

ÖRNEK BİR KONUTUN FARKLI YÖNTEMLERLE HESAPLANAN SOĞUTMA YÜKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: ANTALYA VE DİYARBAKIR ÖRNEĞİ

Firuze İlgin ERKMEN* , **Gülay ZORER GEDİK****

ÖZET

Sıcak iklim bölgelerinde baskın olan sıcak dönem koşulları soğutma yükü açısından önem taşımaktadır. Son yıllarda çevre kirliliği nedeniyle yaşanan iklimsel değişimler (sera etkisi, küresel ısınma gibi) enerji harcamalarını ve soğutma konusunu ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışma kapsamında, sıcak iklim bölgelerinde (Antalya ve Diyarbakır illeri) yapıların soğutma yüklerinin karşılaştırılması ele alınarak soğutma yükü hesabında kullanılan farklı iki yöntem bir örnek yapı üzerinde değerlendirilmiştir. Örnek olarak seçilen 21 Temmuz günü için Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemi (Cooling Load Temperature Difference-CLTD) ve Admittance Yöntemi ile soğutma yükü hesapları yapılmıştır. İki ayrı il ve iki ayrı yöntem kullanılarak belirlenen toplam soğutma yükü değerleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soğutma Yükü, Sıcaklık Farkı, İklimsel Analiz, Nem

THE COMPARISON OF COOLING LOADS OF A SAMPLE BUILDING BY USING DIFFERENT METHODS: AS A CASE STUDY FOR ANTALYA AND DİYARBAKIR

ABSTRACT

In hot climates, the dominant hot period conditions are important in terms of cooling load. Recently, climatic changes due to environmental pollution problems, such as the greenhouse effect and global warming, have given primary significance to energy consumption issues and cooling. This reserch aims to compare the cooling load of a building in hot climate by using two different methods. The city of Antalya for the hot humid and the city of Diyarbakır for hot dry climatic types are chosen as sample cases. The calculation of cooling load is based on the Cooling Load Temperature Difference (CLTD) method and Admittance Method which is operated on a sample building for the day of design, 21 July. The cooling load calculations are evaluated by compare the results of the two different climate types and calculation methods.

Keywords: Cooling Load, Temperature Difference, Climatic Analysis, Humidity

* İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Küçükyalı-İSTANBUL

** Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bilim Dalı, Beşiktaş-İSTANBUL

1. GİRİŞ

Yapılarda ısısal konforu ve enerji korunumunu sağlamaya yönelik çalışmalar, genellikle soğuk dönemde ısıtma enerjisini içermektedir. Ancak konu ısıtma ile sınırlı olmayıp havalandırma ve soğutma unsurlarının bir arada ele alınıp değerlendirilmesini gerektirmektedir. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde, uzun süren sıcak dönemde ısı girdilerinin fazla oluşu nedeniyle mekanik soğutmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ise enerji kullanımı yönünden çok daha fazla giderlere neden olmaktadır. Enerji etkin bina tasarımı yaklaşımı ile enerji tüketimini en aza indirmek amaçlanmaktadır.

İklim, yerleşimlerin planlanmasını ve yapı tasarımını etkileyen fiziksel etkenlerin başında gelir. İklimi oluşturan hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar, güneş ışınımları ve yağışlar kişilerin açık mekanlarda ısısal konfor duygusunu doğrudan etkilediği gibi kapalı hacimlerde de dolaylı olarak etkiler. Özellikle güneşin ışınım etkisi ve hava sıcaklığı sıcak ve soğuk hava koşullarında yapı içi ısısal konfor açısından önemlidir (Gedik, 1992). Ayrıca sıcak-nemli iklim bölgelerinde, nem faktörü konfor açısından olumsuzluk yaratmakta ve bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklıkta artış görülmektedir. Sıcak hava ve yüksek nem oranının yarattığı olumsuz koşullar nedeniyle bu bölgelerde baskın olan sıcak dönem soğutma yükü açısından önem taşımaktadır.

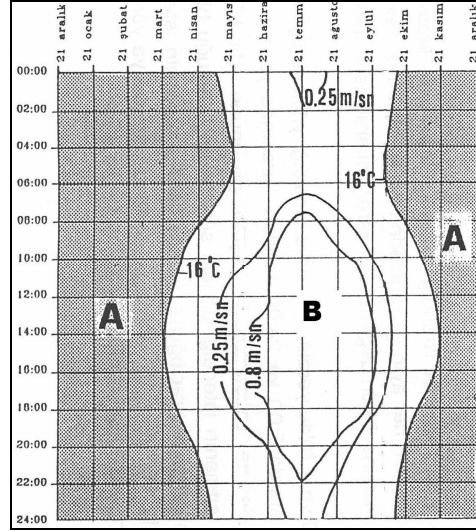
Bu çalışmada, iki farklı hesap yöntemi kullanılarak, örnek bir yapı üzerinde sıcak nemli (Antalya) ve sıcak kuru (Diyarbakır) iklim özellikleri gösteren iller için soğutma yükü hesaplanarak karşılaştırılması yapılmıştır.

2. SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE SOĞUTMA DÖNEMLERİNİN BELİRLENMESİ

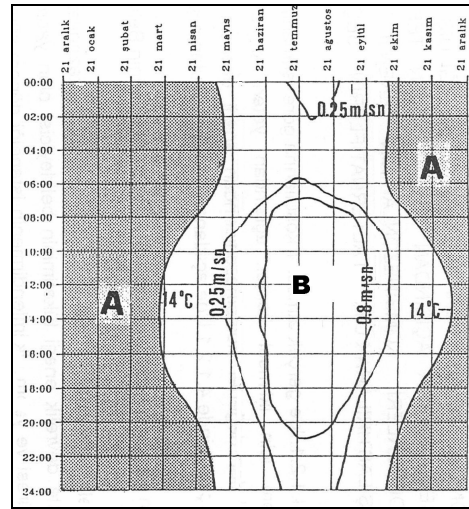
Tasarım gereksinimleri açısından sıcak iklim tipleri, sıcak-nemli ve sıcak-kuru olmak üzere iki ana grupta toplanabilir.

Bu çalışmada örnekleme amacıyla seçilen sıcak nemli iklim tipi için Antalya ve sıcak kuru iklim tipi için Diyarbakır illerinin soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemleri belirlenmiş ve meteorolojik verilerden 10 yıllık dış hava sıcaklıkları incelenerek 21 Temmuz, soğutma yükü hesabı için yıl boyunca maksimum sıcaklığa ulaşılan dönemi temsil eden gün olarak seçilmiştir.

İklimsel konfor grafiklerinden yararlanarak belirlenen Antalya ve Diyarbakır illeri için soğutma istenilen dönem süreleri Şekil 1'de ve Şekil 2'de görülmektedir. Yapma ısıtmanın istenmediği dönem (sıcak dönem) soğuk dönemden daha uzun sürmektedir.



Şekil 1. Antalya'da Soğutma İstenilen Dönem (Berköz, vd., 1995)



Şekil 2. Diyarbakır'da Soğutma İstenilen Dönem (Berköz, vd., 1995)



Yapma ısıtmanın istendiği dönem



Yapma ısıtmanın istenmediği dönem



Yapma iklimlendirmenin (soğutmanın) istendiği dönem

3. YAPILARDA SOĞUTMA YÜKÜNÜN TANIMI, BİLEŞENLERİ VE SOĞUTMA YÜKÜ HESABI

Soğutma yükü, bir ortamı değişmez sıcaklıkta tutmak için atılması gerekli ısı miktarıdır (Altıparmak, 1999). Soğutma yükü hesaplarına etki eden değişkenlerin sayısı çok fazladır ve genellikle bu değişkenlerin kesin olarak tanımlanması zor olup bunların daima birbirleriyle karmaşık bir ilişkisi vardır. Soğutma yükünü meydana getiren pek çok bileşenin değeri, 24 saatlik zaman dilimi içinde önemli düzeyde değişir.

Sıcak yaz koşullarında soğutma yükü hesaplarında güneşin etkisi önemli bir faktördür. Enerjinin bir kısmı pencereler yolu ile doğrudan yaşanan hacimlere gelir. Işık geçirmeyen opak duvar yüzeylerine gelen güneş ışınımı ise duvar dış yüzeyi tarafından yutulur ve ısı enerjisi iletimle iç hacimlere geçer.

Soğutma yükü hesaplarında, iletim yoluyla yapı bileşenlerinden, sızma ve havalandırmadan, insan ve cihazlardan kaynaklanan ısı kazançlarının oluşturduğu soğutma yükü belirlenir (Anon, 1998). Bu bileşenlere ek olarak, ortamın neminin oluşturduğu gizli ısı soğutma yüküne etkisi de hesaplanır.

Hesaplamaların yapılabilmesi için yapı ya da hacme ilişkin veriler, fiziksel özellik ve büyüklükler, binanın konumu ve yönleri belirlenir. Soğutma yükü hesaplarının yapılacağı günün, dış iklimsel verileri elde edilir. İç aydınlatma aygıtları, o mekanda yaşayan kişi sayısı, iç donanım, aletler vb. iç ısı yüküne etki edecek elemanlar ve iç ortam konfor koşullarına ilişkin değerler belirlenir (Erkmen, 2005).

3.1. Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemi

Soğutma ve ısıtma yükü hesapları, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) tarafından önerilen yöntemle hesaplanabilmektedir.

Bu yöntemde, soğutma yükü; her odanın duvar, döşeme, kapı ve tavanlarından olan ısı kazancına bağlı olarak yaz koşulları için uygun CLTD (cooling load temperature difference- soğutma yükü sıcaklık farkı) değerleri ve U toplam ısı geçiş katsayısı kullanılarak hesaplanır. CLTD değerleri yapı bileşenleri için, hem güneş enerjisinden olan ısı kazancını, hem de sıcaklık farkından dolayı iletimle olan ısı geçişini içerdiği için, tek adımda yapı bileşenlerinden kaynaklanan soğutma yükü hesabı yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra camdan güneş etkisi ile iç ortamda oluşan yüklerin hesaplanabilmesi için pencerenin net cam alanı ve pencerenin yönüne ve dış sıcaklığa bağlı olarak seçilen GLF (glass load factor- pencere camı yük faktörü) faktörü ile birlikte saydam alanlardaki soğutma yükü bulunur (Erkmen, 2005). Bir sonraki adımda ise; iç ısı kaynakları olarak nitelenen insanlar, cihazlar ve sızmadan oluşan soğutma yükleri, gizli soğutma yükü ve toplam soğutma yükü bulunur.

3.2. Admittance Yöntemi

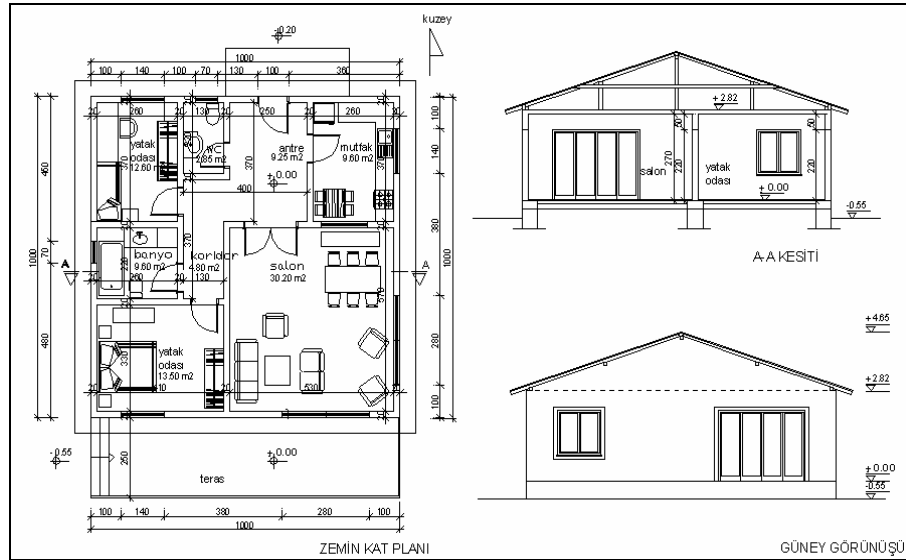
İngiltere’de Yapı Araştırma Enstitüsü (Building Research Station) tarafından hazırlanan “Admittance yöntemi” yaz sıcaklıklarının iç mekana etkisini, ısı akımı ve sıcaklık değişimlerini hesaplamak üzere geliştirilmiş, binanın termal performansını gösteren bir yöntemdir (Çelik, 1975). Hesaplamalarda kullanılan admittance Y değeri, her derece sıcaklık salınımı için yüzeye gelen enerji miktarıdır. Bina bileşeninin günlük devre içinde enerji depolama ve verme yeteneğinin bir ölçüsü olan admittance değeri ısısal direncin tersidir. Birimi U değeri ile aynıdır ($W/m^2 \cdot ^\circ C$).

Bu çalışmada ısı performans hesapları için Admittance yöntemini kullanan Ecotect programı ile Şekil 3’de yer alan bir konutun soğutma yükü hesabı yapılmıştır.

4. ÖRNEK BİR YAPININ SOĞUTMA YÜKÜ AÇISINDAN FARKLI YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil 3’de yer alan kare tabanlı (10m.x10m) tek katlı ev, 3 kişilik bir aile için tasarlanmıştır. Hesaplamalarda iç ortam koşulları, 24 °C kuru termometre sıcaklığı ve % 50 bağıl nem olarak kabul edilmiştir.







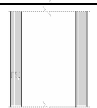
Güneye ve doğuya bakan yaşama hacminde kışın güneş ışığından yararlanmak ve dışarıyla görsel bağlantıyı sağlamak açısından geniş ve büyük cam yüzeyler, kuzeye bakan hacimlerde ise küçük açıklıklar kullanılmıştır. Yaz güneşi etkisini azaltmak için yatak odalarının batıya bakan cephesinde ise, pencere açılmamıştır.



Şekil 3. Örnek Bir Yapının Plan, Kesit ve Görünüşü (Erkmen, 2005)

Örnek yapının (Şekil 3), pencere, kapı, tavan , döşeme ve duvarlarının kesit ve gereç özellikleri Tablo 1’de belirtilmiştir Yapıda kullanılan kesitler Ecotect programının kendi malzeme kütüphanesinden seçilerek oluşturulmuştur. Seçilen kesitlerin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U), admittance (Y) ve zaman gecikmesi (Φ) değerleri Ecotect bilgisayar programı ortamında tanımlanmıştır.

Tablo 1. Örnek Binaya İlişkin Fiziksel Özellikler

Yapı elemanı	Strüktür	Kesit	Isı İletkenlik Katsayısı, U, W/m ² K	Admittance Değeri, Y, W/m ² K	Zaman Gecikmesi, (Φ), saat
Duvar	Dış sıva Boşluklu çift tuğla duvar 110+50+110 İç sıva		1.74	4.59	7.8
Üst Döşeme	Seramik zemin 12 mm Harç 25 mm B.arme döşeme 150 mm Hava boşluğu 600 mm Asma tavan 12 mm		2.56	4.2	4
Alt Döşeme	Toprak-blokaj 1500mm B.arme döşeme 100 mm Yalıtım 5 mm Seramik kaplama 10mm		0.88	6.1	4.6
Çatı	Kiremit 50 mm Alüminyum yalıtım örtüsü 0.6 mm Hava boşluğu 75 mm Yalıtım 10 mm		1.82	2.0	0.5
Dış kapı	Masif ahşap 40 mm		2.31	3.54	0.4
İç Kapı	3 mm.kontrplak arası polistren köpük 3+50+3		3.31	0.87	0.4
Pencere	Çift cam, ahşap doğrama 6+30+6		2.9	2.9	-

4.1. Örnek Yapının Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemiyle Soğutma Yükü Hesabı

Bu bölümde, sıcak-nemli ve sıcak-kuru iklim bölgelerinden örnek olarak seçilen Antalya ve Diyarbakır illerinin, ASHRAE tarafından konutlar için geliştirilen yöntemle hesapları yapılmıştır.

Hesaplamalarda, yapı bileşenlerinden oluşan ısı kazancına bağlı soğutma yükü dolu alanlar ve saydam alanlar olmak üzere iki aşamada ele alınmıştır. Bu çalışmada her odanın iklimlendirilmiş hava gereksinimini belirlemek amacıyla her mekan ayrı ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra hava sızdırması ve iç ısı kazançlarından oluşan soğutma yükleri hesapları yapılmıştır. Tüm hesaplamalar sonucunda örnek yapının her bir birimi için soğutma yükleri elde edilmiştir. Ayrıca soğutma yükünün gizli ısı ile ilişkili bölümü hesaplanmış ve toplam soğutma yükü bulunmuştur. Toplam soğutma yükünün hesaplanmasındaki tüm aşamalar aşağıdaki adımlarda gösterilmiştir.

A- Yapı Bileşenlerinden Oluşan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükü Hesapları

Soğutma yükü hesabında 21 Temmuz hesap günü olarak kabul edilmiş, dış hava sıcaklığı Antalya için 32 °C, Diyarbakır için 38 °C ve dış hava nemliliği ise Antalya için % 56, Diyarbakır için % 26 olarak hesaplara katılmıştır (Erkmen, 2005).

Dolu ve Saydam Alanlar:

Örnek yapının dolu alanlardan oluşan soğutma yükünün hesabında Tablo 2’de gösterilen CLTD değerleri kullanılmış ve hesaplanan soğutma yükleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. Ayrı Tek Evler İçin Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Değerleri (CLTD- Cooling Load Temperature Difference) (Erkmen, 2005)

	Hesap Sıcaklığı, °C											
	29		32		35		38		41		42	
Günlük Sıcaklık Aralığı, °C	L	M	L	M	H	L	M	H	M	H	M	H
Tüm duvarlar ve kapılar												
Kuzey	4	2	7	4	2	10	7	4	10	7	10	13
Doğu ve Batı	10	7	13	10	7	16	13	10	16	13	16	18
Güney	6	3	9	6	3	12	9	6	12	9	12	14
Tavanarası veya çatı katı	23	21	26	23	21	28	26	23	28	26	28	31
Günlük değişim (tasarım için seçilen günde dış hava sıcaklığının değişimi)												
H: Yüksek : 14 °C değerinin üzerinde büyük sıcaklık değişimini												
M: Orta : 9 °C ile 14 °C arasındaki orta sıcaklık değişimini												
L: Düşük : 9 °C değerinin altında küçük sıcaklık değişimini göstermektedir.												

Tablo 3. Antalya ve Diyarbakır İçin Yapı Kabuğunun Dolu Alanlarından İletim Yoluyla Oluşan Soğutma Yüğü Hesapları

				ANTALYA		DİYARBAKIR	
Yükün Kaynağı	Alan A (m ²)	Isı Geçiş Katsayısı U, (W/m ² k)	ANTALYA		DİYARBAKIR		
			Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı CLTD, (°C)	Soğutma Yüğü q _i :U.A.CLTD (W)	Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı CLTD, (°C)	Soğutma Yüğü q _i :U.A.CLTD (W)	
SALON	Güney Duvarı	8.66	1.74	6	90.41	9	135.6
	Doğu Duvarı	9.77	1.74	10	170	13	221.0
	Tavan	33.8	2.56	23	1990	26	2250
	Zemin	33.8	0.88	5	148.7	7	208.21
				2399		2814.81	
MUTFAK	Doğu Duvarı	8.6	1.74	194.53	149.64	13	59.25
	Kuzey Duvarı	7.93	1.74	96.59	55.19	7	29.42
	Tavan	13.8	2.56	918.52	812.5	26	165.05
	Zemin	13.8	0.88	85	60.7	7	28.01
				1078		1294.64	
ANTRE	Kuzey Duvarı	4.3	1.74	52.37	29.93	7	52.37
	Kuzey Dış kapı	2.2	2.26	34.80	19.89	7	34.80
	Tavan	9.9	2.56	658.94	582.9	26	658.94
	Zemin	9.9	0.88	60.94	43.56	7	60.94
				676.28		807.05	
WC	Kuzey Duvarı	3.71	1.74	45.18	25.82	7	45.18
	Tavan	3.9	2.56	259.58	229.63	26	259.58
	Zemin	3.9	0.88	24.02	6.86	7	24.02
				262.31		328.78	
ÇOCUK YATAK ODASI	Kuzey Duvarı	5.84	1.74	4	40.65	7	71.13
	Batı Duvarı	10.27	1.74	10	178.70	13	232.31
	Tavan	11.7	2.56	23	688.9	26	778.75
	Zemin	11.7	0.88	5	51.48	7	72.07
				959.73		1154.26	
BANYO	Batı Duvarı	5.75	1.74	10	100.05	13	130.06
	Tavan	10.8	2.56	23	635.9	26	718.85
	Zemin	10.8	0.88	5	47.52	7	66.53
				783.47		915.44	
EBEVEYN YATAK ODASI	Batı Duvarı	9.63	1.74	10	167.56	13	217.83
	Güney Duvarı	9.22	1.74	6	96.25	9	144.38
	Tavan	16.1	2.56	23	947.97	26	1071.61
	Zemin	16.1	0.88	5	70.84	7	99.17
				1282.62		1533	
ÇATI ARASI		100	1.82	26	4186	26	4732
TOPLAM DOLU ALANLAR SOĞUTMA YÜKÜ					11627.41		13580

Cam yüzeyler normal çift cam kabul edilerek Antalya için 32 °C ve Diyarbakır için 38 °C dış hesap sıcaklığında, Tablo 4'den GLF değerleri alınarak, yapının saydam alanlarından oluşan soğutma yükleri hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 4. Ayrı Tek Evler İçin GLF (Glass Load Factor- Pencere Camı Yük Faktörü) Değerleri (Erkmen, 2005)

Hesap Sıcaklığı, °C	Tek cam						Çift cam					
	29	32	35	38	41	43	29	32	35	38	41	43
İç gölgeleme olmadan												
Kuzey	107	114	129	148	151	158	95	95	107	117	120	129
Kuzeydoğu ve Kuzeybatı	199	205	221	237	243	262	173	177	186	196	199	208
Doğu ve Batı	278	284	300	315	322	337	243	246	255	265	268	278
Güneydoğu ve Güneybatı	249	255	271	287	290	309	218	221	230	240	243	252
Güney	167	173	189	205	211	227	145	148	158	167	170	180
Yatay günışığı	492	492	508	524	527	539	432	435	442	451	454	464

Tablo 5. Antalya ve Diyarbakır İçin Yapı Kabuğunun Saydam Alanlarından İletim Yoluyla Oluşan Soğutma Yükü Hesapları

Yükün Kaynağı	Alan A, m ²	ANTALYA		DİYARBAKIR	
		Pencere Camı Soğutma Yükü Faktörü, GLF	Soğutma Yükü q ₂ :GLF.A, W	Pencere Camı Soğutma Yükü Faktörü, GLF	Soğutma Yükü q ₂ :GLF.A, W
SALON	Güney Pencere	6.16	148	167	1028.7
	Doğu Pencere	6.16	246	265	1632.4
			2427.04		2661.1
MUTFAK	Doğu Pencere	1.54	246	265	408.1
WC	Kuzey Pencere	0.49	95	117	57.33
ÇOCUK Y. OD.	Kuzey Pencere	1.96	95	117	229.32
BANYO	Batı Pencere	0.49	246	265	129.85
EBEVEYN Y. OD.	Güney Pencere	1.96	148	167	327.32
TOPLAM SAYDAM ALANLAR SOĞUTMA YÜKÜ			3449.25		3813.02

B- Hava Sızdırmasından Oluşan Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

Dış hava belli bir miktar iç ortama girmek zorundadır. Çünkü ortamda minimum düzeyde dış hava bulunmalıdır. En azından 0.472 L/s'lik dış havanın kişi başına sağlanması gereklidir (Anon, 1998).

Konutlarda doğal hava sızmaları, kışa oranla yaz aylarında daha azdır. Bunun nedeni rüzgar hızının bir çok yerde düşük olmasıdır. Doğal hava sızması saatte 0,5 hava değişiminden daha az ise havalandırma yapılması düşünülmelidir (Erkmen, 2005).

Tablo 6'da verilen saatlik hava değişimi değerleri (ACH- air change hourly) tek evlerde yapılan ölçümlere dayanmaktadır. Sızma hesabı yapılacak proje için sıkı sınıf seçilmiştir.

**Tablo 6. Sızma- Bir Saatteki Hava Değişimleri
(ACH-Air Change Hourly) (Anon, 1998)**

Yapı Sınıfı	Dış hesap sıcaklığı, °C					
	29	32	35	38	41	43
Sıkı	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
Orta	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56
Gevşek	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78

Sıkı-Yerlerine iyi oturan kapılar, pencereler ve sızdırmaz duvarlardan oluşan ve 140 m2 değerinin altında döşeme alanına sahip evler bu sınıfa girer.
Orta-Yeni iki katlı evler veya on yaşını aşmış, bakımı orta derecede yapılmış, 140 m2 oturma alanından büyük evler orta sayılan yapılar sınıfına girer.
Gevşek-20 yılı aşmış, bakımsız, orta düzeyde evler bu sınıfa girer.

Tablo 6'dan seçilen ACH değerleri kullanılarak hava sızması hesapları yapılmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Sızma Hesapları

Denklem	ANTALYA	DİYARBAKIR
Q:ACH(V)1000/3600	Q: 0.34x280x1000/3600 Q: 26.44 L/S	Q: 0.36x280x1000/3600 Q: 28 L/S
Δt : t_{dış}-t_{iç}	Δt: 32-24 Δt: 8°C	Δt: 38-24 Δt: 14°C
q₃: 1.23 Q (t_{dış}-t_{iç})	q ₃ : 1.23x26.44x8 q₃:0.26 kW	q ₃ : 1.23x28x8 q₃:0.48 kW

Δt: t_{dış}-t_{iç}: İç ve dış ortam arasında tasarım sıcaklık farkı, °C
Q: Hacimsel hava debisi, L/s ACH: Bir saatteki hava değişimi, l/h V: Odanın hacmi, m³

C- İç Isı Kazançlarından (İç Yüklerden) Oluşan Soğutma Yüklerinin Hesaplanması:

İnsanlar buldukları farklı etkinlikler, giysilerinin yalıtım düzeylerine ve rengine ve çevresel koşullara bağlı olarak çevreye ısı yayarlar. İnsan yoğunluğunun az olduğu durumlarda bile insanlardan kaynaklanan yük göz önüne alınmalıdır. Dinlenme durumunda bir kişi için duyulur ısı kazancı kişi başına 67 W varsayılır. (Anon, 1998).

Bu öneri dikkate alınarak ;

3 kişilik bir aile için : 3 x 67 : 201 W soğutma yükü (q4) hesaplanmıştır.

Cihazlar : Soğutma yükü hesaplarında, ısı üreten tüm cihazlardan olan ısı kazancı hesaba katılmak zorundadır. Bu tür cihazlar genellikle mutfak ve banyoda bulunur. Ayrı tek evlerde 470 W (q5) değerinde duyulur ısı yükü mutfak, banyo ve yakın odalar arasında bölüştürülmelidir (Anon, 1998).

D- Soğutma Yükü

Antalya ve Diyarbakır illerinde örnek olarak seçilen yapının tüm yapı elemanlarından, sızma ve iç yüklerden oluşan soğutma yükleri Tablo 8’de özetlenmiştir.

Tablo 8. Soğutma Yükü Özeti

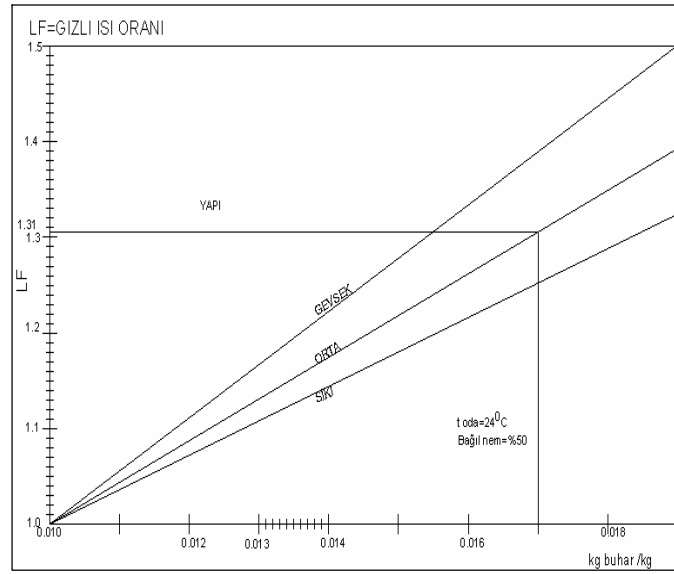
	Antalya soğutma yükü, (kW)	Diyarbakır soğutma yükü, (kW)
Dolu alanlar	11.62	13.58
Saydam alanlar	3.45	3.81
Sızma	0.26	0.48
İnsanlar	0.20	0.20
Cihazlar	0.47	0.47
Toplam ($\sum q$)	16.00	18.54

E- Gizli Isı Nedeniyle Oluşan Soğutma Yükünün Hesaplanması

Bu aşamada dış havanın bağıl neminin neden olduğu gizli ısı yükü hesaplanmıştır. McQuinstan’ın transfer fonksiyonu yöntemi (Anon, 1998) kullanılarak, çok kuru ile çok ıslak arasında değişen coğrafi bölgelerde bulunan konutlarda, gizli yük oranlarının (LF) belirlenmesinde kullanılan Şekil 4’deki grafikten yararlanılmıştır (Erkmen, 2005)

Şekil 4’deki grafikten mutlak nem oranına bağlı olarak LF değerini saptayabilmek için, öncelikle sıcaklık ve bağıl nem değerine bağlı olarak kgbuhar/kg cinsinden mutlak nem değerleri belirlenmiştir (Erkmen vd., 2006, Watson ve Labs, 1983). Toplam soğutma yükü hesabında LF değeri, tasarım nem oranı ve hava sızdırmazlığının fonksiyonu olarak Şekil 4’den seçilerek hesaplanmıştır. Nem oranı 0,010’dan küçük ise LF =1.0 alınmalıdır.

Antalya'da % 56 bağıl nem değeri, 32 °C kuru termometre sıcaklığı ve 0.017 kgbuhar/kg mutlak nem değerinde gizli ısı yükü çarpanı değeri 1.31 LF, Diyarbakır'da % 26 bağıl nem değeri, 38 °C kuru termometre sıcaklığı ve 0.010 kgbuhar/kg mutlak nem değerinde gizli ısı yükü çarpanı değeri 1 LF olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Sızmanın Gizli Isı Oranına Etkisi (Erkmen, 2005)

Bu doğrultuda; Antalya ve Diyarbakır illerinin daha önceki bölümde bulunmuş olan soğutma yüklerine, LF değerinin gizli ısı yükü olarak eklenmesiyle oluşan toplam soğutma yükleri belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Antalya Ve Diyarbakır Toplam Soğutma Yükleri

Toplam soğutma yükü	Antalya	Diyarbakır
$q_{\text{toplam}}: LF \times \sum q$	1.31×16.00 $q_{\text{top.}}: 20.96 \text{ kW}$	1×18.54 $q_{\text{top.}}: 18.54 \text{ kW}$

F- Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı Yöntemiyle Hesaplanan Soğutma Yüğü Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sıcak-nemli iklime sahip Antalya yöresinin ve sıcak-kuru iklime sahip Diyarbakır yöresinin soğutma yüğü hesapları karşılaştırıldığında (Tablo 10);

Tablo 10. Soğutma Yüğülerinin Karşılaştırılması

SONUÇ	Antalya	Diyarbakır
Soğutma yüğü	Σq : 16.00 kW	Σq : 18.54 kW
Toplam soğutma yüğü	$q_{top.}$: 20.96 kW	$q_{top.}$: 18.54 kW

İlk aşamada; sıcak-nemli iklime sahip Antalya'nın soğutma yüğü değerleri, sıcak-kuru iklime sahip Diyarbakır'dan daha düşük çıkmıştır. Diyarbakır'da sıcak dönem (Şekil 2), Antalya'nın sıcak döneminden (Şekil 1) daha uzun sürmektedir. Soğutma yüğü hesaplarının yapıldığı 21 Temmuz döneminde Diyarbakır'ın dış hava sıcaklığının (38 °C), Antalya'nın dış hava sıcaklığından (32 °C) fazla oluşu bu farklılığı ortaya çıkarmıştır. Sadece dış hava sıcaklığına bağlı olarak yapılan hesaplarda Diyarbakır'ın soğutma yüğü hesapları doğal olarak Antalya'nın hesaplarından daha fazla bulunmuştur (Tablo 8).

Ancak, ikinci aşamada ASHRAE tarafından geliştirilen Sıcaklık Farkı yönteminde sıcaklık ve nem arasındaki bağlantı hesaplamalarda ortaya çıkmaktadır. Sıcak nemli iklime sahip Antalya'da nem ögesi gizli ısı kaynağı olarak soğutma yüklerine etki etmekte ve toplam soğutma yükünde artış gözlemlenmektedir. Antalya'da, nem faktörü konfor açısından olumsuzluk yaratmakta ve bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklıkta artış görülmektedir. Antalya için % 58 olan bağıl nem gizli ısı kaynağı olarak toplam duyulur soğutma yüğü hesabına katıldığında, Antalya'nın (q :20.96 kW), Diyarbakır ilinden (q :18.54 kW) daha fazla toplam soğutma yüğü değerlerine ulaştığı görülmektedir (Tablo 9).

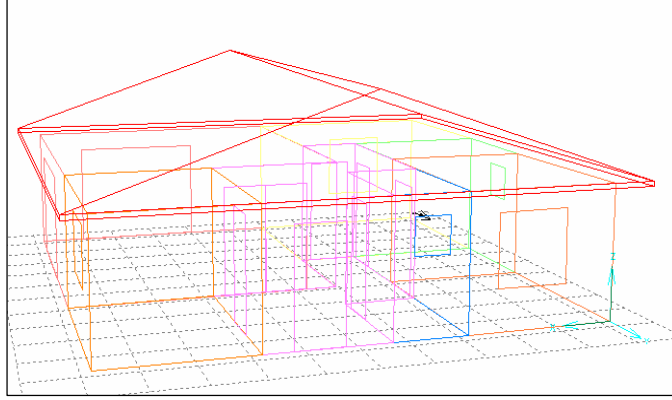
Sonuç olarak; Diyarbakır'dan daha düşük dış hava sıcaklığına sahip Antalya'da yüksek bağıl nem oranı nedeniyle, daha fazla soğutma yüküne ihtiyaç duyulduğu gözlenmektedir.

4.2. Örnek Yapının Admittance Yöntemi ile Soğutma Yüğü Hesapları

Kullanıcının yılın 12 ayında hangi ısısal konfor koşullarında yaşadığını belirlemek amacıyla, ısısal konfor analizi gerçekleştirebilen bilgisayar programlarından yararlanılmaktadır. Bu programlardan biri İngiltere Cardiff Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde Dr. Andrew Marsh tarafından 1998 yılında geliştirilen Ecotect programıdır.

Programda ısı performans hesaplamaları için “Admittance” yöntemi kullanılmaktadır. Yaz aylarında en yüksek sıcaklığa erişilen günler için soğutma yükü hesaplarında bu yöntemden yararlanılmıştır. Bu yöntem, sürekli hal (sabit rejim) analizine dayanmakla birlikte binanın ısı performansının belirlenmesinde bir gerecin dinamik salınımını (zamana bağlı sıcaklık değişimi) saptayabilmek için admittance yüzey faktörü (dinamik U değeri) zaman geciktirmesi ve sönüm faktörü gibi karakteristik özelliklerinin hesaplarında kullanılmaktadır (www.squ1.com).

Ecotect programı yardımıyla, soğutma yükünün hesaplanabilmesi için ilk olarak Şekil 5’de görüldüğü gibi örnek binanın 3 boyutlu grafik modellemesi ve yapıdaki her bölgenin kullanım saatleri, mekan tasarım sıcaklığı, ısıtma-soğutma sistemleri gibi kabuller yapılmıştır.



Şekil 5. Örnek Yapı Üç Boyutlu Modellemesi

Bu çalışmada, sıcaklık farkı değerleri (CLTD) yönteminde kullanılan değerlere uygun olması açısından mekan sıcaklık konfor aralığı 18 °C -24 °C arasında alınmış ve iç ortam bağıl nem değeri % 50 olarak belirlenmiştir. Hesaplamanın yapılacağı saat aralığı tam gün (0-24) olarak seçilmiştir.

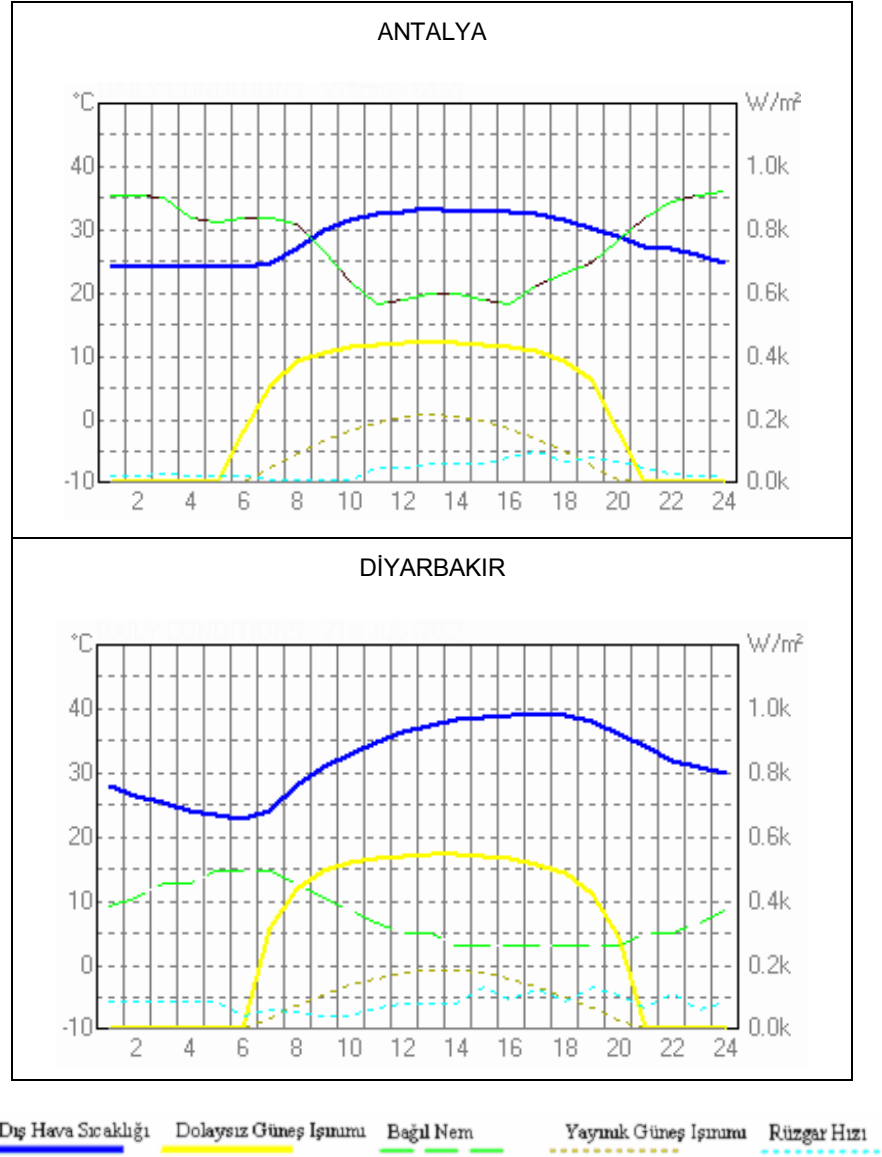
Hesaplamalarda kullanılan yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı (U), admittance (Y) ve zaman gecikmesi (Φ) değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Soğutma yükü hesabında, ısı analiz için gerekli iklim verileri, saatlik olarak hesaba katılmakta, günün 24 saatinde güneş alan yapı bileşenleri ve ısı kazançları göz önüne alınarak, yapı bileşenlerinin saatlik ısı kazançları hesaplanmaktadır.

A- Antalya-Diyarbakır Soğutma Yükü Hesabı

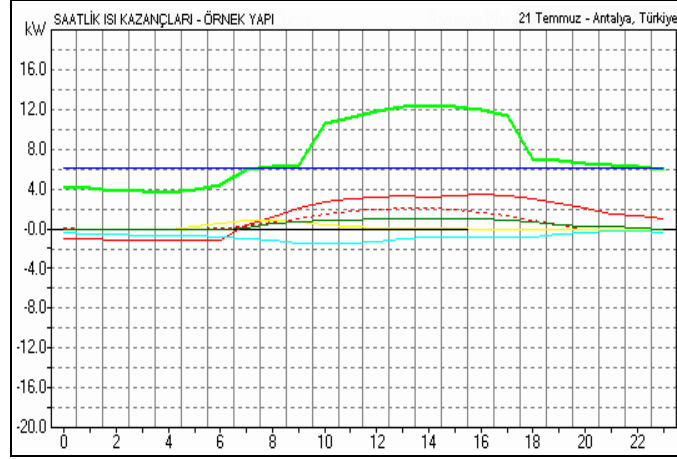
Aynı örnek plan tipi ve aynı malzeme bilgileri kullanılarak Antalya ve Diyarbakır illerinde soğutma yükü hesapları yapılmış ve karşılaştırılmıştır.

Hesap günü olarak belirlenen 21 Temmuz gününe ait saatlik dış hava sıcaklıkları, bağıl nem değerleri ve rüzgar hızı kullanılarak elde edilen saatlik iklim verileri Şekil 6'de yer almaktadır.

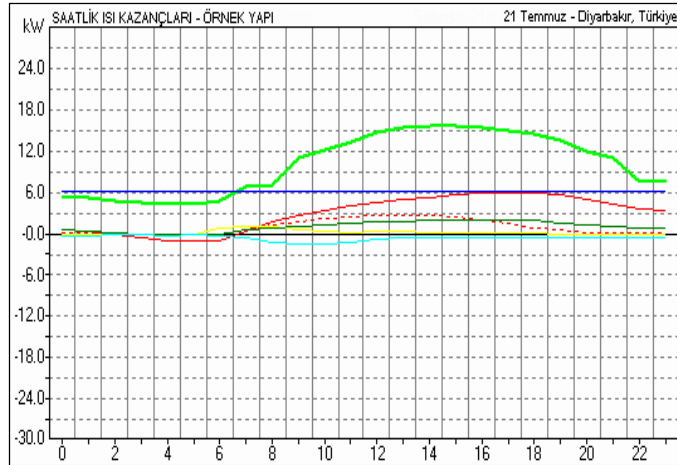


Şekil 6. Antalya ve Diyarbakir İçin Saatlik İklim Verileri (21 Temmuz)

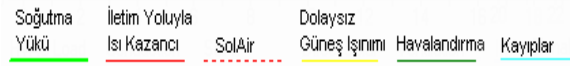
Şekil 7 ve Şekil 8’de Antalya ve Diyarbakır illerinde 21 Temmuz günü örnek yapının tüm zonlarının saatlik ısı kazançları grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7. Örnek Yapı Saatlik Isı Kazançları (Antalya)



Şekil 8. Örnek Yapı Saatlik Isı Kazançları (Diyarbakır)



Ayrıca, Antalya ve Diyarbakır illerinin 21 Temmuz gününe ait saatlik iklim verileri kullanılarak, örnek yapının her bir mekanı için saatlik soğutma yükleri belirlenmiş ve yapının tüm mekanları için bulunan saatlik soğutma yükleri toplanarak binanın toplam soğutma yükü değerleri bulunmuştur (Tablo 11 ve Tablo 12).

Tablo 11. Örnek Yapının Mekanlarının Antalya İçin Hesaplanan Soğutma Yükleri (21 Temmuz)

Saatler	21 Temmuz - örnek yapı mekan saatlik soğutma yükleri (W)								Antalya Toplam soğutma yükü
	Antalya								
	Salon	Mutfak	Antre Koridor	WC	Çocuk Yatak Odası	Banyo	Ebeveyn Yatak Odası	Çatı	
00.00	1766	414	643	159	469	324	682	0	4417
01.00	1675	392	616	153	436	307	601	0	4179
02.00	1654	374	598	147	378	277	546	0	3974
03.00	1622	363	584	143	367	270	531	0	3880
04.00	1572	346	562	137	350	260	508	0	3737
05.00	1866	418	562	137	350	260	509	0	4101
06.00	2226	494	564	139	357	262	522	0	4566
07.00	2716	735	702	186	565	340	772	0	6017
08.00	2933	771	757	199	606	360	826	0	6451
09.00	2952	741	805	204	622	367	848	0	6540
10.00	2870	703	843	211	642	378	877	4140	10664
11.00	2768	663	875	217	662	389	920	4745	10239
12.00	2803	707	933	232	707	415	975	5124	11896
13.00	2887	769	993	247	748	438	1013	5358	12454
14.00	2927	811	1009	254	774	451	1045	5127	12398
15.00	2982	838	1021	256	794	461	1075	4953	12381
16.00	2926	854	1035	262	821	470	1101	4639	12108
17.00	2836	847	1025	261	822	469	1098	4053	11410
18.00	2737	835	1008	258	817	465	1089	0	7209
19.00	2564	804	980	252	800	456	1067	0	6925
20.00	2436	780	946	246	781	447	1035	0	6671
21.00	2394	767	918	243	768	441	1021	0	6551
22.00	2324	754	902	238	764	444	1021	0	6448
23.00	2174	716	851	226	742	430	985	0	6124

Tablo 12. Örnek Yapının Mekanlarının Diyarbakır İçin Hesaplanan Soğutma Yükleri (21 Temmuz)

Saatler	21 Temmuz - örnek yapı mekan saatlik soğutma yükleri (W)								Diyarbakır Toplam soğutma yükü
	Diyarbakır								
	Salon	Mutfak	Antre Koridor	WC	Çocuk Yatak Odası	Banyo	Ebeveyn Yatak Odası	Çatı	
00.00	2172	517	789	194	585	389	786	0	5432
01.00	2058	501	776	190	559	373	750	0	5207
02.00	1972	464	734	177	470	331	669	0	4816
03.00	1855	441	699	169	445	318	638	0	4566
04.00	1751	406	639	157	410	297	590	0	4250
05.00	1745	404	636	157	408	296	587	0	4233
06.00	2294	529	614	151	391	285	569	0	4833
07.00	2991	833	769	210	650	382	879	0	6713
08.00	3132	822	825	217	674	391	908	0	6970
09.00	2996	777	862	220	679	393	917	4069	10912
10.00	2986	702	905	227	700	405	945	5225	12093
11.00	2936	725	964	238	729	423	986	6210	13211
12.00	3267	799	1070	263	805	467	1087	6866	14623
13.00	3380	832	1120	274	839	487	1132	7183	15247
14.00	3417	886	1146	280	857	494	1149	7391	15622
15.00	3414	925	1168	286	895	508	1195	7167	15559
16.00	3454	954	1192	294	929	522	1234	6807	15386
17.00	3432	959	1199	297	946	527	1250	6297	14906
18.00	3382	961	1207	300	958	531	1265	5785	14390
19.00	3150	930	1177	293	941	521	1239	5150	13402
20.00	2990	911	1132	285	919	508	1206	3937	11887
21.00	2868	896	1095	279	912	506	1195	3282	11033
22.00	2766	880	1055	273	918	510	1194	0	7596
23.00	2700	870	1036	270	914	512	1194	0	7496

B- Admittance Yöntemi İle Hesaplanan Soğutma Yükü Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Örnek yapının, Antalya ve Diyarbakır için Admittance yöntemiyle hesaplanan, soğutma yük değerleri saatlik olarak Tablo 11 ve Tablo 12'de görülmektedir. Sıcaklık farkı (CLTD) yönteminde Antalya dış hava sıcaklığı 32°C , Diyarbakır dış hava sıcaklığı 38oC olduğu durumda hesap yapılmıştır.

İki yöntemin karşılaştırmasını yapabilmek için admittance yöntemiyle soğutma yükü hesabında, 21 Temmuz gününde bu dış hava sıcaklıklarına ulaşılan saatlerde (saat 12.00) soğutma yüklerine bakıldığında:

Antalya'da 11.90 kW,
Diyarbakır'da 14.62 kW soğutma yüküne ulaşılmaktadır.

Admittance yöntemiyle yapılan hesaplamalar sonucunda, Antalya'nın soğutma yükü değerleri Diyarbakır'dan düşük çıkmıştır. 21 Temmuz günü Antalya'nın dış hava sıcaklığı saat 12.00'de Diyarbakır'ın dış hava sıcaklığından düşük olduğu için, soğutma yükü hesaplarında bu farklılık ortaya çıkmaktadır. Ecotect programıyla ulaşılan bu sonuçlara göre Diyarbakır'ın Antalya'dan daha fazla soğutma yüküne ihtiyaç duyduğu gözlemlenmektedir.

Her iki il için de, örnek yapıdaki mekanların buldukları yönlere ve mekan organizasyonuna göre soğutma yüklerinde azalma ve artma olduğu görülmektedir. Örneğin; güneye ve doğuya bakan salon ile batıya ve kuzeye bakan çocuk yatak odası arasında soğutma yükü açısından belirgin farklılıklar görülmektedir. 21 Temmuz günü saat 12.00'de, salonda 3,26 kW soğutma yüküne ihtiyaç duyulurken çocuk yatak odasında bu değer 0,80 kW'a kadar düşmektedir.

Odaların birbirlerine göre konumları da önem kazanmaktadır. Örneğin; çatı zonu değerlendirilmek istendiğinde, tüm mekanların üzerinde yer aldığı için 6.86 kW soğutma yükü ihtiyacıyla diğer mekanlara oranla soğutma yükü açısından en fazla değere ulaşan bölge olduğu gözlemlenmektedir.

Dış cepheye bakan duvarların alanlarına bağlı olarak mekanlarda soğutma yükü değerlerinde farklılıklar oluşmaktadır. Kuzey yönüne en az cephesi olan ve m2 olarak en küçük hacimli olan WC'nin soğutma yükü çok düşük ve dış cepheye en fazla yüzeyi bulunan (çatı zonu bu karşılaştırmaya alınmamıştır) salon hacminin soğutma yükü değeri fazla bulunmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, sıcak nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerinin, soğutma yükü hesabında kullanılan farklı iki yöntemin aynı örnek yapı üzerinde uygulanmasıyla aralarındaki

farklılıklar ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir. Her yöntem hem kendi içinde değerlendirilmiş, hem de birbirleriyle karşılaştırılması yapılmıştır.

Tablo 13. Antalya ve Diyarbakır İllerinin Soğutma Yüğü Özetleri

YÖNTEMLER	SOĞUTMA YÜKLERİ q, Kw		
		ANTALYA	DIYARBAKIR
SICAKLIK FARKI (CLTD)	Soğutma Yüğü	16.00	18.54
DEĞERLERİ YÖNTEMİ	Toplam Soğutma Yüğü	20.96	18.54
ADMİTTANCE YÖNTEMİ	Toplam Soğutma Yüğü	11.90	14.62

Sonuç olarak:

Sıcak dönemin soğuk döneme oranla daha uzun olduğu bu iki iklim bölgesinde de iklimlendirme enerjisine ihtiyaç duyulmakta ve bu gereksinim belirli dönemlerde doğal yollardan karşılanamamaktadır. Antalya ve Diyarbakır'da, örnek tasarım günü seçilen 21 Temmuz döneminde mekanik soğutmaya ihtiyaç vardır.

Her iki yöntemde de nem ögesini hesaba katmadığımızda Antalya'nın soğutma yüğü değeri Diyarbakır'ından düşük çıkmaktadır. Antalya ve Diyarbakır illerinin Admittance yöntemiyle bulunan soğutma yüğü değeri, sıcaklık farkı yöntemine göre yaklaşık %20 kadar düşük bulunmuştur. Yine de, sonuç olarak, birbirlerine yakın değerler göstermektedirler. Yöntemler, birbirinden yaklaşım ve matematiksel yöntem açısından belli bir oranda farklı olsa da, sonuçlar açısından benzerlik göstermektedir. İki yöntem arasındaki az da olsa, bu farklılık, Admittance yönteminde iç hava sıcaklığı ve ortalama iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi ölçütünün birlikte etkisi olan çevresel iç sıcaklığın soğutma yüklerine etki etmesinden ileri gelmektedir. Çevresel sıcaklık kavramının kullanılması ile oda yüzeylerinden ısı yayımı ve ışınlama olan ısı geçişi gerçeğe daha yakın olarak hesaba katılmış olmaktadır. Zamana bağlı sıcaklık değişimlerini hesaplayan bu yöntemde, yapı kabuğunun zaman geciktirmesi, sönüm faktörü gibi özellikleri hesaplanmakta ve yapı bileşeninin günlük devre içinde enerji depolamasını göz önüne almaktadır. Bu yaklaşım, hesaplamaların yapılacağı güne ait meteorolojik verilerin saatlik değerlerini girdi olarak istemekte ve orta hassaslıkta sonuçlar vermektedir. Sıcaklığın yanısıra, dolaysız güneş ışınlama ve yayınık güneş ışınlama etkisi de hesaplamalarda etkili olmaktadır.

ASHRAE tarafından geliştirilen Sıcaklık Farkı (CLTD) yönteminde sıcaklık ve nem arasındaki bağlantı, hesaplamalarda ortaya çıkmaktadır. Antalya sıcak nemli iklime sahip olduğu için, yöntemde nem ögesi gizli ısı kaynağı olarak soğutma yüklerine etki etmekte ve toplam soğutma yükünde artış gözlemlenmektedir. Fakat Admittance yönteminde, nemin ısısal konfora olan etkisi göz önüne alınmadığından,

sıcak nemli bölgelerde iklimlendirme etüdü yapılırken, yöntemin verdiği sonuçlar dikkatli değerlendirilmelidir. Çevresel iç sıcaklık ölçütüne dayanan ve yapıdaki enerji depolamasını dikkate alan admittance yöntemi, sıcak kuru iklim bölgeleri için güvenilir bir hesap yöntemidir. Bulguların ışığında, soğutma yükü hesaplarında iklim bölgesine göre yöntem seçimi yapılmalıdır.

6. KAYNAKÇA

Altıparmak, Ö. D., (1999), Binalarda Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükünün Bilgisayarla Hesabı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Anon, (1998), Konutlarda Isıtma ve Soğutma Yükü Hesapları, Bölüm 25, ASHRAE Temel El Kitabı, İstanbul.

Berköz, E., Aygün, Y. Z., Kocaaslan, G., Yıldız, E., Ak, F., Küçükdoğu, M., Enarun, D., Ünver, R., Yener, K.A. ve Yıldız, D., (1995), Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak Proje No: İntag 201, İstanbul.

Çelik, P. A., (1975), Yaz Sıcaklıklarının Binaya Etkilerinin İncelenmesinde Addmittance Yönteminin Türkiye'ye Uygulanması, Tübitak YAE Yayın No: a22, Ankara.

Erkmen, F. İ., Sıcak İklim Bölgelerinde Yapıların Soğutma Yüklerinin Karşılaştırılması (Antalya, Diyarbakır Örneği), Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005.

Erkmen, F. İ., Gedik G. Z. ve Sözen M. Ş., "Sıcak İklim Bölgelerinde Yapıların Soğutma Yüklerinin Karşılaştırılması", Megaron Mart-Haziran 2006, Y.T.Ü Mimarlık Fakültesi E-Dergisi, 2-3, ISSN 1305-5798, İstanbul, 2006.

Gedik, Z. G., (1992), Yapılarda Isısal Tasarım İlkeleri, YTÜ, İstanbul.

Watson, D., and Labs, K. , Climatic Buildig Design, Mc Gram-Hill Book Company, 1983.

www.squ1.com/thermal/analysis.htm.