışınım zaman serisi yöntemi (RTS) kullanılarak elde edilmiştir.

2. Opak Yapı Elemanlarının Isıl Kapasitesi

Isıl kapasite, bir kütle üzerine düşen ısı enerjisinin depolanma kapasitesini gösteren en önemli parametredir. Bir malzemenin ısı davranışı, malzemenin yoğunluğu (ρ : kg/m³), özgül ısı (c : kJ/kgK) ve ısı iletim katsayısı (k : W/mK) ile belirlenmektedir. Düzlemsel bir cismin birim yüzey alanındaki ısı depolama kapasitesi q (kJ/m²K) olup, eşitlik (1) ile hesaplanır:

$$q = \rho \cdot c \cdot s \quad (1)$$

Burada, s (m) malzemenin kalınlığını göstermektedir. Düzlem bir duvarın ısı direnci (r : m²K/W) ise eşitlik (2) ile hesaplanır:

$$r = s/k \quad (2)$$

Bir malzemenin ısı kapasitesi ile ısı direncinin çarpımı olarak tanımlanan ısı zaman sabiti (Thermal Time Constant: TTC), yapı elemanının ısı davranışını gösteren önemli bir parametredir. n katmandan oluşan opak bir yapı elemanı için ısı zaman sabiti (TTC: h), eşitlik (3) ile hesaplanır [10]:

$$TTC = q_1 r_{t1} + q_2 r_{t2} + \dots + q_n r_{tn} \quad (3)$$

Her bir tabaka için r_t değeri eşitlik (4) ile hesaplanır:

$$r_{ti} = r_1 + r_2 + \dots + 0.5r_i \quad (4)$$

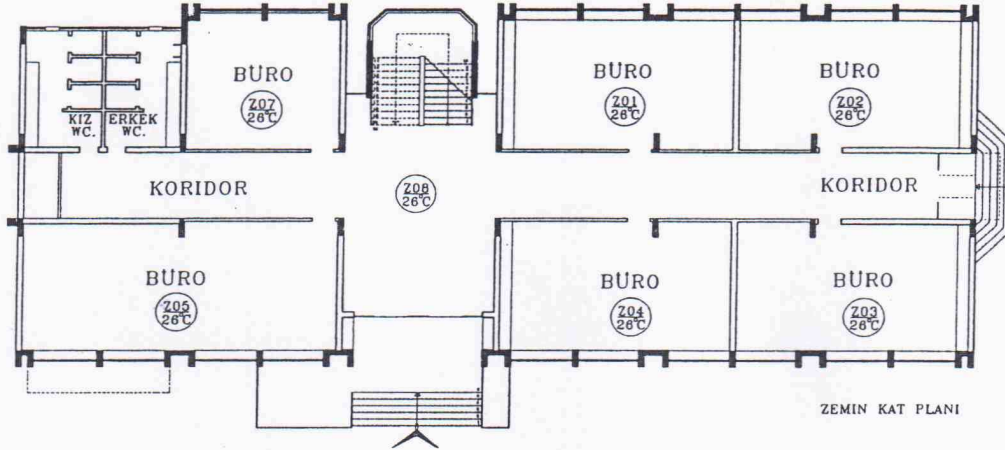
Eşitliklerde kullanılan alt indisler, dış yüzeyden içe doğru opak yapı elemanını oluşturan katmanları göstermektedir.

3. Soğutma Yükü Hesabı

Bu çalışmada Adana ilinde bulunan 3 katlı bir iş merkezi dikkate alınmıştır. Seçilen binada; 24 büro ve 48 personelin bulunduğu kabul edilmiştir. Mesai saatleri 8⁰⁰-17⁰⁰'dir. 1628 m²lik kullanım alanına sahip olan binanın, toplam pencere yüzey alanı 299 m² olup, dış duvar alanı 668 m²'dir. Binanın, zemin kat mimari projesi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Binada kullanılan pencereler çift camlı ve aynı özellikte olup, ısı iletim katsayısı 2 W/(m²K)'dir. Duvarlar ve çatılar ısı yalıtımlı olup, toplam ısı transfer katsayıları sırasıyla yaklaşık 0.70 W/(m²K) ve yaklaşık 0.32 W/(m²K)'dir. Çalışmanın amacına uygun olarak, binanın çatı ve duvarlarının farklı yapı elemanlarından oluşan üç tipi incelenmiştir. Bu opak yapı elemanlarının özellikleri ayrıntılı olarak Çizelge 1'de açıklanmıştır. İncelenen opak yapı elemanlarının çeşitli termofiziksel özellikleri Eşitlik (1), (2), (3) ve (4) kullanılarak hesaplanmış ve çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2'den görüleceği gibi, opak yapı elemanlarının ısı dirençleri (r) eşit ancak, ısı kapasiteleri

(q), kütleleri (m) ve ısı zaman sabiti (TTC) gibi değerleri farklıdır Tüm duvarların ısı direnci yaklaşık 1.4 (m²K)/W'dir. Duvar 1'in ısı kapasitesi 304.7 kJ/(m²K) ile en yüksek değerdedir. Bunu sırasıyla Duvar 2 ve Duvar 3 takip etmektedir. Tüm çatıların ısı direnci yaklaşık 3.2 (m²K)/W'dir. Çatı 1'in ısı kapasitesi 429.2 kJ/(m²K) ile diğer çatıların ısı kapasitelerinden yüksektir. En büyük ısı zaman sabiti, duvarlar arasında Duvar 1'de, çatılar arasında ise Çatı 1'de mevcuttur. Benzer şekilde, Duvar 1 ve Çatı 1 en yüksek kütleyle sahipken, Duvar 3 ve Çatı 3 ise en düşük kütleyle sahip yapılarıdır. Bu çalışmada Bina 1 olarak adlandırılan yapının, Duvar 1 ve Çatı 1'den, Bina 2'nin Duvar 2 ve Çatı 2'den, Bina 3'ün de Duvar 3 ve Çatı 3'ten oluştuğu kabul edilmiştir.



Şekil 1. Soğutma yükü hesaplanan yapının zemin kat mimari projesi

Çizelge 1. Opak yapı elemanlarının ayrıntıları

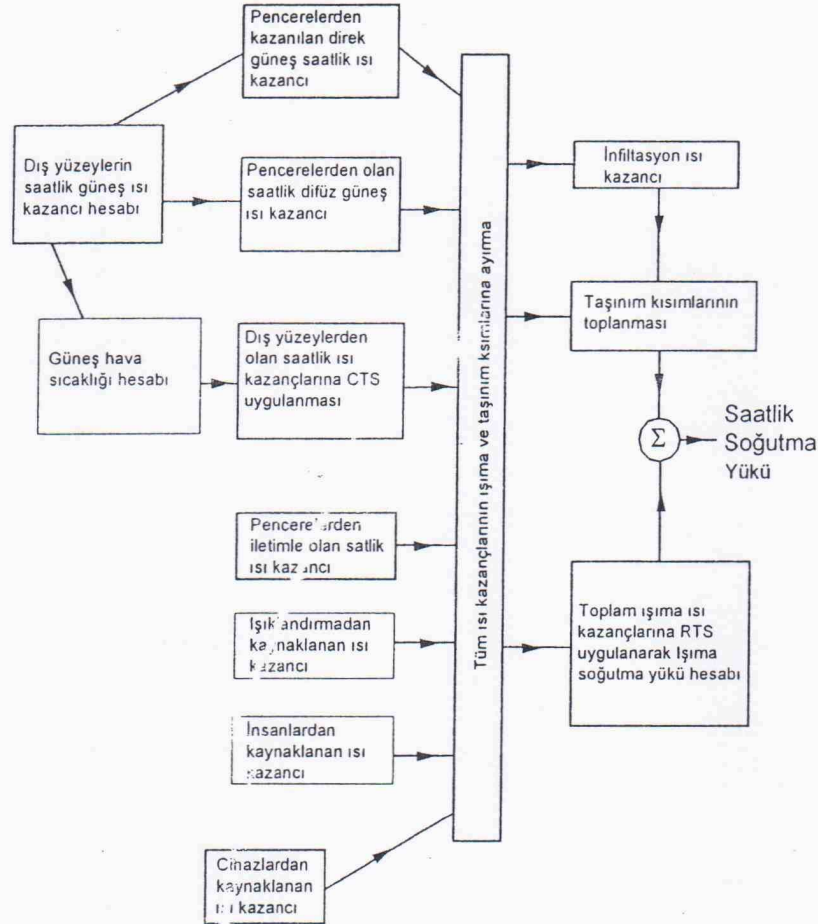
Elemanlar	Özellikleri
Duvar 1	100 mm tuğla, 40 mm hava boşluğu, 25 mm ısı yalıtımı (0.03 W/mK), 100 mm tuğla
Duvar 2	100 mm (1280 kg/m ³) beton blok, 50 mm ısı yalıtımı (0.03 W/mK), 100 mm (1280 kg/m ³) beton blok
Duvar 3	9.5 mm EIFS kaplama (0.72 W/mK), 25 mm ısı yalıtımı (0.03 W/mK), 13 mm fiber, 40 mm hava boşluğu, 16 mm alçı kaplama
Çatı 1	9.5 mm tavan kaplama (0.16 W/mK), 13 mm fiber, 75 mm yalıtım (0.03 W/mK), 200 mm yüksek yoğunluklu (2240 kg/m ³) beton blok
Çatı 2	9.5 mm tavan kaplama (0.16 W/mK), 13 mm fiber, 100 mm yalıtım (0.03 W/mK), 150 mm düşük yoğunluklu (1280 kg/m ³) beton blok
Çatı 3	9.5 mm tavan kaplama (0.16 W/mK), 13 mm fiber, 50 mm yalıtım (0.03 W/mK), 50 mm tahta, 90 mm hava boşluğu, 20 mm akustik kaplama

Çizelge 2. Opak yapı elemanlarının bazı termofiziksel özellikleri

Özellik	Duvar 1	Duvar 2	Duvar 3	Çatı 1	Çatı 2	Çatı 3
U [W/(m ² K)]	0.7	0.7	0.7	0.32	0.32	0.32
r [(m ² K)/W]	1.4	1.4	1.4	3.2	3.2	3.2
q [kJ/(m ² K)]	304.7	122.9	36.8	429.2	133.6	76.6
TTC [h]	55.1	9.0	7.1	319.5	88.2	33.3
m [kg/m ²]	391.5	143.9	36.6	474.5	149.2	55.9

Binanın soğutma yükü, ASHRAE-Fundamentals Handbook 2001'de [11] soğutma yükü hesabı için önerilen ışınım zaman serisi (Radiant Time Series-RTS) yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu yöntem, kesin çözüm olarak adlandırılan ve bugüne kadar önerilen soğutma yükü hesap yöntemlerinin temeli olan ısı dengesi (Heat Balance-HB) yönteminden türetilmiştir. RTS yönteminin hesap adımları Şekil 2'de gösterilmiştir [11, 12]. Bu çalışmada RTS yöntemine uygun olarak MS-EXCEL tabanlı bir program hazırlanarak soğutma yükü bulunmuştur [13]. Binaların toplam soğutma yükleri, 21 temmuz günü için saatlik olarak hesaplanmıştır. Yapı elemanlarının özelliklerine göre değişiklik gösteren iletim zaman serileri (CTS) ve ışınım zaman serileri (RTS), soğutma yükü

hesaplanan binanın opak yapı elemanları özelliklerine uygun olarak ASHRAE-Fundamentals Handbook'dan seçilmiştir [11]. Adana ili için dış hava tasarım değerleri, dış hava kuru termometre sıcaklığı 38 °C, yağ termometre sıcaklığı 26 °C ve günlük sıcaklık farkı 12.4 °C olarak alınmıştır. İklimlendirilecek mahallerde arzu edilen kuru termometre sıcaklığı 26 °C ve bağıl nemi % 50'dir. Binanın tam havalı merkezi iklimlendirme sistemiyle iklimlendirileceği kabul edilmiştir. Odalar pozitif basınçta tutulacağından, odalarda sızıntı ısı kazancı hesaplanmamıştır. Binanın soğutma yükü hesabında kullanılan iç ısı kaynakları (insan sayısı, cihaz ve ışıklandırma yükleri ve kullanım faktörleri) ile ilgili özellikler Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 2. RTS yöntemi hesap adımları

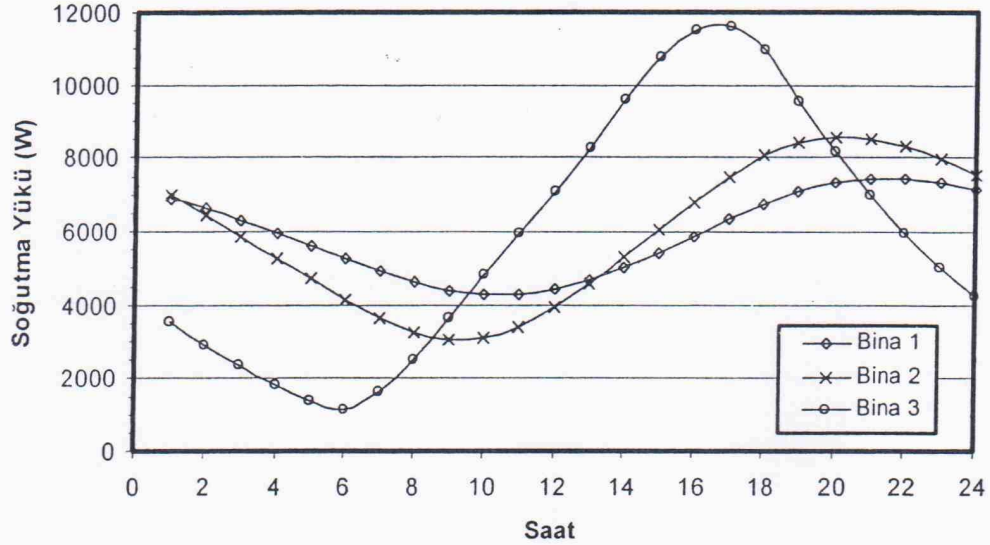
Çizelge 3. Binanın iç ısı kazanç özellikleri

Oda Kodu	Kullanım Amacı	İnsan		Işıklandırma		Cihaz	
		Kişi Sayısı	Kullanım Faktörü	Isı Kazancı (W)	Kullanım Faktörü	Isı Kazancı (W)	Kullanım Faktörü
Z01, Z02, Z03, Z04, 101, 102, 103, 108, 201, 202, 203	Büro	2	0.80	480	0.30	355	1.0
Z05	Büro	2	0.80	640	0.30	355	1.0
Z07, 104, 105, 106, 107, 110, 204, 205, 206, 207, 208, 210	Büro	2	0.80	320	0.30	355	1.0
Z08, 111, 211	Koridor	0	0	1120	0.50	0	0

4. Soğutma Yükü Analizi

Tüm bina tipleri için, opak yapı elemanlarından kaynaklardan soğutma yüklerinin gün içindeki saatlik değişimi Şekil 3'de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, aynı ısıl dirence sahip farklı ısıl kapasiteli opak yapıların soğutma yükleri arasında hem miktar olarak, hem de maksimum yükün oluşma saati olarak farklılıklar

vardır. Bina 1'de opak yapı elemanlarından kaynaklanan toplam soğutma yükü saat 21⁰⁰ de 7430 W ile günlük maksimum değere ulaşmıştır. Bina 2'de bu değer saat 20⁰⁰ de 8562 W'dir. Bina 3'te ise maksimum soğutma yükü saat 17⁰⁰'de 11609 W olarak bulunmuştur. Opak yapı elemanlarından kaynaklanan soğutma yükleri karşılaştırıldığında, en büyük soğutma yükü, ısıl kapasitesi diğer binalara göre daha düşük olan Bina 3'te görülmüştür. Bina 2'nin soğutma yükü, Bina 3'ün soğutma yükünden %26 daha düşük görülürken, ısıl kapasitesi en yüksek bina olan Bina 1'de ise Bina 3'e göre % 36 daha az soğutma yükü görülmüştür.

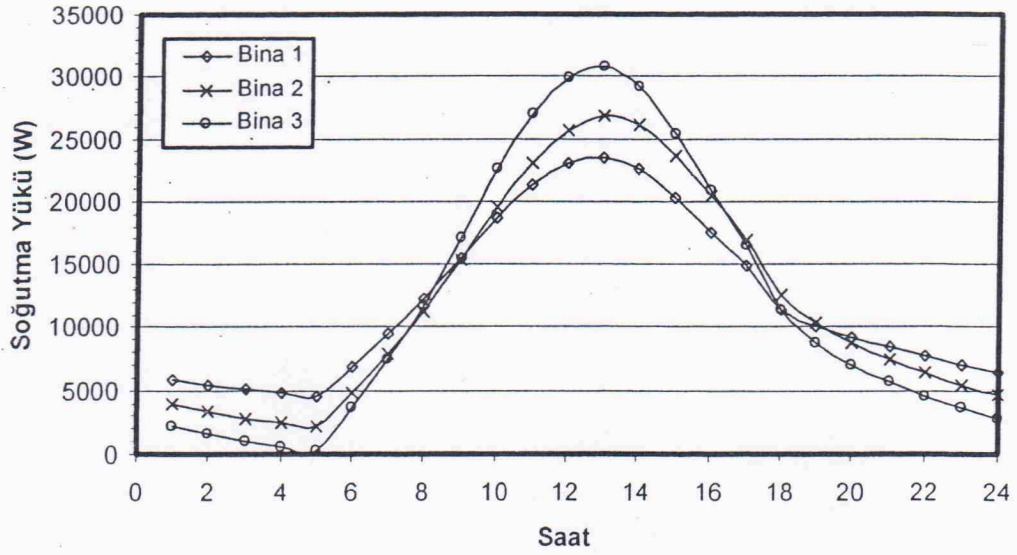


Şekil 3. Opak yapı elemanlarından kaynaklardan soğutma yükü

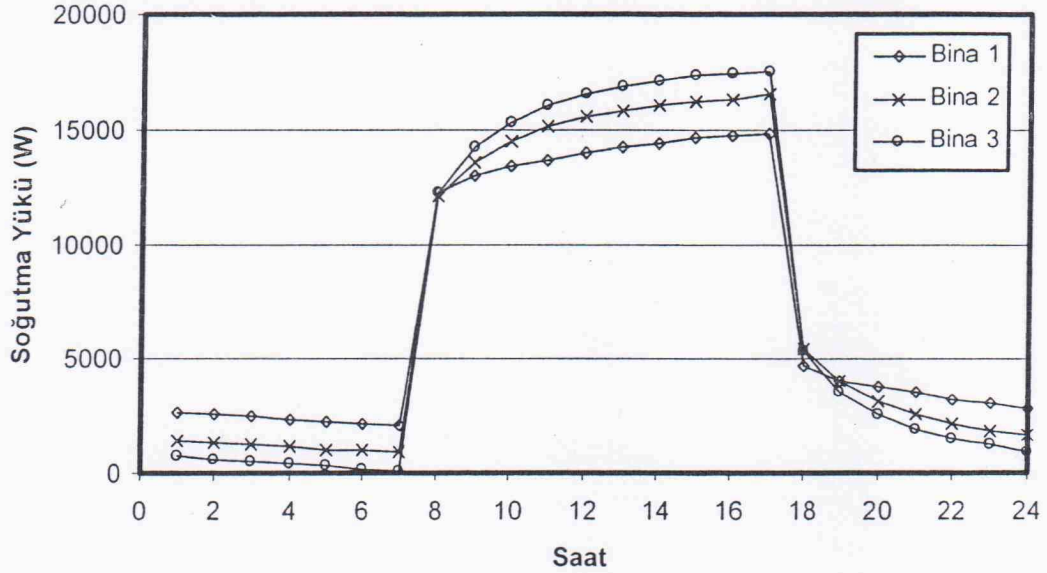
Buradan; ısıl kapasitesi büyük opak yapı elemanlarından kaynaklanan soğutma yükünün, ısıl kapasitesi daha küçük opak yapı elemanlardan kaynaklanan soğutma yüküne göre daha düşük değerlerde ve gün içerisinde daha geç saatlerde maksimuma ulaştığı görülmektedir. Özellikle ticari yapılarda (iş merkezi, alışveriş merkezi vb.) maksimum soğutma yükünün mesai saatleri dışında olması sistem kapasitesini azaltacağından ilk yatırım ve işletme giderlerine olumlu katkılar sağlayacaktır. Benzer şekilde karasal iklimin görüldüğü yörelerdeki geleneksel mimari özelliklerine sahip yapılarda, ısıl kapasitesi büyük olan kalın duvar yapıları görülmektedir. Bu uygulamalarla yapının dış iklim koşullarından en az oranda etkilenmesi sağlanmıştır. Özellikle yaz ve kış aylarında dış hava sıcaklığının en uç değerlerine ulaştığı zamanlarda, iç ortam konfor şartları en az derecede etkilenmektedir.

Soğutma yükü hesaplanan farklı opak yapı elemanlarına sahip binanın saydam yüzeylerinden (pencerelerinden) kaynaklanan soğutma yükünün saatlik dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir. Pencerelerden gelen ısı kazancı ortama girerek içerdeki yüzeyler tarafından yutulmakta ve daha sonra duvarların ısıl kapasitelerine bağlı olarak belirli bir gecikmeyle ortama soğutma yükü olarak verilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada incelenen binanın opak yapılarının farklı ısıl kapasitelere sahip olması, saydam yüzeylerden kaynaklanan soğutma yüklerinde de farklılıklar ortaya çıkarmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ısıl kapasitesi en küçük olan Bina 3'ün, saydam yüzeylerinden kaynaklanan soğutma yükü en büyük ve 30794 W değerindedir. Bina 2'nin saydam yüzeylerinden oluşan soğutma yükü Bina 3'e göre %13 daha azdır ve 26773 W değerindedir. Bina 1'in ise Bina 3'e göre %24 daha az ve 23522 W olarak bulunmuştur. Tüm binalarda binanın saydam yüzeylerinden kaynaklanan maksimum soğutma yükü saat 13⁰⁰'te elde edilmiştir.

Hesaplamalarda iç ısı kaynağı olarak insan, cihaz ve ışıklardan olan ısı kazançları dikkate alınmıştır. Şekil 5'te iç ısı kaynaklarından oluşan soğutma yüklerinin saatlik dağılımı gösterilmiştir. Mesai saatleri içerisinde (8⁰⁰-17⁰⁰) soğutma yükleri, yaklaşık olarak 12000 ile 17000 W arasında değişirken, mesai saatleri dışında iç ısı kaynaklarındaki ani düşmelerden dolayı oldukça azalmaktadır. Yine burada da bina ısıl kapasitelerindeki farklılıklardan dolayı, yükler arasında çok fazla olmasa da belirli bir değişim açıkça görülmektedir.



Şekil 4. Pencereleden kaynaklardan soğutma yükü

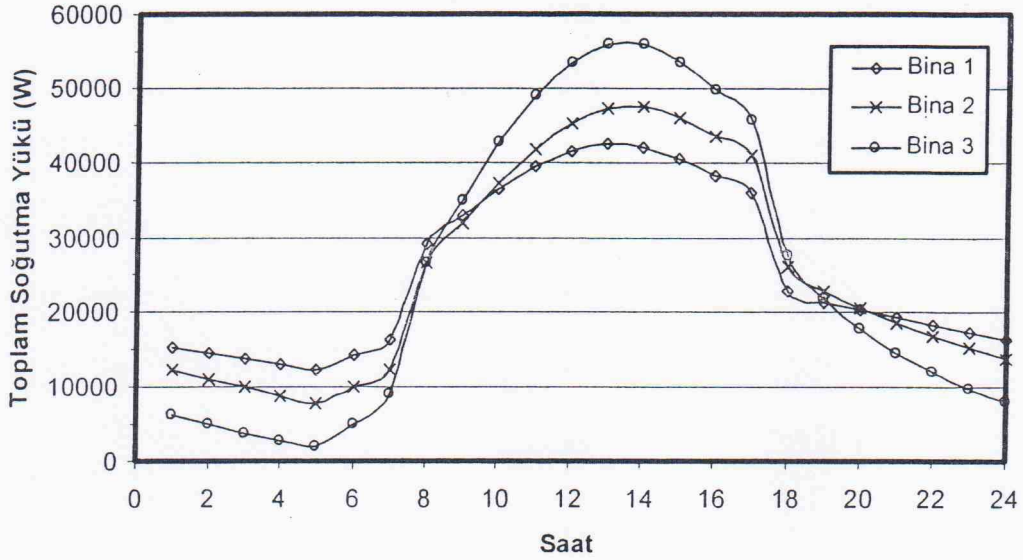


Şekil 5. İç ısı kaynaklarından oluşan soğutma yükü

Bina toplam soğutma yükünün günlük dağılımı, 3 farklı bina tipi için Şekil 6'da verilmiştir. Bina tipleri içinde en büyük soğutma yükü, ısı kapasitesi en küçük olan Bina 3'te 55923 W olarak saat 13⁰⁰'de gözlenmiştir. Bunu sırasıyla saat 14⁰⁰'de 47390 W'lık soğutma yükü ile Bina 2 ve saat 13⁰⁰'de 42404 W'lık soğutma yükü ile Bina 1 takip etmektedir. Görüldüğü gibi ısı kapasitesi en yüksek bina tipi olan Bina 1'de, binanın maksimum toplam soğutma yükü en küçüktür. Bu azalma tamamen opak yapı elemanının ısı kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4'de, hesaplanan bina tipleri için Şekil 6'da görülen bina toplam soğutma yükünün maksimum olduğu saatteki opak elemanlar, saydam dış yüzey ve iç ısı kaynaklarından oluşan soğutma yükleri ve bunların bina toplam soğutma yüküne oranları verilmiştir. Binanın maksimum toplam soğutma yükünün yaklaşık olarak %11-15'i opak dış yüzeylerden, %55'i saydam dış yüzeylerden ve %30-34'ü iç ısı kaynaklarından meydana gelmiştir. Bu oranlar, binanın kullanım amacı, mimari yapısı gibi özellikler ile değişmektedir. Bu çalışmada soğutma yükü hesaplanan bina, 24 büro ve 48 personelden oluşan iş merkezi olmasından dolayı iç ısı kazançları soğutma yüküne büyük katkı sağlamıştır. Ayrıca, opak yapı elemanlarına ısı yalıtımı uygulanmış olması, bu yüzeylerden kaynaklanan soğutma yükünün, toplam bina soğutma yükü içerisindeki oranının düşük olmasına

sebepler olmuştur. Çizelge 4'ten görüleceği gibi, bina tiplerine göre maksimum soğutma yükleri arasında önemli değişiklikler görülmektedir. Opak elemanlardan meydana gelen soğutma yükleri karşılaştırıldığında, ısı kapasitesi en büyük olan Bina 1 ve ısı kapasitesi en küçük olan Bina 3 arasında soğutma yükünde %44 oranında bir fark görülmektedir. Benzer şekilde, Bina 1'in saydam yüzeylerinden ve iç ısı kaynaklarından kaynaklanan soğutma yükleri Bina 3'e göre sırasıyla %24 ve %16 daha azdır.



Şekil 6. Bina toplam soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Çizelge 4. Binanın maksimum toplam soğutma yükünü oluşturan çeşitli soğutma yükleri ve oranları

Bina Tipi	Opak Dış Yüzeyler		Saydam Dış Yüzeyler		İç Isı Kaynakları	
	Soğutma Yükü [W]	Oran [%]	Soğutma Yükü [W]	Oran [%]	Soğutma Yükü [W]	Oran [%]
Bina 1	4675	11	23522	55	14208	34
Bina 2	5306	11	26052	55	15829	34
Bina 3	8286	15	30794	55	16842	30

Çizelge 5'de binanın maksimum toplam, duyulur ve gizli soğutma yükleri ve duyulur ısı oranları (DIO) verilmiştir. Ayrıca, Bina 1 ve Bina 2'nin toplam soğutma yüklerinin en yüksek soğutma yükünün görüldüğü Bina 3'ün toplam soğutma yüküne göre azalması yüzde olarak çizelgeye eklenmiştir. Buna göre, Bina 1'in toplam soğutma yükü Bina 3'ten %24 daha küçükken, bu oran Bina 2 için %15 civarındadır. Tüm bina tiplerinde DIO %95-96 arasında değişmektedir. DIO ısı konforu önemli oranda etkileyen bir parametredir. Çizelgeden de görüleceği gibi tüm bina tiplerinde, binanın toplam gizli soğutma yükü eşit bulunmuştur. Ancak binaların toplam duyulur soğutma yükleri farklı olduğundan, binaların DIO'larında küçük farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 5. Maksimum duyulur, gizli ve toplam soğutma yükleri ve duyulur ısı oranları (DIO)

Bina Tipi	Bina Soğutma Yükü				DIO [%]
	Duyulur [W]	Gizli [W]	Toplam [W]	Bina 3'e göre fark [%]	
Bina 1	40292	2112	42404	24	95
Bina 2	45278	2112	47390	15	96
Bina 3	53811	2112	55923	-	96

5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada opak yapı elemanlarının ısı kapasitelerinin bina soğutma yüküne olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, ısı dirençleri eşit, fakat farklı ısı kapasiteye sahip opak yapı elemanlarından oluşan üç bina tipi için soğutma yükü analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda, bina opak yapı elemanlarının, aynı ısı dirence sahip olmalarına rağmen farklı ısı kapasitelerinden dolayı, bina soğutma yükünü oluşturan tüm duyulur ısı kaynaklarını etkilediği tespit edilmiştir. Yüksek ısı kapasiteli opak yapı elemanlarına sahip bina tipinde, diğer binalara göre maksimum toplam soğutma yükünde önemli oranda azalma görülmüştür. İklimlendirme sistemlerinde kullanılan soğutma cihazı kapasitelerini doğrudan etkileyen soğutma yükünün, daha düşük değerlerde olması arzulan bir durumdur. Bu sonuç, iklimlendirme sisteminin daha küçük kapasiteli olmasını sağlamaktadır. Bu da iklimlendirme sisteminin hem ilk yatırım hem de işletme giderlerini azaltır. Özellikle iklimlendirme sisteminin toplam maliyeti içinde önemli bir yer tutan işletme giderinin daha düşük olması, sistemin enerji tüketim miktarını azaltır. Buda gerek ekonomik yönden gerekse çevresel faktörler açısından olumlu bir durumdur. Ayrıca iklimlendirme sisteminin düşük kapasiteli olması, cihazlar ve dağıtım elemanları için daha küçük alan gereksinimi anlamına geleceğinden, özellikle ticari binalar gibi birim alanın çok kıymetli olduğu mekânlarda önemli kazançlar sağlar.

Yüksek ısı kapasitenin ortaya çıkardığı diğer olumlu bir etki de, özellikle opak yüzeylerden kaynaklanan maksimum soğutma yükünün belirli bir gecikme periyoduyla oluşmasıdır. Özellikle ticari binalarda maksimum soğutma yükünün mesai saatleri dışında oluşması olumlu katkı sağlayacaktır. Mesai saatleri dışında ve dış havanın daha düşük sıcaklık değerlerinde oluşan soğutma yükünün, sisteme ilave edilecek pasif soğutma teknikleriyle düşürülmesi de mümkün olacaktır.

Soğutma yükü hesabında, binayı oluşturan yapı elemanlarının ısı kapasitesi belirleyici bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı elemanlarının seçimleri sadece ısı direnç göz önüne alınarak yapılmamalı, ısı kapasite de mutlaka dikkate alınmalıdır. Ülkemiz gibi enerji kaynaklarının sınırlı ve dışa bağımlı olduğu bir ülkede, etkin uygulamalarla enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Bu sebeple yapılar tasarlanırken, uygun yapı elemanının seçiminin büyük öneme sahip olduğu unutulmamalı ve binanın kullanım amacına uygun yapı elemanı seçilmelidir.

Kaynaklar

- [1] YILMAZ Z., 2004. Enerji Etkin Tasarımda Isıl Kütlelerin etkisi, TTMD VI. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu bildiriler kitabı, Sayfa 511-518, İstanbul.
- [2] AKTACİR M.A., OKUYAN C. ve HİLALİ İ., 1995. Geleneksel Urfa Evlerinin İklimlendirme Açısından İncelenmesi, 10.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi bildiriler kitabı, 623-631, Ankara.
- [3] OĞULATA R.T., 1990. Yapılarda Isı Kayıp ve Kazançlarının Araştırılması ve Yeni Bir Isı Kazancı Hesaplama Yönteminin Geliştirilmesi, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği ABD, Adana.
- [4] ÖZEL M., 2003. Duvar Yüzeylerinde Periyodik Sıcaklık Değişimi Olan Binalarda Isı Kazanç ve Kayıplarının Minimum Yapacak Yönetimlerin Araştırılması, Doktora tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği ABD, Elazığ.
- [5] FLORIDES G.A., TASSOU S.A., KALOGIROU S.A., and WROBEL L.C., 2002. Measures used to lower building energy consumption and their cost effectiveness, Applied Energy 73 (2002) 299-328.
- [6] GÖKSAL T., ve ÖZBALTA N., 2002. Enerji Korunumunda 'Düşük Enerjili Bina' Tasarımları, Mühendis ve Makine, Mart 2002, Sayı 506.
- [7] KALOGIROU S.A., FLORIDES G.A., TASSOU S.A., 2002. Energy Analysis of Buildings Employing Thermal Mass in Cyprus, Renewable Energy 27 (2002) 353-368.
- [8] KOLOKOTRONI M., and ARONIS A., 1999. Cooling-Energy Reduction in Air-conditioned Offices by Using Night Ventilation, Applied Energy 63 (1999) 241-253.
- [9] BALARAS C.A., 1996. The Role of Thermal Mass on the Cooling Load of Buildings. An Overview of Computational Methods, Energy and Buildings 24 (1996) 1-10.
- [10] www.bigwalls.net/johnm/thermalmass/Thermal.ppt
- [11] ASHRAE, 2001. ASHRAE Fundamental-Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [12] SPITLER J.D., FISHER D.E., and PEDERSEN C.O., 1997. The Radiant Time Series Cooling Load Calculation Procedure, ASHRAE Transactions 103-2 (1997):503-515.
- [13] AKTACİR M.A., 2005. Influence of Outdoor Air Conditions on Operating Capacity of Air Conditioning Systems, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Adana.