

YAZ AYLARINDA GECE HAVALANDIRMASI İLE BİNALARIN SOĞUTULMASI

Doç. Dr. Nurdil ESKİN

1. GİRİŞ

Binaların havalandırılması, çoğu halde iç hava kalitesi için gerekli olan bir husus olarak görülür. Bununla beraber havalandırma yaz aylarında konfor şartlarının iyileştirilmesine doğrudan veya dolaylı katkıda bulunan düşük-maliyetli ve faydalı bir yöntemdir. Havalandırmanın bir binanın iç ortamını soğutma ya doğrudan etkisi "Konfor Havalandırması" adıyla da bilinen ve yıllardır çeşitli şekillerde uygulanan tekniklerle mümkündür. İster pencere açıklıkları, tavan vantilatörleri veya bir başka yöntemle olsun, temelde bu teknik bina içindeki hava hızlarının artırılarak bina içindeki kişiler üzerindeki taşınım ile ısı geçişinin artırılmasına dayanmaktadır.

Havalandırmanın dolaylı olarak bina iç konfor şartlarının iyileştirilmesine olan etkisi ise, "**Gece Havalandırması**" olarak tanımlanabilir. Bu yöntem binanın gece boyunca havalandırılarak yapıyı ve yapı elemanlarını soğutmayı hedeflemektedir. Givoni (1991) de işaret ettiği gibi gece havalandırması, doğal veya mekanik olabilir ancak konfor havalandırması ile bir arada düşünülmemelidir. Gece havalandırmasının gerçekte konfor şartlarını iyileştirdiğine dair pek

çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar yaygın olarak bu yöntemin diğer pasif soğutma teknikleri ile mukayesesini içermektedir. Bu deneysel ve sayısal çalışmalar sayesinde gece-havalandırmasına etki eden ana parametreler belirlenerek üç ana grupta toplanması mümkün olmuştur. Bu parametreler iklimsel parametreler, bina parametreleri ve sistem parametreleridir.

İklimsel parametreler içinde en önemlisi dış sıcaklık değerleridir. Gece havalandırmasında gündüze ait iklimsel veriler yerine, ortalama dış sıcaklık değerlerinin alınmasının gece havalandırması için dış şartları daha iyi ifade ettiği yapılan analizler sonucu açıklık kazanmıştır.

Optimum soğutma veriminin bina parametreleri açısından incelendiği çalışmalar da ise, minimum ısı sığa kavramı ortaya atılmış ve **minimum bina kütlesi** olarak tanımlanan bir parametreye verim hesaplanmaya gayret edilmiştir. Bununla beraber ısı sığa binanın yapısında kullanılan malzeme tipine, bu malzemelerin yerleştiriliş sırasına bağlı olduğundan, verilen bir yapı malzemesinin ısı geçirgenliği b ($J/m^2 Ks^{0.5}$)

Doç. Dr. Nurdil ESKİN

1978 yılında Boğaziçi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1981 yılında aynı üniversitede yüksek lisans eğitimini tamamlayarak yüksek mühendis oldu. 1981-1991 yılları arasında özel sektörde çeşitli firmalarda HVAC, metro sistemleri havalandırması ve iklimlendirmeleri, yangın güvenliği ve drenaj gibi çeşitli konularda proje mühendisi, proje müdürlüğü ve teknik müdürlük gibi görevlerde bulundu. Bu dönem içinde İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makina anabilim dalında 1987-1990 yılları arasında Akışkan Yataklı Kazanlar konusunda doktora çalışmasını tamamlayarak bilim doktoru ünvanını aldı. 1991 yılından itibaren İTÜ Makina Fakültesinde önce yardımcı doçent daha sonra doçent olarak çalışmaktadır. Akışkan Yataklı Yakma Sistemleri, İki-Fazlı Akışlar, Isı Tekniği ve Güneş Enerjisi Sistemleri konusunda uluslararası dergilerde yayınlanmış otuzun üzerinde makale ve bildirileri mevcuttur. Amerika Makina Mühendisleri Birliği (ASME), Makina Mühendisleri Odası ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. Türkiye Yangından Korunma Vakfı (TUYAK) kurucu üyesidir.

$$b = krC_p$$

bağıntısından hesaplanır

konfor şartlarının iyileştirmesi veya soğutma yükünün azaltılmasına olan etkisi yapılan bir analiz ile incelenmiştir. Hazırlanan model

bağımlıdır ve hesaplanır.

Burada k =tabakanın ısı geçiş katsayısı (W/mK) r = malzemenin yoğunluğu (kg/m^3) ve C_p = malzemenin özgül ısısı (J/kgK)'dır.

Bu parametre tek tabakalı bir duvarın hem ısı depolama ve hem de ısı geçiş özelliklerini ifade ettiği ve binanın soğutulmasında duvarın "soğuk depolama" kapasitesini iyi yansıttığı için gece havalandırması yönteminde kullanılan önemli bir parametredir.

Sistem parametreleri ise, gece havalandırmasının yapıldığı süre, hava debisi gibi sistem değişkenlerini içerir. Gece havalandırmasında uygulanması gerekli hava debisi üzerinde yapılan araştırmacıların ortak bir fikir etrafında buluşmalarına rağmen, gündüz şartlarında yapılan iyi bir konfor iklimlendirmesine gece havalandırmasının büyük katkısı olduğunda hemfikirdirler.

Bu tip pasif soğutma yöntemlerinin en büyük problemi önceden belirlenmiş ısıl konfor şartlarının sağlanmasındaki zorluktur. Bazen gün boyunca olan ısı kazanımı o denli fazla olur ki gece havalandırması binanın gün boyunca kazandığı ısı yükünün atılmasında yetersiz kalabilir. Bu durumda mekanik havalandırmaya başvurmak gerekebilir. An-Ofis olarak kullanılan yapı üç katlı beton-cak böyle bir halde dahi, yapılan gece havalandırılması ile binanın soğutma yükünü azaltmak dolayısıyla binada iklimlendirme sisteminin çalıştırılacağı (ortam soğutmasının uygulanacağı) süreyi azaltmak mümkün olacaktır.

Bu şekilde pasif ve aktif soğutma tekniklerinin bir arada kullanıldığı sistemler "İkili Soğutma Sistemleri" olarak adlandırılmaktadır [Liddament, 1996; Givoni, 1991; Mandas, 1995]. Bunlar arasında mekanik soğutma ile gece-havalandırılmasının bir arada kullanıldığı ikili soğutma sistemleri ilk yatırım maliyetlerine ilave bir yük getirmediği için oldukça talep görmektedir.

Bu çalışmada yaz aylarında yapılacak gece havalandırması ile bir ofis binasının

bir analiz ve modeliniği. Fazlanın modelinden bulunan sonuçlar daha önce yapılmış bir deney sonuçları ile karşılaştırılarak modelin geçerliliği gösterilmiş ve daha sonra gece havalandırması soğutma verimi elde edilmiştir.

2. SAYISAL ANALİZ

Test şartlarının oluşturulmasındaki ve tekrarındaki sınırlamalar nedeniyle sayısal çalışmalar ile ele alınan halin çalışma şartlarının ve etki eden önemli parametrelerinin belirlenmesi genellikle daha az masraflıdır. Bu çalışmada sayısal analiz TRNSYS adlı bir paket program ile yapılmıştır. Çalışmada, test sonuçlarının, aynı bina ve işletme şartları için program ile doğru olarak hesap edilip edilmediği kontrol edildikten sonra, gece havalandırması ile söz konusu binadan atılabilecek ısı enerjisi miktarı ve ayrıca gece havalandırması ile mekanik soğutmanın bir arada kullanıldığı durumdaki sistem verimi incelenmiştir.

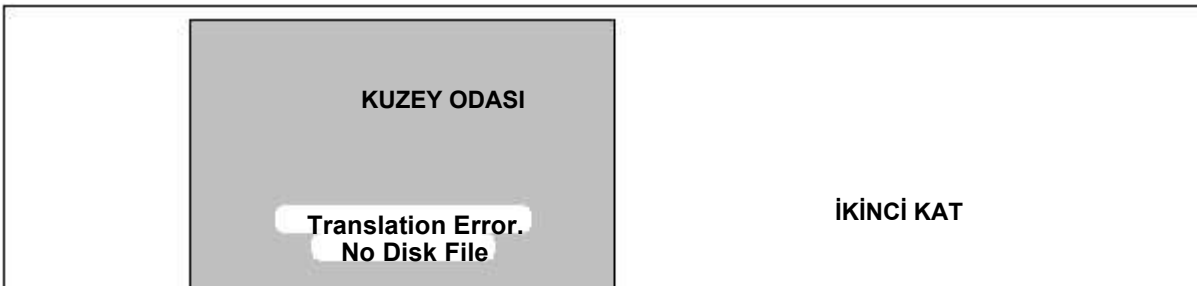
2.1 Deney Şartları

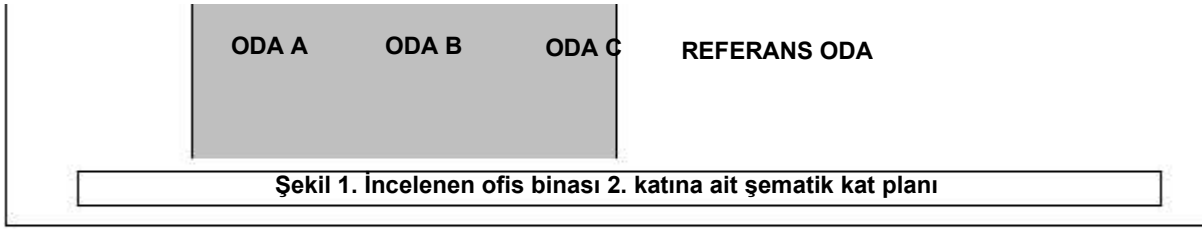
2.1.1 Bina Özellikleri

Ofis olarak kullanılan yapı üç katlı beton bir bina olup, kat planı şematik olarak Şekil 1'de verilmektedir. Bina konut dışı amaçlarla kullanılan, ayırık nizamda ve yaz aylarında bağıl nemin % 80 olduğu ve dış sıcaklık değerinin ortalama 35 C olduğu bir yerde bulunmaktadır. Bina dış duvarları iç kısmında 4 cm kalınlıkta yalıtım tabakası vardır. Şekilde görülen A, B ve C odaları sırasıyla 170 m³, 160 m³ ve 205 m³ hacimli odalardır ve bu odalarda gece havalandırması yapılmaktadır. C odasına bitişik ve onunla aynı hacimdeki referans odada ise gece havalandırması yapılmamaktadır.

2.1.2 Deneyin yapılışı

Yapılan ölçümlerde söz konusu A, B, C odalarında, 17 Temmuz-8 Ağustos tarihleri





Şekil 1. İncelenen ofis binası 2. katına ait şematik kat planı

arasında akşam 21:00 ile sabah 08:00 arasında dış sıcaklık, oda sıcaklıklarından 2°C daha düşük olduğu sürece $4000\text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde (saatte 8 hava değişimi) gece havalandırılması, bunun dışındaki saatlerde ise saatte 0.5 hava değişimi kadar havalandırma yapılmıştır. Bu süre zarfında enfiltrasyonu minimum seviyede tutmak için pencereler kapatılmış, ayrıca gün boyunca olan ısı kazançlarını da azaltmak gayesiyle dış gölgelikler yarı kapalı halde tutulmuştur. Denemeler bir ay boyunca sürdürülerek farklı gece havalandırılması senaryoları denenmiş ve ölçülen değerler kaydedilmiştir.

Deneyde her odada tavan ve zemine yerleştirilen ısı-çiftler (termoelemanlar) vasıtasıyla aşağıdaki ölçümler elde edilmiştir:

- A, B, C odaları ile referans oda, 3. kat, 1. kat ve kuzeye bakan odaların hava sıcaklıkları;
- A, B ve C odaları ile referans oda işletme sıcaklıkları.
- B odası duvar sıcaklıkları
- Dışarı çıkan hava sıcaklıkları
- Dış ortam sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Ayrıca vantilatörlerin elektrik enerjisi sarfıyatı ile hacimsel hava debileri de ölçülmüştür. Yapılan bu ölçümlerin detayları [4] da verilmiştir.

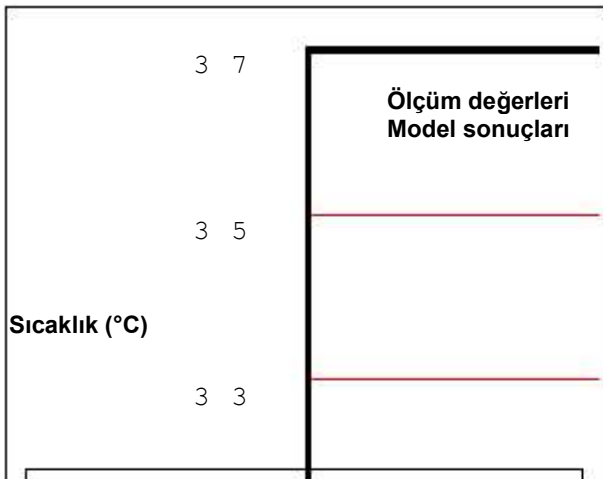
2. 2 Modelin Açıklanması

Sayısal olarak yapılan incelemede ele alınan bina 8 bölgeye ayrılarak modellenmiştir:

- Gece havalandırılması yapılan A, B ve C odalarının her biri bir bölge olmak üzere toplam üç bölge
 - İkinci kattaki referans odadan oluşan bir bölge
 - İlk katta olan ve alanı A,B,C ve referans odasının toplam alanlarına eşit olan bir bölge
 - Üçüncü katta olan ve alanı A, B, C ve referans odasının toplam alanlarına eşit olan bir bölge
 - Her üç kattaki toplam koridor hacminin toplamına eşit olan bir koridor bölgesi
 - Binanın her kattaki kuzey kısımlarının toplamına eşit olan bir kuzey bölgesi
- Modelde bu bölgeler arasında bitişik olmayan bütün duvarlar mükemmel şekilde yalıtılmış (ısı geçirmez) kabul edilmiştir.

2.3 Test sonuçları ile sayısal sonuçların karşılaştırılması

Bilgisayar programında bina bu şekilde bölgelere ayrılarak tanımlandıktan sonra, ilk adımda model sonuçları daha önce aynı binanın üzerinde yapılmış deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bunun için testlerin yapıldığı yer ve zamana ait meteorolojik veriler sınır şartları olarak programa tanıtılmış, binanın karakteristikleri ve binanın boyutları ve bölgelerin birbirine göre olan konumları prog-



fazla 0.5 C aşmaktadır.

3- GECE HAVALANDIRMASININ BİNA TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜNE OLAN KATKISI

Önerilen sistem ile binadan gece boyunca çekilen ısı miktarı $Q_n(\text{kJ})$

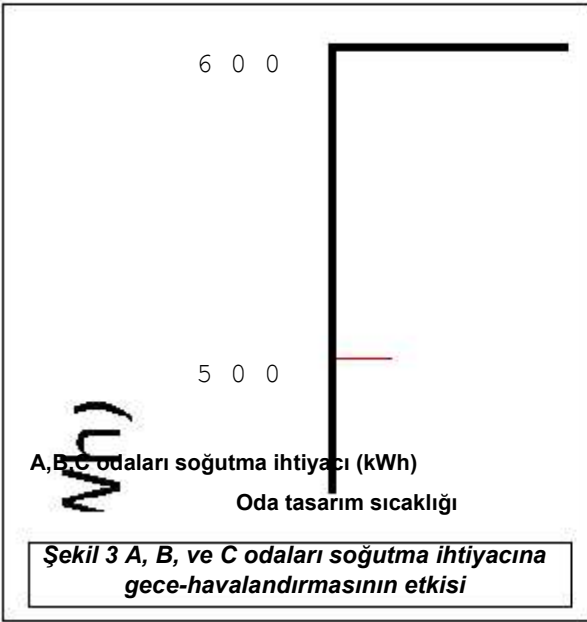
$$Q_n = \int_{t_i}^{t_f} m_{\text{hava}} C_{p,\text{hava}} (T_{d,\text{hava}} - T_{\text{oda}}) dt$$

bağıntısından hesaplanabilir. Burada t_i ve t_f

Şekil 2. Deneysel ve sayısal sonuçların karşılaştırılması

rama yerleştirilmiştir. Daha sonra program test şartlarında olduğu gibi çalıştırılarak alınan sonuçlar test sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Şekil 2'de gece havalandırılması yapılan bir mahalde alınan deney sonuçlarının aynı mahal için modelden alınan sonuçlarla olan karşılaştırılması görülmektedir. Gözleneceği gibi model ve deneysel veriler arasında son derece iyi bir uyum vardır ve model sonuçları deney verilerini gerek gece havalandırması olan mahallerde ve gerekse gece havalandırılması yapılmayan mahallerde en



gece havalandırmasının başlangıç ve bitiş zamanını ifade etmektedir. Bilgisayar programı kullanılarak gece havalandırmasının binanın gün boyunca olan soğutma ihtiyacını ne oranda azalttığı yapılan iki gurup hesaplama ile gösterilmiştir. Bu hesaplamaların ilkinde A, B, C odalarının gün boyunca mekanik olarak soğutulduğu, ancak gece hiçbir şekilde gece-havalandırması yapılmadığı kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. İkinci gurup hesaplama sonuçları ise bu odaların gün boyunca mekanik olarak soğutulduğu ancak gece boyunca da gece-havalandırması yapıldığı kabul edilerek elde edilmiştir. İkisi arasındaki fark gece havalandırmasından kaynaklanacaktır. Şekil 3'de üç odanın gece-havalandırması varken ve yokken olan enerji ihtiyaçlarının toplamının farklı odası sıcaklıklarındaki değişimi görülmektedir.

Görüldüğü gibi oda tasarım sıcaklığı yüksek seçildikçe gece-havalandırmasının toplam soğutma ihtiyacı üzerindeki etkisi artmaktadır. Oda tasarım sıcaklığı 22 °C olarak seçildiğinde gece havalandırması sadece % 12 oranında toplam soğutma ihtiyacında azalma sağlarken, tasarım sıcaklığı 26 C olarak seçildiğinde aynı mahalde bu değer % 54 gibi oldukça yüksek bir orana ulaşmaktadır.

Sonuç olarak bu model üzerinde yapılan hesaplamalar, gün boyunca mekanik olarak soğutulan binaların gece-havalandırması ile birlikte çalıştırıldıkları durumda sistem veri -

minin yüksek olacağı ve binaların daha düşük maliyetler ile soğutulabileceğini göstermektedir. Soğutulan mahallerin tasarım sıcaklıklarının da bu ikili sistemlerin verimleri üzerinde önemli rol oynadığı gözden kaçırılmamalıdır.

SONUÇ

Bu çalışmada gece-havalandırmasının binaların soğutma için gerekli enerji ihtiyaçlarına olan etkisi mevcut bir bilgisayar programı kullanılarak irdelenmiştir. Daha önce yapılmış deneysel veriler kullanılarak binanın hesaplanarak bulunan sıcaklık değerlerinin deneysel veriler ile olan karşılaştırılması yapılmış ve sonuçların uyum içinde olduğu görülmüştür. Daha sonra bu veriler kullanılarak mekanik soğutma sistemi ile gece-hava-

temlerde iç tasarım sıcaklığına da bağlı olarak %54'lere varan enerji tasarruflarının mümkün olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- 1- Givoni, B. "Performance and Applicability of passive and low-energy cooling systems" *Energy and Buildings*, 17,177-199, (1991)
- 2- Liddament, M. W. "A guide to Energy efficient ventilation air infiltration and ventilation" *Centre, Coventry, U. K.* p254, (1996)
- 3- Mandas, D., "A manual for conscious design and operation of A/C systems", *Energy Conservation and Management*, p100, (1995).
- 4- Ayoob, A., Talmatamar, T. ve Alhabobi, M. *Evaluation of some passive cooling techniques for summer comfort, Proc. Eur. Conf. Energy performance and Indoor Climate in Buildings, Vol. 2, pp 463-468, (1994).*

landırmasının birarada kullanıldığı ikili sis -