

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE YAPILARIN SOĞUTMA  
YÜKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI  
(ANTALYA, DİYARBAKIR ÖRNEĞİ)**

Mimar Firuze İlgin ERKMEN

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gülay Zorer GEDİK, YTÜ**

**İSTANBUL, 2005**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	iv
KISALTMA LİSTESİ .....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ .....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. SICAK İKLİM TİPLERİ.....	3
2.1 Sıcak Nemli İklim (Antalya Örneği) .....	3
2.1.1 Antalya'nın İklimsel Analizi .....	3
2.2 Sıcak Kuru İklim (Diyarbakır Örneği) .....	6
2.2.1 Diyarbakır'ın İklimsel Analizi.....	6
2.3 Sıcak İklim Bölgelerinde Soğutma Dönemlerinin Belirlenmesi .....	7
2.3.1 Antalya ve Diyarbakır Dış Hava Sıcaklığı Değerleri .....	8
2.3.2 Antalya ve Diyarbakır Dış Hava Nemliliği Değerleri .....	10
2.3.3 Soğutma Dönemlerinin Belirlenmesi .....	13
3. YAPILARDA SOĞUTMA YÜKÜ HESABI .....	17
3.1 Soğutma Yükünün Tanımı ve Bileşenleri.....	17
3.2 Soğutma Yükü Hesap Yöntemleri .....	18
3.2.1 Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemi (CLTD-Cooling Load Temperature Difference).....	19
3.2.2 Admittance Yöntemi.....	22
4. ÖRNEK BİR YAPININ SOĞUTMA YÜKÜ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	31
4.1 Yapıya İlişkin Verilerin, Fiziksel Özellik ve Büyüklüklerin Belirlenmesi .....	31
4.2 Örnek Bir Yapının Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemiyle (CLTD-Cooling Load Temperature Difference) Soğutma Yükü Hesabı .....	32
4.2.1 Yapı Bileşenlerinden Oluşan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükü Hesapları .....	33
4.2.1.1 Dolu alanlar .....	33
4.2.1.2 Saydam alanlar.....	38
4.2.2 Hava Sızdırması ve İç Isı Kazançlarından Oluşan Soğutma Yüklerinin Hesaplanması .....	40

4.2.3	Gizli ısı nedeniyle oluşan soğutma yükünün hesaplanması .....	43
4.2.4	Soğutma Yüklerinin Farklı İki İklim Bölgesine Göre Karşılaştırılması.....	47
4.2.5	Değerlendirme .....	47
4.3	Örnek Yapının Admittance Yöntemi ile Soğutma Yükü Hesapları .....	48
4.3.1	Antalya-Diyarbakır Soğutma Yükü Hesabı.....	51
4.3.2	Değerlendirme .....	59
5.	SONUÇ.....	60
KAYNAKLAR.....		63
İNTERNET KAYNAKLARI.....		64
EKLER .....		65
Ek 1 Antalya 21 Temmuz günü, örnek yapının her zonuna ait saatlik ısı kazancı grafikleri...		66
Ek 2 Diyarbakır 21 Temmuz günü, örnek yapının her zonuna ait saatlik ısı kazancı grafikleri		69
Ek 3 Bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklık .....		72
ÖZGEÇMİŞ.....		73

## SİMGE LİSTESİ

A	Hacmin toplam yüzey alanı ( $m^2$ )
AU	Alan ağırlıklı ısı iletim katsayısı (W/C)
AY	Odanın iç yüzeylerinin alan ağırlıklı admittance değeri
C	Elemanın özgül ısısı ( $kJ/kg \text{ } ^\circ C$ )
$C_v$	Havalandırma ısı iletim katsayısı ( $W/^\circ C$ )
$E I_i$	Her yüzeyden uzun dalga radyasyon kaybı ( $W/m^2$ )
f	Sönüm faktörü
$h_a$	Hava / çevresel ısı iletim katsayısı ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )
$\bar{I}_s^1$	Her yüzeydeki ortalama solar yeğirlik
q	Duyulur soğutma yükü (kW)
$q_{\text{toplam}}$	Toplam soğutma yükü (kW)
Q	Hacimsel hava debisi (L/s)
Q	İç mekanın toplam ısı kazancı (W)
$Q^1$	İç mekanın ortalama toplam ısı kazancı (W)
$Q^-$	İç mekanın toplam ısı kazancı ile ısı kazancı ortalaması arasındaki fark, ısı kazancı salınımı
$Q_t^1$	Toplam ortalama ısı kazancı (W)
$Q_v$	Havalandırma ile olan ısı kaybı (W)
LF	Gizli ısı yükü çarpanı
N	Hava değişim sayısı / saat
p	Hava birim hacim ağırlığı ( $kg/m^3$ )
S	Solar kazanç faktörü
$S_a$	Değişken solar kazanç faktörü
$\Delta t$	İç-dış tasarım sıcaklığı farkı
$t_{ai}$	İç hava sıcaklığı ( $^\circ C$ )
$t_{ao}$	Dış hava sıcaklığı ( $^\circ C$ )
$t_{a o}^1$	Günlük ortalama dış hava sıcaklığı ( $^\circ C$ )
$t_{ei}$	Çevresel iç sıcaklık ( $^\circ C$ )
$t_{e i}^1$	Ortalama çevresel iç sıcaklık, ( $^\circ C$ )
$t_{e i}^-(\theta)$	Hacim sıcaklığı salınımı ( $^\circ C$ )
$t_{e i}^-$	Belli bir zamandaki iç mekan sıcaklığı ile ortalama arasındaki fark, iç mekan sıcaklığı salınımı ( $^\circ C$ )
$t_{ri}$	Ortalama iç yüzey sıcaklığı ( $^\circ C$ )
$t_{dış}$	Dış hava sıcaklığı ( $^\circ C$ )
$t_{iç}$	İç mekan sıcaklığı ( $^\circ C$ )
U	Toplam ısı iletkenlik katsayısı ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )
v	Oda hacmi ( $m^3$ )
V	Havalandırma hızı ( $m^3/sn$ )
Y	Admittance değeri
$\alpha$	Her yüzeyin yutuculuğu
$\theta$	Hesabın yapılacağı saat
$\Phi$	Zaman gecikmesi

## KISALTMA LİSTESİ

ACH	Saatlik Hava Değişimi
ASHRAE	Amerika Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Birliği (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
CLF	Soğutma Yüğü Faktörü (Cooling Load Factor)
CLTD	Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı (Cooling Load Temperature Difference)
DGD	Doğu-Güney Doğu
DKD	Doğu-Kuzey Doğu
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
GD	Güney Doğu
GGD	Güney Güney-Doğu
GLF	Pencere Camı Yüğü Faktörü (Glass Load Factor)
K	Kuzey
KKB	Kuzey-Kuzey Batı
LF	Soğutma Yüğü (Load Factor)
TA	Zaman Ortalaması (Time Averaging)
TETD	Toplam Eşitlik Sıcaklık Farkı (Total Equivalent Temperature Difference)
TFM	Transfer Fonksiyonu Yöntemi (Transfer Function Method)

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Antalya yöresine ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri.....	8
Şekil 2.2 Diyarbakır yöresine ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri.....	9
Şekil 2.3. Antalya yöresine ait dış hava nemliliği değişim eğrileri.....	10
Şekil 2.4 Diyarbakır yöresine ait dış hava nemliliği değişim eğrileri.....	11
Şekil 2.5 İklimsel konfor grafiği .....	14
Şekil 2.6 Antalya’da soğutma istenilen dönem .....	15
Şekil 2.7 Diyarbakır’da soğutma istenilen dönem .....	15
Şekil 2.8 24 saatlik salınımlar için kalınlık ve birim hacim ağırlığına bağlı admittance ve zaman gecikmesi değerleri.....	27
Şekil 2.9 Zaman gecikmesi ve sönüm faktörü.....	29
Şekil 4.1 Örnek yapı .....	31
Şekil 4.2 Sızmanın gizli ısı oranına etkisi .....	43
Şekil 4.3 Sıcaklık-bağıl nem-mutlak nem ilişkisi.....	45
Şekil 4.4 Örnek yapı üç boyutlu modellemesi.....	50
Şekil 4.5 Örnek yapı batı ve kuzey perspektifi.....	50
Şekil 4.6 Örnek yapı doğu ve güney perspektifi .....	51
Şekil 4.7 Antalya aylık iklim verileri .....	52
Şekil 4.8 Diyarbakır aylık iklim verileri.....	53
Şekil 4.9 Antalya 21 Temmuz saatlik iklim verileri.....	54
Şekil 4.10 Diyarbakır 21 Temmuz saatlik iklim verileri.....	54
Şekil 4.11 Örnek yapı (tüm zonlar) saatlik ısı kazançları (21 Temmuz – Antalya).....	58
Şekil 4.12 Örnek yapı (tüm zonlar) saatlik ısı kazançları (21 Temmuz – Diyarbakır) .....	58
Şekil E1.1 Salon saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü - Antalya).....	66
Şekil E1.2 Mutfak saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya).....	66
Şekil E1.3 Antre-koridor saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya).....	67
Şekil E1.4 WC saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya).....	67
Şekil E1.5 Banyo saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya).....	68
Şekil E1.6 Ebeveyn yatak odası saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya) .....	68
Şekil E2.1 Salon saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır).....	69
Şekil E2.2 Mutfak saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır).....	69
Şekil E2.3 Antre-koridor saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır) .....	70
Şekil E2.4 Çocuk yatak odası saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır) .....	70
Şekil E2.5 Banyo saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır) .....	71
Şekil E2.6 Ebeveyn yatak odası saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır).....	71

## ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Antalya yıllık iklim verileri .....	4
Çizelge 2.2a Antalya aylık iklim verileri-sıcaklık ve nem .....	5
Çizelge 2.2b Antalya aylık iklim verileri-rüzgar .....	5
Çizelge 2.3 Diyarbakır yıllık iklim verileri .....	6
Çizelge 2.4a Diyarbakır aylık iklim verileri- sıcaklık ve nem .....	7
Çizelge 2.4b Diyarbakır aylık iklim verileri- rüzgar .....	7
Çizelge 2.5 21 Temmuz günü Antalya – Diyarbakır saatlik dış hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri .....	12
Çizelge 3.1 Soğutma yükü sıcaklık farkı (CLTD) yöntemi hesap basamakları .....	21
Çizelge 3.2 Admittance değerleri .....	28
Çizelge 3.3 Pencerelelerin ısı geçirme katsayısı .....	28
Çizelge 4.1 Örnek binaya ilişkin fiziksel özellikler .....	32
Çizelge 4.2 Ayrı tek evler için ortalama alma yöntemiyle bulunan CLTD (cooling load temperature difference-soğutma yükü sıcaklık farkı) değerleri .....	34
Çizelge 4.3 Antalya, yapı elemanlarından (dolu alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları.....	36
Çizelge 4.3 Antalya, yapı elemanlarından (dolu alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları.....	36
Çizelge 4.4 Diyarbakır, yapı elemanlarından (dolu alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları ..	37
Çizelge 4.5 Ayrı tek evler için GLF (glass load factor-pencere camı yük faktörü) değerleri ..	38
Çizelge 4.6 Antalya yapı elemanlarından (saydam alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları...	39
Çizelge 4.7 Diyarbakır yapı elemanlarından (saydam alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları	39
Çizelge 4.8 Antalya, toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükleri, kW.....	40
Çizelge 4.9 Diyarbakır, toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükleri, kW.....	40
Çizelge 4.10 Sızma-Bir saatteki hava değişimleri .....	41
Çizelge 4.11 Sızma hesapları.....	42
Çizelge 4.12 Toplam duyulur soğutma yükü .....	43
Çizelge 4.13 Gizli ısı kaynakları hesabı .....	46
Çizelge 4.14 Antalya ve Diyarbakır toplam soğutma yükleri .....	46
Çizelge 4.15 Antalya ve Diyarbakır soğutma yüklerinin karşılaştırılması.....	47
Çizelge 4.16 Antalya ili 21 Temmuz örnek yapı mekan soğutma yükleri .....	55
Çizelge 4.17 Diyarbakır ili 21 Temmuz örnek yapı mekan soğutma yükleri.....	56
Çizelge 4.18 Admittance yöntemiyle 21 Temmuz günü saatlik örnek yapının Antalya ve Diyarbakır için toplam soğutma yükleri .....	57
Çizelge 4.19 Sıcaklık farkı değerleri yöntemi ve Admittance yöntemi ile Antalya ve Diyarbakır illerinin soğutma yükü özetleri .....	60

## ÖNSÖZ

Bu tez kapsamında, sıcak iklim bölgelerinde yapıların soğutma yüklerinin karşılaştırılması ele alınmıştır. Sıcak nemli iklim tipi için Antalya, sıcak kuru iklim tipi için Diyarbakır illeri seçilerek örnek bir yapı ele alınmış ve belirlenen 21 Temmuz tasarım günü için Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı Yöntemi (CLTD – Cooling Load Temperature Difference) ve Admittance Yöntemiyle soğutma yükü hesapları yapılmıştır.

Çalışmamın bütün aşamalarında bana yardımcı olan ve beni daima destekleyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Gülay ZORER GEDİK'e ve yakın ilgisinden dolayı Sayın Prof. Müjgan ŞEREFHANOĞLU'na teşekkür ederim.

Ecotect adlı bilgisayar programının kullanımındaki yardımları için sevgili arkadaşım Feyza KUN'a ve çalışmalarım sırasında daima yanımda olan ve beni cesaretlendiren aileme teşekkürü bir borç bilirim.



## ÖZET

Yapı kabuğu sürekli olarak, dış çevrenin sıcaklığı, nemi, rüzgar ve güneşin ışıınım etkisi altındadır. Bu etkenler sıcak hava ve soğuk hava koşullarında ayrı ayrı değerlendirilir. Güneşin ışıınım etkisi ve hava sıcaklığı her iki hava koşulunda yapı içi ısısal konfor açısından önemlidir.

Sıcak iklim bölgelerinde sıcak dönem soğuk dönemden daha uzun sürmektedir. Bu nedenle bu bölgeler için baskın olan sıcak dönem şartları 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 çalışmanın amacı, sıcak nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerinin analizi ve soğutma yükü hesabında kullanılan farklı iki yöntemin bir örnek yapı üzerinden değerlendirilmesidir.

Bu çalışmada örnekleme amacıyla sıcak nemli iklim tipi için Antalya, sıcak kuru iklim tipi için Diyarbakır illeri seçilmiştir.

İlk bölümde, çalışmayla ilgili bir giriş yapılmış, ikinci bölümde Antalya ve Diyarbakır illerinin iklimsel verilerine değinilerek iklimsel analizleri yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, soğutma yükünün tanımı ve bileşenleri üzerinde durulmuş ve soğutma yükünün hesaplanmasında farklı yöntemlerden Sıcaklık Farkı Yöntemi (Cooling Load Temperature Difference-CLTD) ve Admittance Yöntemi tanıtılmıştır.

Dördüncü bölümde, verileri ve fiziksel özellikleri belirlenen örnek bir yapı ele alınarak, Antalya ve Diyarbakır illeri için belirlenen 21 Temmuz tasarım günü için Sıcaklık Farkı yöntemi ve Admittance yöntemiyle soğutma yükü hesapları yapılmıştır. İki ayrı il ve iki ayrı yöntem sonucunda ortaya konan duyulur ve toplam soğutma yükü sonuçları belirlenerek, her yöntem kendi içinde değerlendirilmiştir.

Sonuç bölümünde, iki yöntemin karşılaştırılması yapılarak farklılıklar ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Soğutma yükü, iklimsel analiz, ısısal konfor, sıcaklık farkı yöntemi, admittance yöntemi

## **ABSTRACT**

Building envelope is under constant effect of outdoor temperature, humidity, wind and solar radiation. These factors are evaluated separately in hot and cold weather conditions. Solar radiation and temperature in hot or cold weather conditions are important for indoor thermal comfort.

In hot climates, the hot period is longer than the cold period. Therefore, in hot zones, the dominant hot period conditions are critical for the cooling load. Recently, climatic changes due to environmental pollution problems, such as heat effect and global warming, have given primary significance to energy consumption issues and cooling.

This thesis aims to present climatic analysis of hot humid and hot dry zones and to compare and evaluate two separate methods of calculating the cooling load on a sample building.

The city of Antalya for the hot humid and the city of Diyarbakır for hot dry climatic types are chosen as sample cases.

First chapter is the introductory chapter of the study. The second chapter analyzes the climatic data of the city of Antalya and the city of Diyarbakır.

Third chapter refers to descriptions of cooling load, its components and the two calculation methods of Temperature Difference Method (CLTD) and Admittance Method.

Fourth chapter comprises calculations based on Temperature Difference Method (CLTD) and Admittance Method on a sample building for the city of Antalya and for the city of Diyarbakır. The calculation data is based on the day of design, 21 July. The results designate the sensible cooling load and the total cooling load.

Both methods are evaluated individually and compared in the final chapter.

**Keywords:** Cooling load, climatic analysis, thermal comfort, temperature difference method, admittance method

## 1. GİRİŞ

İklim, yerleşimi ve yapı tasarımını etkileyen fiziksel etkenlerin başında gelir.

İklimi oluşturan öğeler:

- Hava sıcaklığı,
- Bağıl nem,
- Rüzgar,
- Güneş ışınımları,
- Yağışlar,

olarak sıralanabilir (Gedik, 1992).

İklimi oluşturan bu öğeler, kişilerin açık mekanlarda ısısal konfor duygusunu doğrudan etkilediği gibi kapalı hacimlerde de dolaylı olarak etkiler. Ayrıca, yapı içinde havanın sıcaklığı, nemi, hava devinimleri, kişilerin yaptıkları etkinliklere bağlı olarak, etkinlik düzeyleri, giysilerin yalıtım değerleri ve iç yüzeylerle ilgili ortalama ışımsal sıcaklık gibi ölçülebilen nesnel etkenler konfor oluşumunda önemli faktörlerdir.

“İnsan bir iç mekanda ne tür eylem içinde olursa olsun, kendini saran bir yapı kabuğu içindedir. Bu kabuk, iç mekanla dış mekanı birbirinden ayırdığı gibi, iç mekanda uygun fizik ortamın oluşturulmasını olanaklı kılar.” (Şerefhanoglu, 1981).

Yapı kabuğu, sürekli dış havanın sıcaklığı, nemi, rüzgarlar ve güneşin ışımsal etkisi altındadır. Bu etkenler sıcak hava ve soğuk hava koşullarında ayrı ayrı değerlendirilir. Özellikle güneşin ışımsal etkisi ve hava sıcaklığı her iki hava koşulunda da yapı içi ısısal konfor açısından önemlidir. Sıcak iklim bölgelerinde sıcak dönem soğuk dönemden daha uzun sürmektedir. Bu nedenle bu bölgeler için baskın olan sıcak dönem şartları soğutma yükü açısından önem taşımaktadır. Son yıllardaki çevre kirliliği nedeniyle yaşanan iklimsel değişimler (sera etkisi, küresel ısınma gibi) enerji harcamalarını ve soğutma konusunu ön plana çıkarmaktadır.

Bu çalışmada amaç, gerek sıcak nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerinin, gerekse soğutma yükü hesabında kullanılan farklı yöntemlerin aynı örnek yapı üzerinde uygulanmasıyla aralarındaki farklılıkların ortaya konulması ve değerlendirilmesidir.

Bu çalışma,

- Türkiye'nin sıcak nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerinden örnek olarak seçilen Antalya ve Diyarbakır illerinin iklimsel analizi,

- Antalya ve Diyarbakır illerinin soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemlerinin belirlenmesi,
  - Sıcaklık Farkı Yöntemi (Cooling Load Temperature Difference-CLTD) ve Admittance Yönteminin tanıtılması,
  - Sıcak nemli (Antalya) ve sıcak kuru (Diyarbakır) iklim koşullarının, belirlenen örnek bir yapı üzerinde toplam soğutma yükü açısından irdelenmesi,
- konularını kapsamaktadır.

## 2. SICAK İKLİM TİPLERİ

Tasarım gereksinimleri açısından sıcak iklim tiplerini iki ana grupta toplamak uygundur.

- Sıcak nemli iklim
- Sıcak kuru iklim

Bu çalışmada örnekleme amacıyla sıcak nemli iklim tipi için Antalya, sıcak kuru iklim tipi için Diyarbakır illeri seçilmiştir.

### 2.1 Sıcak Nemli İklim (Antalya Örneği)

Antalya Türkiye'nin güneybatısında, Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Turistik ve ekonomik açıdan önemli bir ilimizdir. Antalya'nın yüzölçümü 20.815 km<sup>2</sup> dir. Antalya 36° 06' ve 37°27' kuzey enlemleri ve 29° 14' ve 32°27' doğu boylamaları arasında yer alır. Antalya ili, Akdeniz kıyısında, Antalya körfezinde, denizden 39m. yükseklikte kayalar üzerinde kurulmuştur (Kaya, 1992).

#### 2.1.1 Antalya'nın İklimsel Analizi

Antalya, Türkiye iklim bölgeleri sınıflandırmasında Akdeniz iklimine sahip sıcak-nemli iklim bölgesindedir. Antalya'nın topoğrafik özellikleri iklim oluşumunu etkilemektedir.

Antalya havzası kuzeyde yüksek dağlarla çevrili olduğu için, enlem derecesine göre daha sıcak durum gözlenmektedir. Bu sebeple yazlar sıcak, kışlar ise ılık ve yağışlıdır.

Havzada iki çeşit iklim görülmektedir:

- Sahil beldesinde tipik Akdeniz İklimi,
- Yukarı havzada ise İç Anadolu iklimine benzeyen Kara İklimi,

Antalya'da en sıcak ay ortalaması 44.6°C, en düşük sıcaklık ortalaması 6.2°C dir. Yaz aylarında güneşte sıcaklık 76.1°C yi bulmaktadır. Kurak devre Mart ayı ortalarında başlar ve Eylül ayı sonuna kadar devam eder. İl'de yıllık ortalama sıcaklık 12.1°C ile 18.7°C arasında değişmektedir.

Antalya'da birinci derece hakim rüzgar kuzey ve kuzeybatı yönünde, ikinci derece hakim rüzgar güney doğu yönündedir. Sıcak ve kuru esen bu rüzgar, yaz aylarında hava sıcaklığını daha da yükseltir. Ancak denizden karaya esen meltem rüzgarı, yaz aylarında öğle saatlerinde esmeye başlar ve kıyılarda olumlu ve serinletici etki yaratır. Fakat bu rüzgar deniz üzerindeki nemi kentin üzerine taşımakta ve güneş batımından sonra geceleri nem oranının yükselmesine

neden olmaktadır. Yıllık ortalama nem oranı %58-70 arasında değişir (Kaur, 1994).

Antalya'nın yıllık iklim verileri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Gedik, 1998)

Çizelge 2.1 Antalya yıllık iklim verileri

Yıllık İklımsel Değişkenler		Değerler	
<b>Sıcaklık</b>	Yaz aylarında	28-33	°C
	Kış aylarında	9-11	°C
<b>Nem</b>	Yıl boyunca	58-70	%
<b>Yağış</b>	Yıl boyunca	1043	kg/m <sup>2</sup>
	Yağmurlu gün sayısı	76.2	gün
<b>Rüzgar</b>	Yıl boyunca hızı	3.0	m/sn.
	Baskın yön	K-KKB	
	İkincil yön	G-GGD	
<b>Bulutluluk</b>	Bulutlu gün sayısı	52.4	gün
	Açık gök gün sayısı	141.6	gün

1930-1970 yıllarına ait Antalya aylık iklim verileri ile (DMI Genel Müdürlüğü Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni) Çizelge 2.2.a ve Çizelge 2.2.b oluşturulmuştur.

Çizelge 2.2a Antalya aylık iklim verileri-sıcaklık ve nem

Aylar	Sıcaklık °C			Nem %
	Ortalama Sıcaklık	Maksimum Sıcaklıklar Ortalaması	Minimum Sıcaklıklar Ortalaması	Ortalama Bağlı Nem
Ocak	10.1	14.9	6.3	68
Şubat	10.7	15.5	6.5	68
Mart	12.8	17.7	8.2	65
Nisan	16.4	21.0	11.4	67
Mayıs	20.5	24.4	15.2	68
Haziran	25.0	30.0	19.6	62
Temmuz	28.2	33.5	22.7	58
Ağustos	28.1	33.6	22.7	60
Eylül	24.9	30.7	19.5	58
Ekim	20.3	26.3	15.4	62
Kasım	15.6	22.0	11.3	67
Aralık	11.9	16.8	8.1	70

Çizelge 2.2b Antalya aylık iklim verileri-rüzgar

Aylar	Rüzgar m/sn			
	Ortalama Rüzgar Şiddeti	En Siddetli Rüzgar ve Yönü	Sık Esen Rüzgar Yönü	İkincil Rüzgar Yönü
Ocak	3.5	37.0 GD	KB	K
Şubat	3.6	38.7 G	KB	K
Mart	3.5	26.7 KKB	KB	K
Nisan	3.1	27.7 G	KB	K
Mayıs	2.7	22.1 K	KB	K
Haziran	2.9	25.2 BKB	KB	GD
Temmuz	2.9	18.7 K	KB	GD
Ağustos	2.8	20.6 KB	K	KB
Eylül	3.2	20.6 K	K	KB
Ekim	3.0	24.0 B	KB	K
Kasım	3.0	24.5 KKB	KB	K
Aralık	3.3	35.6 GGD	KB	K

## 2.2 Sıcak Kuru İklim (Diyarbakır Örneği)

Diyarbakır, Türkiye'nin güney doğusunda, Güney Doğu Anadolu bölgesinde 37° 55' kuzey enlem açısında ve 40° 12' doğu boylam açısında yer almaktadır. Diyarbakır'ın yüzölçümü 15.355 km<sup>2</sup> dir. Diyarbakır ilinin büyük bölümü Dicle havzasında yer alır ve en yüksek noktası 1950m. ile Kollubaba tepesidir. İlin deniz seviyesinden yüksekliği 660 m. dir (Orbay, 1993).

### 2.2.1 Diyarbakır'ın İklimsel Analizi

Diyarbakır, sert kara iklimine sahip, sıcak-kuru iklimin egemen olduğu ilimizdir. Çöl iklimi olarak adlandırılır. Diyarbakır'da en sıcak ayların ortalama sıcaklığı 30.5°C dir. Yıllık en fazla sıcaklık 46°C , en düşük sıcaklık -27°C yi bulur. Bağlı nem oranı düşüktür.

Diyarbakır'ın yıllık iklim verileri Çizelge 2.3'de gösterilmiştir (Gedik, 2004).

Çizelge 2.3 Diyarbakır yıllık iklim verileri

İklimsel değişkenler		Değerler
Sıcaklık	Yaz aylarında	30.5 °C
	Kış aylarında	3.7 °C
Nem	Yıl boyunca	% 53
	Temmuz-Ağustos aylarında	% 24(min)
	Aralık-Ocak aylarında	% 77(max)
Yağış	Kış	71.4 mm/m <sup>2</sup>
	İlkbahar	59.8 mm/m <sup>2</sup>
	Yaz	3.9 mm/m <sup>2</sup>
	Sonbahar	28.3 mm/m <sup>2</sup>
Rüzgar	Kış G-KB	33.8m/s
	İlkbahar B-KB	21.6m/s
	Yaz GB-KB	23.1m/s
	Sonbahar KB	20.6m/s

1930-1970 yıllarına ait Diyarbakır aylık iklim verileri ile (DMI Genel Müdürlüğü Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni) Çizelge 2.4.a ve Çizelge 2.4.b oluşturulmuştur.



Çizelge 2.4a Diyarbakır aylık iklim verileri- sıcaklık ve nem

Aylar	Sıcaklık °C			Nem %
	Ortalama Sıcaklık	Maksimum Sıcaklıklar Ortalaması	Minimum Sıcaklıklar Ortalaması	Ortalama Bağlı Nem
Ocak	1.8	6.6	-2.4	77
Şubat	3.6	8.9	-1.1	73
Mart	8.1	14.2	2.0	65
Nisan	13.8	20.4	6.8	61
Mayıs	19.3	26.5	11.0	55
Haziran	25.9	33.2	16.0	34
Temmuz	31.0	38.2	21.6	24
Ağustos	30.5	38.2	20.9	24
Eylül	24.9	33.2	15.7	28
Ekim	17.2	25.3	9.6	46
Kasım	10	16.7	4.4	67
Aralık	4.2	9.2	-0.2	77

Çizelge 2.4b Diyarbakır aylık iklim verileri- rüzgar

Aylar	Rüzgar m/sn			
	Ortalama Rüzgar Şiddeti	En Sıddetli Rüzgar ve Yönü	Sık Esen Rüzgar Yönü	İkincil Rüzgar Yönü
Ocak	2.2	24.8 G	KB	K
Şubat	2.7	33.8 G	KB	K
Mart	2.9	27.2 KB	KB	K
Nisan	2.6	23.2 GB	KB	K
Mayıs	2.4	26.7 K	KB	K
Haziran	3.2	25.6 K-G	KB	B
Temmuz	3.7	21 GD	KB	K
Ağustos	3.3	24.9 KB	KB	KKB
Eylül	2.8	28.7 BKB	KB	GB
Ekim	2.2	22.3 KB	KB	K
Kasım	1.6	25.6 KB	KB	K
Aralık	1.7	23.5 DGD	KB	K

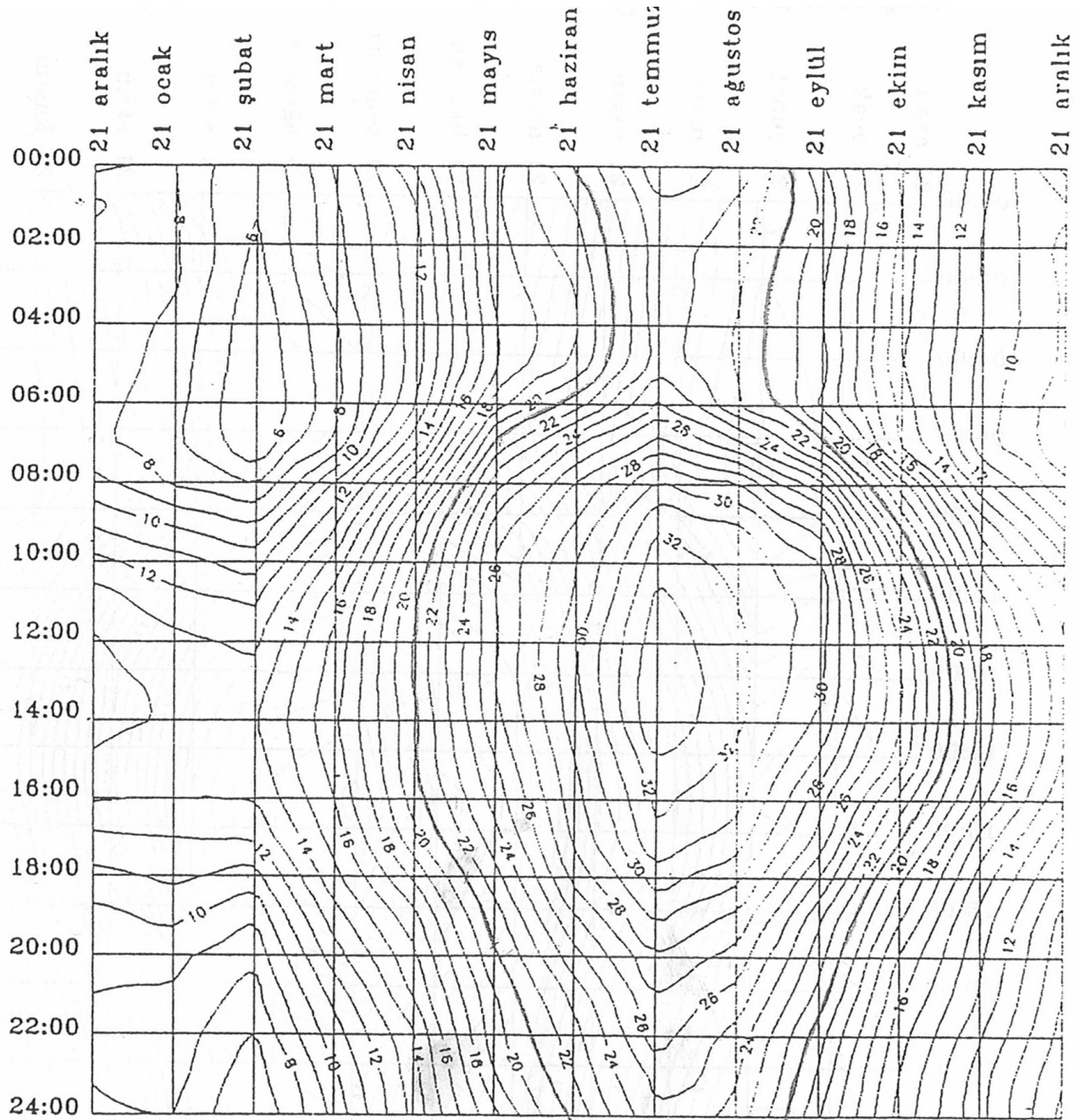
### 2.3 Sıcak İklim Bölgelerinde Soğutma Dönemlerinin Belirlenmesi

Kapsamı sınırlı olan bu çalışmada , Türkiye'deki iklim tiplerinden Akdeniz iklimine sahip sıcak-nemli ve karasal iklime sahip sıcak-kuru iklim bölgelerinin soğutma yükü açısından incelenmesi ve karşılaştırılması yapılacağından, öncelikle her iki bölgeden örnek olarak seçilen illerin soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemleri belirlenmiştir.

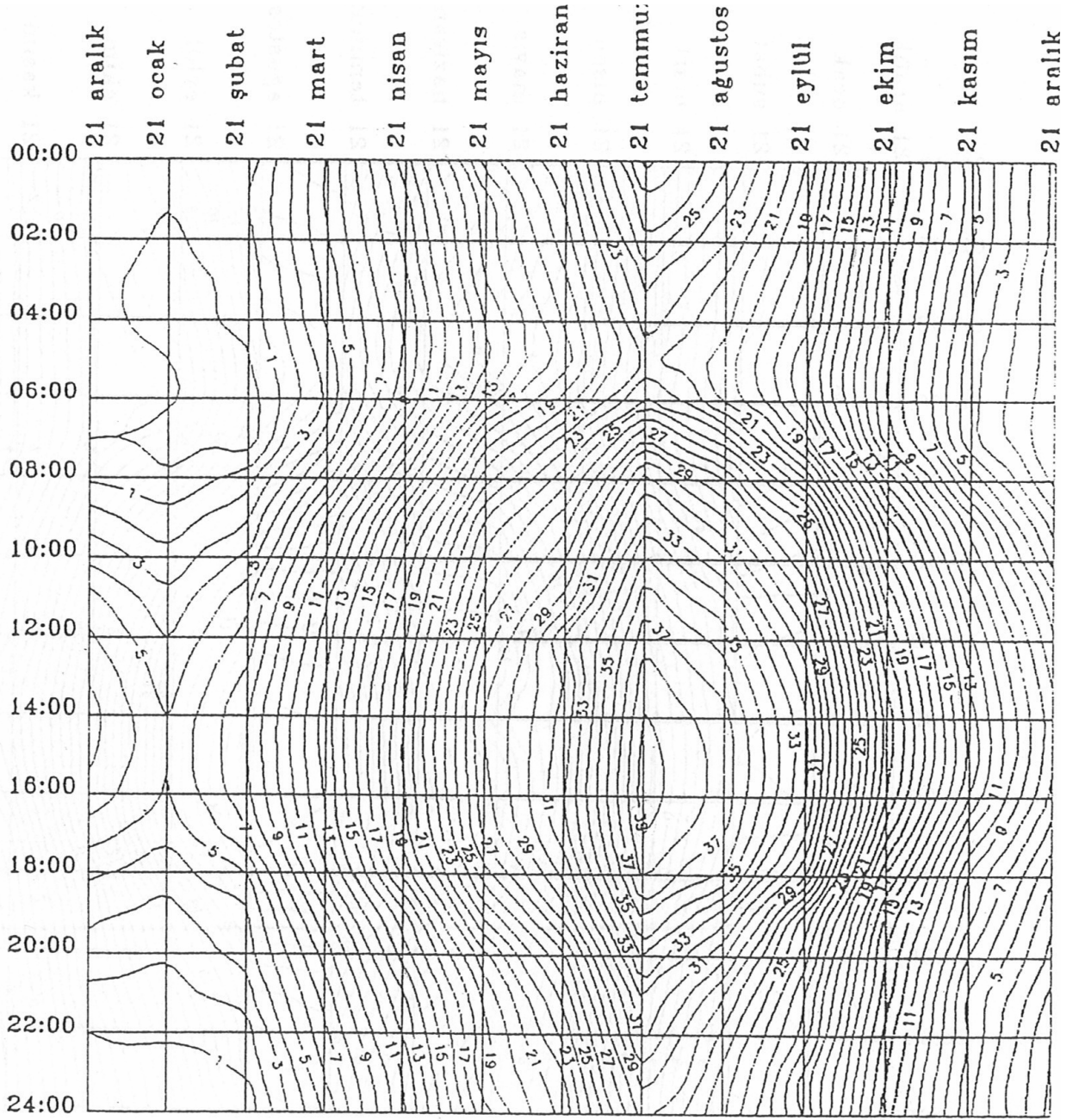
### 2.3.1 Antalya ve Diyarbakır Dış Hava Sıcaklığı Değerleri

Bu çalışmada; Antalya ve Diyarbakır için 10 yıllık meteorolojik verilerden saatlik dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak 21 Temmuz, soğutma yükü hesabı için sıcak dönemi temsil eden gün olarak seçilmiştir.

Gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenen ve T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan dış hava sıcaklığı, her ayın her gününe ve her saatine ait değerler, 1981-1990 yılları arasındaki ölçüm sonuçlarına dayanmaktadır. Antalya ve Diyarbakır'a ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de görülmektedir (Berköz vd., 1995).



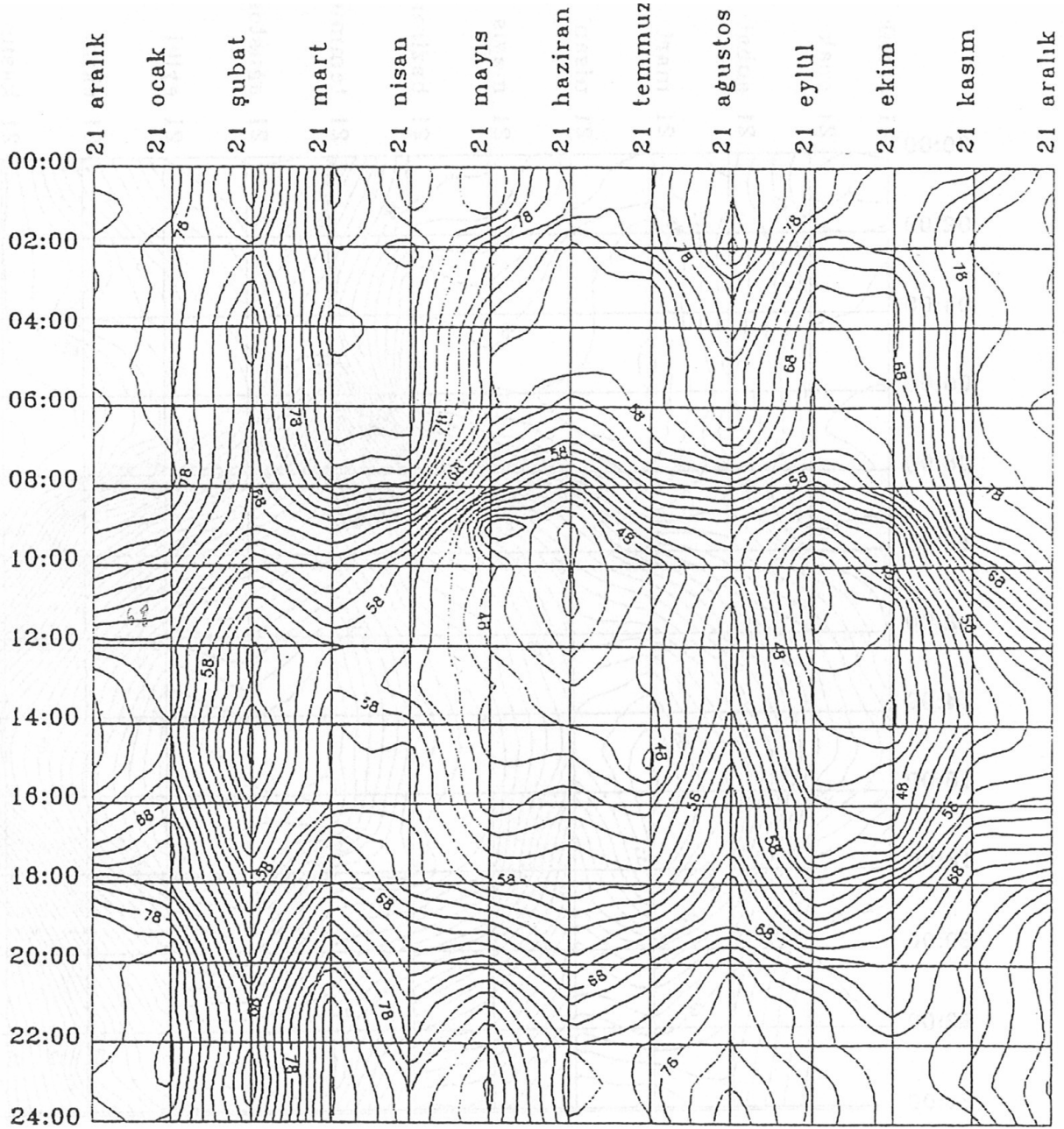
Şekil 2.1 Antalya yöresine ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri



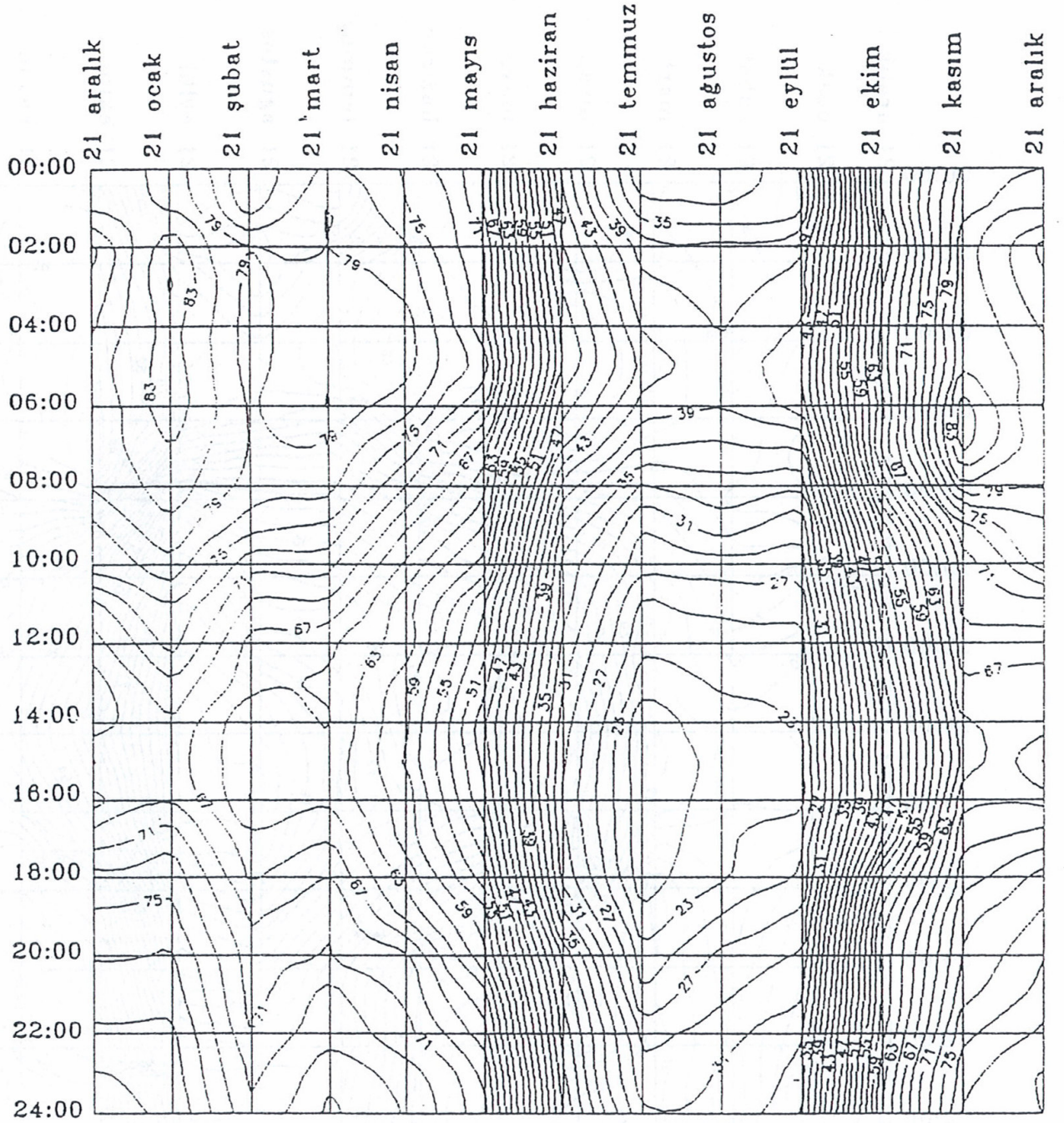
Şekil 2.2 Diyarbakir yöresine ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri

### 2.3.2 Antalya ve Diyarbakır Dış Hava Nemliliği Değerleri

Dış hava nemliliği değerleri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde yapılmış olan ölçüm sonuçlarından alınmıştır. 10 yıllık ortalama bağıl nemlilik değerlerinden yararlanılarak hazırlanmış olan grafikte her yöreye ve her ayın her gününe ve her saate ait dış hava nemliliği değerleri Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'de görülmektedir (Berköz vd., 1995).



Şekil 2.3. Antalya yöresine ait dış hava nemliliği değişim eğrileri



Şekil 2.4 Diyarbakır yöresine ait dış hava nemliliği değişim eğrileri

Antalya dış hava sıcaklığı (Şekil 2.1), Diyarbakır dış hava sıcaklığı (Şekil 2.2), Antalya dış hava nemliliği (Şekil 2.3) ve Diyarbakır dış hava nemliliği (Şekil 2.4) değerleri okunarak , 21 Temmuz gününe ait saatlik değerler Çizelge 2.5'te oluşturulmuştur.

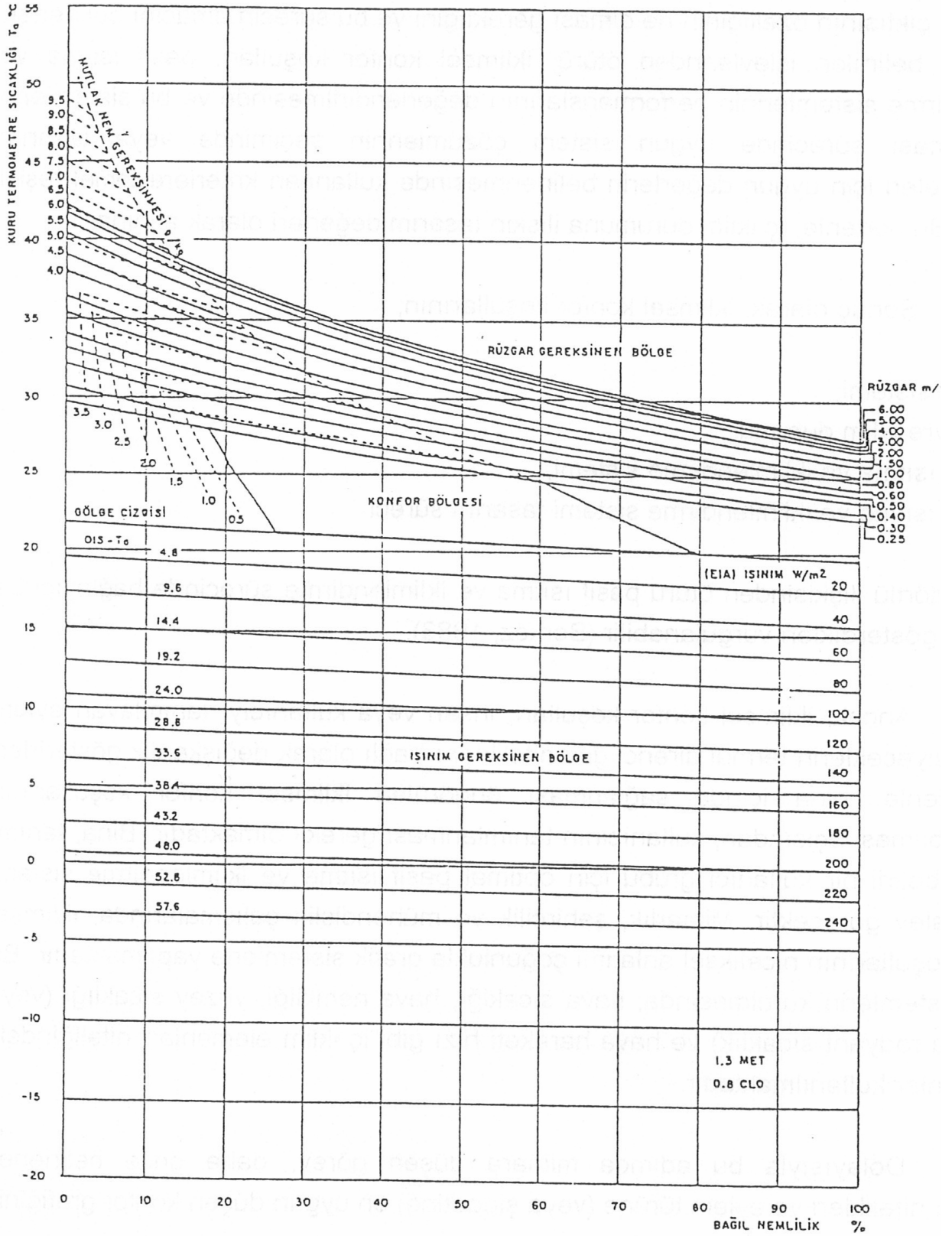
Çizelge 2.5 21 Temmuz günü Antalya – Diyarbakır saatlik dış hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri

Saatler	ANTALYA		DİYARBAKIR	
	Dış Hava Sıcaklığı °C	Dış Hava Nemliliği %	Dış Hava Sıcaklığı °C	Dış Hava Nemliliği %
01.00	24	76	26,5	34
02.00	24	75	25,5	38
03.00	24	70	24	40
04.00	24	69	23,5	41
05.00	24	69	23	42
06.00	25	69	24	40
07.00	27	67	28	37
08.00	30	60	31	33
09.00	31,5	54	33	30
10.00	32,5	46	35	28
11.00	33	48	36,5	25
12.00	33	49	37,5	24
13.00	33	49	38,5	22
14.00	33	47	39	21
15.00	33	46	39	21
16.00	32,5	52	39	21
17.00	31,5	54	39	21
18.00	30,5	58	38	21
19.00	29	64	36	22
20.00	27,5	70	34	24
21.00	27	73	32	26
22.00	26	76	31	29
23.00	25	77	29,5	30
24.00	24,5	76	28	32

### 2.3.3 Soğutma Dönemlerinin Belirlenmesi

Soğutmanın istendiği dönem daha önceki çalışmalarda, iklimsel konfor grafiği (Şekil 2.5) aracılığı ile belirlenmiştir. İklimsel konfor grafiğinde durgun hava koşulları için konfor bölgesi üst sınır değeri olan 0,25 m/sn hava hareketi hızı eğrisi ile iç mekanda izin verilebilen maksimum hava hareketini belirleyen 0,8 m/sn. iç hava hareketi hızı eğrisi arasında kalan dönem, iç konfor koşullarının doğal havalandırma yoluyla sağlandığı dönemdir. 0,8m/sn. üzerinde iç hava hareketi ihtiyacı istenen dönem ise havalandırmanın yetersiz kalıp, iç mekan konfor koşullarının sağlanması açısından yapma soğutma sistemlerinin kullanıldığı dönemlerdir. İklimsel konfor grafiğinde (Şekil 2.5) belirlen değerler, saatlik dış hava sıcaklığı ve nem değerleri tabloları üzerine işlendiğinde yapma ısıtma ve yapma iklimlendirmenin istendiği dönemler belirlenmektedir (Şekil 2.6 ve Şekil 2.7).

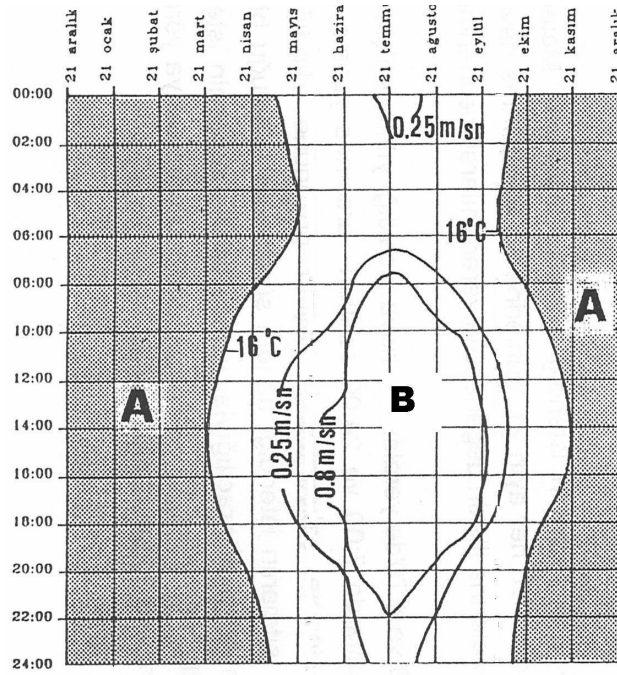
Dış hava sıcaklığı tablolarında görüldüğü gibi, konutlarda 7:00 ve 24:00 arasında yapma ısıtma veya iklimlendirme sistemlerinin çalıştırılacağı koşulu göz önüne alındığında, yapma ısıtma veya yapma iklimlendirmenin istendiği dönem sürelerinin uzunluğu birbirine yakın olmaktadır (Şekil 2.6, Şekil 2.7).



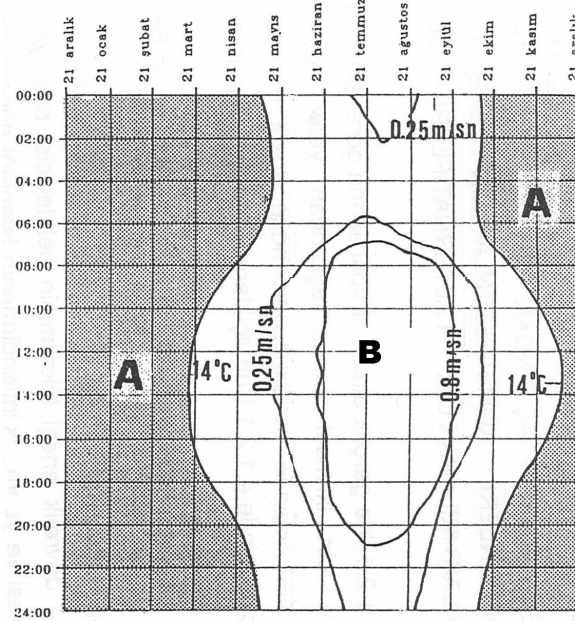
Şekil 2.5 İklimsel konfor grafiği (Zeren, 1980)






Şekil 2.6 ve Şekil 2.7 Antalya ve Diyarbakır'ın soğutma istenilen dönemlerini göstermektedir.



Şekil 2.6 Antalya'da soğutma istenilen dönem (Berköz vd., 1995)



Şekil 2.7 Diyarbakır'da soğutma istenilen dönem (Berköz vd., 1995)

-  Yapma ısıtmanın istendiği dönem
-  Yapma ısıtmanın istenmediği dönem
-  Yapma iklimlendirmenin (soğutmanın) istendiği dönem

Yapma ısıtmanın istendiği dönem ( A ) taralı alan ve istenmediği dönem (beyaz bölge) olarak Şekil 2.6 ve Şekil 2.7’de gösterilmiştir. Isıtma istenmeyen beyaz bölgede 0,25 m/sn hava hareketi hızı eğrisi ile iç mekanda izin verilebilen maksimum hava hareketini belirleyen 0,8 m/sn. iç hava hareketi hızı eğrisi arasında kalan dönem, iç konfor koşullarının doğal havalandırma yoluyla sağlandığı dönemdir. 0,8m/sn. üzerinde iç hava hareketi ihtiyacı istenen dönem ise ( B ) havalandırmanın yetersiz kalıp, iç mekan konfor koşullarının sağlanması açısından yapma soğutma sistemlerinin kullanıldığı soğutma dönemidir.

Yapma ısıtmanın istendiği dönem süresinin belirlenmesine temel olarak TS 2754 ‘de verilmiş olan dış hava sıcaklığı değerleri Antalya için 16 °C ve Diyarbakır için 14 °C esas alınmıştır.

Şekil 2.6’da ve Şekil 2.7’de de görüldüğü gibi, yapma ısıtmanın istenmediği dönem (sıcak dönem) soğuk dönemden daha uzun (Antalya için 8 ay, Diyarbakır için 8.5 ay) sürmektedir. Soğutmanın istendiği, mekanik sisteme ihtiyaç duyulan dönem ise Antalya ve Diyarbakır için 3.5 ay olarak görülmektedir. Soğutma istenen saatler toplamı açısından birbirlerine çok yakınlar. Bu nedenle her iki il için de baskın olan sıcak dönem şartları, soğutma yükü açısından önem taşımaktadır. Yapma iklimlendirme istenilen dönem süresi, yapma ısıtmanın istendiği dönem süresine oranı Antalya yöresi için 0.92, Diyarbakır yöresi için 0,68 olarak belirlenmiştir (Berköz vd., 1995). Antalya için yapma ısıtma ve yapma soğutma dönem süreleri neredeyse eşit olduğu görülmektedir. Fakat Diyarbakır’da bu dönem sürelerinden, ısıtmanın istendiği sürenin istenmediği döneme göre kısa olduğu orandan anlaşılmaktadır.

### 3. YAPILARDA SOĞUTMA YÜKÜ HESABI

#### 3.1 Soğutma Yükünün Tanımı ve Bileşenleri

Soğutma yükü, bir ortamı sabit 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 seviyede değişir (Anon, 1998).

Soğutma yükü hesaplarında;

- yapı bileşenlerinden,
- kapı ve pencerelerden,
- sızma ve havalandırmadan,
- insan ve cihazlardan ,

kaynaklanan ısı kazançlarının oluşturduğu açık ve net olarak belirlenen duyulur soğutma yükü hesaplanır (Anon, 1998). Isı kazancı yapının iletim, taşınım ve/veya ışınım yoluyla kazandığı ısı enerjisidir.

Ayrıca soğutma yükünün gizli ısı ile ilişkili bölümü hesaplanır. Gizli ısı kazancı ortama nem ilave edildiğinde yayılan nemden meydana gelir. Toplam soğutma yükü; toplam duyulur soğutma yükü ile gizli soğutma yükü toplanarak bulunur.

Ortamdaki soğutma yükünün hesaplanabilmesi için; mekanların yapı elemanlarının yapısı, kesit özellikleri ve iklim bilgilerinin bilinmesi gerekir. Bu amaçla:

- Yapıya ilişkin veriler, fiziksel özellik ve büyüklükler belirlenir.
- Binanın yerleşimi ve yönleri belirlenir.
- Hesaplama yapılacak ay ve gün tespit edilir
- 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 belirlenir.
- İç ortam konfor koşullarına ilişkin değerler belirlenir (Altıparmak, 1999).

### 3.2 Soğutma Yüğü Hesap Yöntemleri

Soğutma yüğü hesaplarında 1970'li yıllarda iki yöntem kullanılarak hesap yapılmaktaydı (Altıparmak, 1999).

- Bu yöntemlerden birincisi Toplam Eşitlik Sıcaklık Farkı (TETD-Total Equivalent Temperature Difference) yöntemidir. Bu yöntemde, çeşitli bileşen ısı kazançları, anlık toplam ısı kazancını oluşturmak üzere toplanmaktadır. Daha sonra, bu değer önceki saat periyotlarındaki değerlerle bağlantılı olan, Zaman Ortalaması (TA-Time Averaging) tekniğı (bileşenlerin ışınmam yükleri ortalaması tekniğı) kullanılarak anlık soğutma yüküne çevrilir.
- İkinci yöntem ise Transfer Fonksiyonu Yöntemidir (TFM-Transfer Function Method). TETD yöntemine benzer prensiplere sahip olmasına karşın bu yöntem, ısı kazancının soğutma yüküne dönüşmesinde ısı depolanması etkisini açıklamak için, şimdiki zamana kadar olan bir çok zamandaki soğutma yükü ve ısı kazancı değerlerine uygulamak üzere bir ağırlık faktörü serisi kullanılmaktadır. Isı dengesi kavramının en iyi uyarlaması olan bir soğutma hesabı yöntemidir (Altıparmak, 1999).

Bu iki yöntem arasındaki çelişkilerin ortadan kaldırılması için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemde, güneşli duvar, çatılar ve camlardan iletim yoluyla olan soğutma yükünün tek adımda hesaplanabilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı (CLTD-Cooling Load Temperature Difference) değerlerini bulabilmek için, yöntem bilimi ve transfer fonksiyonu yönteminin basit eşitlikleri kullanılmıştır. Bunun yanısıra camdan güneş etkisi ile iç ortam kaynaklarından kaynaklanan yüklerin hesaplanabilmesi için Pencere Soğutma Yüğü Faktörü (GLF-Glass Load Factor) değerleri geliştirilmiştir. Bu yöntemde ısısal depolamanın neden olduğu zaman gecikmesi etkisi de göz önünde bulundurulmaktadır (Altıparmak, 1999).

Kapsamı sınırlı tutulan bu çalışmada American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) tarafından yayınlanan Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı Yöntemi (CLTD-Cooling Load Temperature Difference) ve İngiltere'de Institute of Heating and Ventilating Engineers tarafından geliştirilen Admittance yöntemi'ne yer verilmiştir

### 3.2.1 Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı Yöntemi (CLTD-Cooling Load Temperature Difference)

Soğutma ve ısıtma yüğü hesapları, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) tarafından yayınlanan yöntemle yapılabilmektedir.

ASHRAE, TETD/TA ile TFM yöntemlerinin karşılaştırmasını desteklediğı bir araştırma yaptırmıştır. Bu çalışmanın bir parçası olarak pratikte kullanılan sistemlere TMF yöntemi uygulanarak elde edilen veriler, güneş gören duvarlardan, çatılardan ve pencerelerden iletimle olan ısı kazancından kaynaklanan soğutma yükünün doğrudan hesaplanmasını sağlayacak soğutma yüğü sıcaklık farkı (CLTD) verilerinin bulunmasında kullanılmıştır. CLTD yöntemi, tek adımlı hesapların el ile yapılabildiğı bir yöntem olup, geçiş fonksiyonu yöntemine (TMF) dayanmaktadır.

Güneş alan dış yüzeyler ışınlım yoluyla doğrudan güneşten ısı alırlar. Bu nedenle sıcak yaz koşullarında soğutma yüğü hesaplarında güneşin etkisi önemli bir faktördür. Enerjinin bir kısmı doğrudan yaşanan hacimlere gelir. Işık geçirmeyen opak duvar yüzeylerine gelen ısı enerjisinin bir kısmı duvar tarafından emilir ve daha sonra iletimle iç hacimlere geçer. Bir başka önemli etken de havalandırmadır. Yazın havalandırma büyük bir ısıl kazanç kaynağıdır. Dış hava hem duyulur hem de gizli ısı kazancına neden olur.

Soğutma yüğü hesaplanması için her odanın duvar, döşeme, kapı ve tavanlarından olan ısı kazancına bağılı duyulur soğutma yüğü, yaz koşulları için uygun soğutma yüğü sıcaklık farkı (CLTD 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 yüğü hesabı yapılabilmektedir. Ayrıca camlardaki güneş etkisi ve pencereden olan ısı kazancının benzer şekilde hesaplanması ve iç ısı kaynaklarından olan yükler için soğutma yüğü faktörleri de ASHRAE tarafından geliştirilmiştir. Bunun için pencere soğutma yüğü faktörü GLF değeri kullanılmaktadır. Pencerenin net cam alanı ve pencernin yönüne ve dış sıcaklığa bağılı olarak seçilen GLF faktörü ile birlikte saydam alanlardaki soğutma yüğü bulunur. CLTD ve GLF değerlerinin her ikisi de ısısal metod tarafından kullanılan çift adımlı yöntem yerine ısısal depolamanın sebep olduğu zaman gecikmesi etkisini de hesaplamalarda ele almaktadır. Bu çalışmada, ASHRAE tarafından tek ayrı evler için ortalama alma yöntemiyle oluşturulan CLTD tabloları kullanılmıştır. CLTD değerlerinde duvar kütlesi göz önüne alınmamıştır.

Soğutma yükünü hesaplamak için detaylı iklim verileri, iç ortam tasarım bilgileri ve hesaplaması yapılacak binanın özellikleri elde edilir ve tasarım gün ve saati seçilir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra, enerji ileten kaynakların ısı kazançları hesaplanır. Isı kazançları, seçilen ay ve saat için uygun CLTD ve GLF ler kullanılarak duyulur ve gizli soğutma yüküne dönüştürülür. İnsanlar, cihazlar ve sızmadan oluşan soğutma yükleri hesaplanır. Son olarak toplam soğutma yükü; gizli soğutma yükü ve duyulur soğutma yükü toplanarak bulunur (Anon, 1998). Soğutma yükü sıcaklık farkı değerleri yöntemiyle soğutma yükü hesabı için aşağıdaki adımlar izlenir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Soğutma yükü sıcaklık farkı (CLTD) yöntemi hesap basamakları

Yükün kaynağı	Denklem	Açıklamalar
Duvarlar- Döşemeler- Tavanlar- Çatı-Kapılar	$q=UA(CLTD)$ $q$ :Soğutma yükü, kW $U$ : Isı geçiş katsayısı, W/m <sup>2</sup> K $A$ :Yapı elemanlarının yüzey alanı, m <sup>2</sup> $CLTD$ :soğutma yükü sıcaklık farkı, °C	Tasarım dış sıcaklığına bağlı olarak CLTD değerleri Çizelge 4.2 den bulunur. Binanın yapı elemanlarının (U-W/m <sup>2</sup> K) ısı iletkenlik katsayısı ve ısı kaybedilen yüzey alanları (A-m <sup>2</sup> ) hesaplanır.
Pencereler	$q=(GLF)A$ $GLF$ :Cam yükü faktörü, W/m <sup>2</sup> $A$ :Pencere yüzey alanı, m <sup>2</sup>	Pencerenin yönüne, türüne ve dış tasarım sıcaklığına göre GLF değerleri Çizelge 4.5 den bulunur ve binanın pencere yüzeyi (A-m <sup>2</sup> ) hesaplanır.
Sızma	$q= 1,23.Q.\Delta t$ $Q=ACH(odanın hacmi)1000/3600$ $Q$ :Hacimsel hava debisi, L/s $ACH$ :bir saatteki hava değişimi, 1/h $\Delta t$ : dış-tiç:İç ve dış ortam arasında tasarım sıcaklık farkı,°C	Hava sızması için soğutma yükü (q) hesabında hacimsel hava debisinin (Q) bulunabilmesi için bir saatteki hava değişimleri (ACH) Çizelge 4.10'dan alınır. İç ve dış tasarım sıcaklık farkı ( $\Delta t$ ) değeri hesaplanır.Binanın hacmi bulunur.
İç Yükler	İnsanlardan Cihazlardan	Genellikle her insan için 67W alınır. Cihazlar ve aydınlatma için yaklaşık 470W alınır.
Duyulur soğutma yükü	q	Tüm yapı elemanları, sızma ve iç yüklerden kazanılan ısının toplanmasıyla duyulur soğutma yükü hesaplanır.
Gizli Yük	LF: Gizli ısı yükü çarpanı	Yük faktörleri, tasarım dış nem oranı ve sızdırmazlık sınıfına göre Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'den bulunur.
Toplam soğutma yükü	$q_{toplam}=(LF) q$	Gizli ısı yükü çarpanı ve duyulur soğutma yükü değerinin çarpımı toplam soğutma yükünü verir.

### 3.2.2 Admittance Yöntemi

Binaların ana fonksiyonlarından biri de, binayı kullanan insanları iklimin etkilerinden koruyarak uygun bir yaşam ortamı yaratılmasıdır. İç mekanın konfor ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde tasarlanabilmesi için , ilk aşama olarak iç mekan koşullarının binanın bir fonksiyonu olarak hesaplanması gereklidir. 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. Danter ve Loudon tarafından Building Research Station’da geliştirildikten sonra 1970 yılında Institute of Heating and Ventilating Engineers El Kitabı’nda yaz için ısısal tasar yöntemi olarak kabul edilmiştir.

Hesaplamalarda iki ayrı yöntem kullanılmaktadır.

1- Bunlardan biri sürekli durum (sabit rejim) için kullanılan ısı akışı denklemdir. Bu denklem sıcaklıkların zamana bağlı değişmediği durumlarda geçerlidir. İç mekan sıcaklıklarının değişken olarak kabul edildiği durumlarda bu yöntemin bazı sınırlamaları vardır.

2- Diğer bir yöntem olarak, kararsız durumda (periodik rejimde ısı hesapları) ısı akışlarını hesaplamak üzere genellikle birbirine yakın sonuç veren iki model geliştirilmiştir. Bunlardan:

a- Sonlu farklar (finite difference) tekniği ısı saklama etkisini hesaplarken yapıyı bileşenlerine bölüp sıcaklık, enerji dağılımlarını belirli zaman aralıklarında hesaplamaktadır. Kanada’da Stephenson ve Mitalas tarafından geliştirilip ASHRAE ‘nin kullandığı yanıt faktörü (Response Factor) bu esasa dayanır.

b- Harmonik çözüm yolu ikinci tip modeldir. Bu yaklaşımda, sıcaklık-enerji dağılımının belli bir zamanda kararlı veya denge durumuna ulaştığı varsayımından hareket edilir. Building Research Station’da geliştirilen Admittance Yöntemi bu tip çözüm yoludur.

Enerji ihtiyaçlarını saptamak için yapıdaki enerji akımını, binadaki enerji üretimini, havalandırma ve yapıdaki enerji depolamasını göz önünde bulundurmak gerekir. Yöntem ayrıca anlık ısı kazançlarını, değişken havalandırma hızlarını, soğutma yüklerini içerecek kadar gelişmiştir. Dış hava koşullarının binaya ısı etkilerini saptayan bu yöntem yapay havalandırmanın kullanılmadığı yapılarda güneş ışınımına bağlı olarak iç sıcaklıkların hesaplanmasında etkili olduğu gibi, ısıtma havalandırma projelerindeki ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanmasında da kullanılmaktadır.



Bu yöntemle tasarlanmış bir binada yazın meydana gelebilecek en yüksek iç mekan sıcaklıklarını saptama olanağı vardır. Bunun için, dış hava sıcaklıklarının, dikey ve eğimli bina yüzeylerindeki ışıınının, mekandaki insan sayılarının, elektrikli aletlerin ve aydınlatma gereçlerinin yarattığı ısı yüklerinin bilinmesi gerekir. Cam alanların, güneş kontrol elemanlarının ve bina yüzeylerinin yutma ve yansıtma özellikleri ile ilgili veriler kullanılarak güneşten gelen ısı kazançları hesaplanabilir (Çelik, 1975).

Admittance yönteminin kavramları aşağıda belirtilmiştir (Çelik, 1975).

### 1- Çevresel Sıcaklık

Herhangi bir andaki çevresel iç sıcaklık aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$t_{ei} = 1/3 t_{ai} + 2/3 t_{ri} \quad (3.1)$$

$t_{ei}$ : Çevresel iç sıcaklık

$t_{ai}$ : İç hava sıcaklığı

$t_{ri}$ : Ortalama iç yüzey sıcaklığı

Çevresel sıcaklık kavramının kullanılması ile, oda yüzeylerinde taşınım ve ışıınınla olan ısı transferi hesaba katılmaktadır. Çevresel sıcaklık ortalama ışıınımsal sıcaklık ve hava sıcaklığı arasında ağırlıklı ortalamadır. Çevresel sıcaklık değeri yaklaşık olarak eşdeğer sıcaklığa eşit olduğu için aynı zamanda ısısal konforu hava sıcaklığından daha iyi tanımlayan bir endekstir. Eş değeri sıcaklığı kavramı güneş gelen yüzeylerin hem dış hava sıcaklığı yüzünden iletimle giren, hem de güneş enerjisi ile fazladan kazanılan toplam ısıya eşdeğer ısı miktarıdır.

### 2- Havalandırmadan Doğan Isı Kayıpları

Havalandırma ısı iletim katsayısı hava sıcaklığına ilişkin olarak hesaplanır. Çevre sıcaklıkları için kullanılan havalandırma ısı iletim katsayısı, oda yüzeyi ve hava arasındaki enerji transferini hesaba kattığı için daha düşüktür.

Havalandırma ile ısı tranferi denklemi aşağıdaki denklemle gösterilebilir.

$$Q_v = C pV ( t_{ai} - t_{ao} ) \quad (3.2)$$

$C$ : Elemanın özgül ısısı ( $\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ )

$p$ : Hava birim hacim ağırlığı ( $\text{kg/m}^3$ )

$V$  : Havalandırma hızı ( $m^3/sn$ )

$t_{ai}$  : İç hava sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )

$t_{ao}$  : Dış hava sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )

$$C_p V = 1/3 N v \quad (3.3)$$

$N$  : Hava değişim sayısı / saat

$v$  : Oda hacmi ( $m^3$ )

Kabul yöntemi kullanılırken havalandırma kayıplarını çevresel sıcaklığa ilişik olarak hesaplamak gerekir.

$$Q_v = C_v (t_{ei} - t_{ao}) \quad (3.4)$$

$Q_v$  : Havalandırma ile olan ısı kaybı (W)

$t_{ei}$  : Çevresel iç sıcaklık ( $^{\circ}C$ )

$C_v$  : Havalandırma ısı iletim katsayısı (W/ $^{\circ}C$ )

$$C_v = \frac{\sum A h_a \times \sum C_p V}{\sum A h_a \times \sum C_p V} \quad (W/^{\circ}C) \quad (3.5)$$

$A$  : Odanın toplam yüzey alanı ( $m^2$ )

$h_a$  : Hava / çevresel ısı iletim katsayısı (W/ $m^2^{\circ}C$ )

$h_a$  için 4.8 W/ $m^2$  değeri alınmaktadır.

### 3- Ortalama İç Sıcaklıklarda Artış

Sürekli devresel koşullarda (sabit rejim) günlük ortalama kazançların, günlük ortalama kayıplara eşit olması gerekmektedir. Doğal havalandırmada iç sıcaklıklar dış sıcaklıkları geçtiği zaman iletim ve havalandırma ile ısı kayıpları olur.

$$Q_t^1 = (\sum AU + C_v) (t_{ei}^1 - t_{ao}^1) \quad (W) \quad (3.6)$$

$$t_{ei}^1 - t_{ao}^1 = Q_t^1 / (\sum AU + C_v) \quad (^{\circ}C) \quad (3.7)$$

$Q_t^1$  : Toplam ortalama ısı kazancı (W)

$t_{ei}^1$  : Ortalama çevresel iç sıcaklık ( $^{\circ}C$ )

$t_{ao}^1$  : Ortalama dış hava sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )

$\Sigma AU$  : Alan ağırlıklı ısı iletim katsayısı (W/C)

$C_v$  : Havalandırma ısı iletim katsayısı (W/C)

#### 4- Ortalama Isı Kazançlarının Saptanması

Bir binadaki başlıca enerji kaynakları güneş, kullanıcılar ve aydınlatma gereçleridir. Güneşten gelen ısı kazançları, enlem, gün, saat, mevsim, iklimsel koşullar, binanın malzemesi ve binanın yönüne göre farklılıklar gösterir.

Opak yüzeylerdeki ısı kazançları sol-air sıcaklık ( $t_{eo}$ ) dan hesaplanabilir.

$$t_{eo} = t_{ao} + I_s \alpha R_{so} - E I_l R_{so} \quad (3.8)$$

$t_{ao}$  hava sıcaklığındaki değişimleri, denklemin diğer simgeleri de ışımsal sıcaklık değişimlerini göstermektedir. Opak yüzeylerdeki ortalama güneşten (solar) ısı kazancı denklemi aşağıdaki eşitlikle gösterilmektedir.

$$Q_s^1 = \Sigma [AU R_{so} (\alpha I_s^1 - E I_l)] \quad (3.9)$$

$Q_s^1$  : Toplam ortalama ısı kazancı (W)

$AU$  : Her yüzey için alan, ısı geçirme katsayısı çarpımı (W/ $^{\circ}C$ )

$\alpha$  : Her yüzeyin yutuculuğu

$I_s^1$  : Her yüzeydeki ortalama solar yağınlik

$E I_l$  : Her yüzeyden uzun dalga radyasyon kaybı (W/ $m^2$ )

Saydam yüzeylerde ortalama ısı kazancı eşitliği:

$$Q_s^1 = \Sigma [A I_s^1 S] \quad (3.10)$$

$A$  : Saydam yüzey alanı ( $m^2$ )

$I_s^1$  : Her pencerede ortalama solar yağınlik (W/ $m^2$ )

$S$  : Solar kazanç faktörü

### 5- İç Mekan Sıcaklığının Zamana Bağlı Değişiminin (Salınım) Belirlenmesi

Enerji girdisinin ortalama etrafında salınımı iç mekan sıcaklığında bir değişim yaratmaktadır. Bu salınım değeri aşağıdaki eşitlikle gösterilebilir.

$$t_{ei} - t_{ei}^1 = \frac{Q - Q^1}{AY + C_v} \quad (3.11)$$

$$t_{ei}^- = t_{ei} - t_{ei}^1 \quad (3.12)$$

$$Q^- = Q - Q^1 \quad (3.13)$$

$t_{ei}$ : Belli bir zamandaki çevresel iç sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_{ei}^1$ : Çevresel iç sıcaklık ortalaması ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_{ei}^-$ : Belli bir zamandaki iç mekan sıcaklığı ile ortalama arasındaki fark, iç mekan sıcaklığı salınımı ( $^{\circ}\text{C}$ )

$Q$ : İç mekanın toplam ısı kazancı (W)

$Q^1$ : İç mekanın ortalama toplam ısı kazancı (W)

$Q^-$ : İç mekanın toplam ısı kazancı ile ısı kazancı ortalaması arasındaki fark, ısı kazancı salınımı (W)

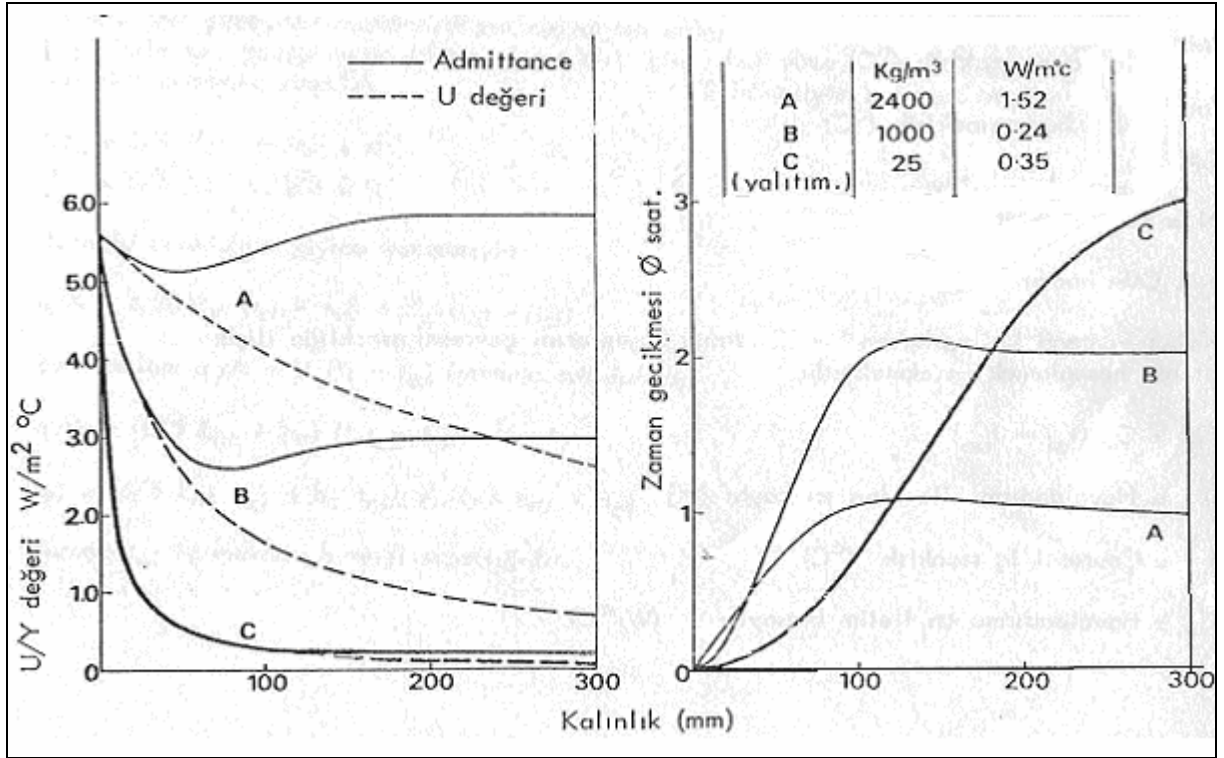
$$Q^- = (\sum AY + C_v) t_{ei}^- \quad (3.14)$$

$\sum AY$ : Odanın iç yüzeylerinin alan ağırlıklı admittance değeri

### 6- Admittance Değeri

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 ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ ). 75 mm.den daha ince tabakalar için admittance değeri U değerine yaklaşır. 200 mm.den kalın tabakalarda ise admittance değeri sabit hale gelir. Yoğunluk arttıkça admittance değeri de artar. Belli bir sıcaklık salınımı için yoğun malzeme daha fazla enerji yutar. Çeşitli malzemelerden meydana gelen tabakalarda yüzeydeki tabaka admittance değerini etkiler (Çizelge 3.2). Beton, tuğla, taş gibi ağır malzemelerin iç yüzeylerinin devresel enerji kazancını depolama kapasiteleri fazladır. Bu durum admittance değerinin yüksek ve sıcaklık salınımının yüksek olmasını doğurur. Ufak bir sıcaklık salınımı vermesi için çok enerji yutması gerekmektedir. Marley,

halı, asma çatı ve bölmelerin ısısal kapasitesi ve buna bağlı olarak admittance değeri düşüktür. Böyle binalar daha yüksek sıcaklık değişimi yaratırlar (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 24 saatlik salınımlar için kalınlık ve birim hacim ağırlığına bağlı admittance ve zaman gecikmesi değerleri (Çelik, 1975)

Çizelge 3.2 Admittance değerleri (Çelik, 1975)

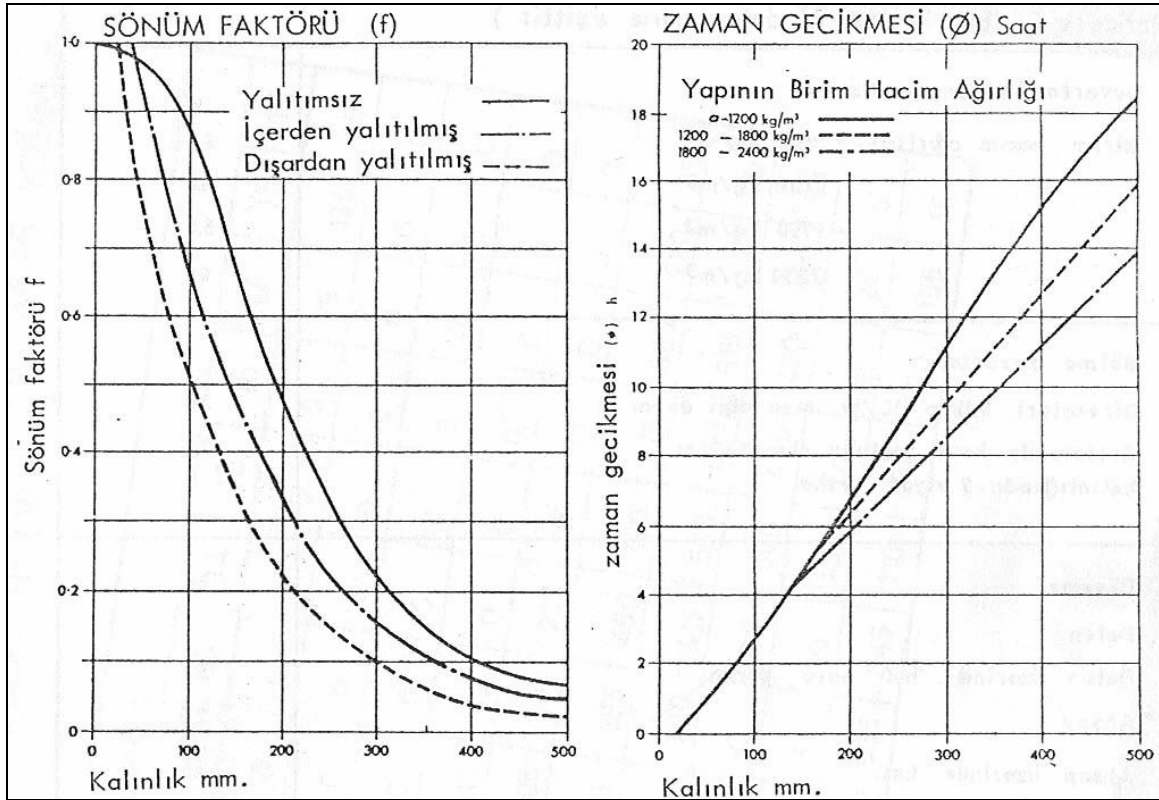
Yapı bileşeni	Admittance Y (W/m <sup>2</sup> °C)
Pencere (Çizelge 3.3'deki U değerine eşittir)	
Duvarlar (0.075 m.den kalın) Birim hacim ağırlığı:	
850 kg/m <sup>3</sup>	3.0
1100 kg/m <sup>3</sup>	4.0
1750 kg/m <sup>3</sup>	5.0
2250 kg/m <sup>3</sup>	6.0
Bölme duvarlar:	
Dirençleri 0.10 m <sup>0</sup> C/W olan ağır duvar	3.0
Arasında hava boşluğu olan 0.013m. kalınlığında 2 elyaf levha	2.0
Döşeme:	
Beton	6.0
Beton üzeri halı veya parke	3.0
Ahşap	2.0
Ahşap üzeri halı	1.5
Tavan:	
Üzeri sıvalı beton	6.0
Asma tavan	3.0
Ahşap	2.0

Çizelge 3.3 Pencerelemin ısı geçirme katsayısı (Çelik, 1975).

Pencere tipi	Isı geçirme katsayısı U değeri (W/m <sup>2</sup> °C)
Tek camlı	5.6
Tek camlı ve içeride güneş kontrollü	5.4
Tek camlı ve dışarıda güneş kontrollü	4.8
Çift camlı	3.2
Çift camlı ve içeride güneş kontrollü	3.2
Çift camlı ve ortada güneş kontrollü	2.7
Çift camlı ve dışarıda güneş kontrollü	2.9

## 6- Enerji Kazançlarının Değişimi

a- Opak yüzeyler: Duvar ve çatıların kalınlıkları ve kütlelerindeki artış, ısı kazançlarında azalma ve zaman gecikmesine neden olur. Azalan ısı kazancı, duvarların kalınlığı ve yalıtım durumu ile ilişkili sönüm faktörü ile gösterilir. Zaman gecikmesi duvarın kalınlığına ve kalınlık 150 mm.nin üstünde olduğu zamanlarda duvarın yoğunluğuna bağlı olarak saptanır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Zaman gecikmesi ve sönüm faktörü (Çelik, 1975)

Herhangi bir Q zamanda solar enerji kazancındaki değişim aşağıdaki denklem ile bulunur.

$$Q_{s(\theta)}^- = \sum [AU R_{so} f \alpha (I_s(\theta - \phi) - I_s^1)] \quad (W) \quad (3.15)$$

$\phi$  : Zaman gecikmesi (saat)

$\theta$ : Solar enerji kazancının bulunacağı saat

f : Sönüm faktörü

$$Q_{s}^- = \sum [AU R_{so} f \alpha I_s(\theta - \phi)] \quad (3.16)$$

Herhangi bir Q zamanda iletim (kondüksiyon) kazancındaki salınım aşağıdaki denklem ile

bulunur.

$$Q_{c(\theta)}^- = \Sigma [AU f(t_{ao(\theta)} - t_{ao}^1)] \quad (W) \quad (3.17)$$

b- Saydam yüzeyler

$\theta$  zamanında solar kazanç salınımı için:

$$Q_{s(\theta)}^- = \Sigma [A(I_{s(\theta)} - I_s^1) S_a] \quad (3.18)$$

$S_a$  : Değişken solar kazanç faktörü

$\theta$  zamanında iletim kazancı salınımı için:

$$Q_{c(\theta)}^- = \Sigma [AU f(t_{ao(\theta)} - t_{ao}^1)] \quad (3.19)$$

c- Havalandırma kazancı

$\theta$  zamanında havalandırma kazancı salınımı için:

$$Q_{v(\theta)}^- = C_v (t_{ao(\theta)} - t_{ao}^1) \quad (3.20)$$

d- Anlık ısı kazançları

$\theta$  zamanında kullanım, aydınlatmadan doğan salınımlar binanın kullanılış şeklinin bir fonksiyonudur.

e- Soğutma yükündeki toplam salınım

$$Q_{t(\theta)}^- = Q_{s(\theta)}^- \text{ opak yüzey} + Q_{c(\theta)}^- \text{ opak yüzey} + \quad (3.21)$$

$$Q_{s(\theta)}^- \text{ saydam yüzey} + Q_{c(\theta)}^- \text{ saydam yüzey} +$$

$$Q_{v(\theta)}^- + Q_{cg(\theta)}^-$$

$\theta$  zamanda çevresel iç sıcaklık ( $t_{ei}$ ) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$t_{ei(\theta)} = t_{ao}^1 + (t_{ei}^1 - t_{ao}^1) + t_{ei(\theta)}^- \quad (3.22)$$

$\theta$  : Hesabın yapılacağı saat,

$t_{ao}^1$ : Günlük ortalama dış hava sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )

$t_{ei}^1$ : Ortalama çevresel iç sıcaklık ( $^{\circ}C$ )

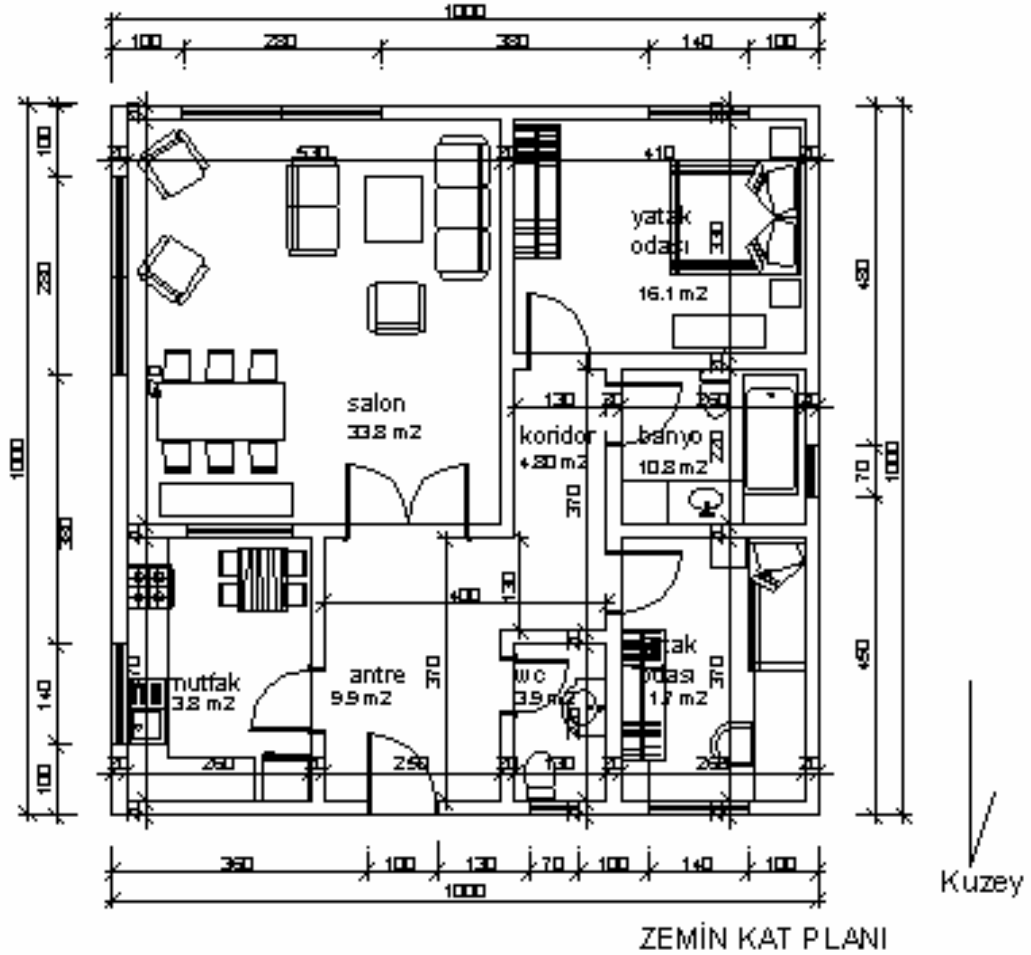
$t_{ei(\theta)}^-$ : Hacim sıcaklığı salınımı ( $^{\circ}C$ )



#### 4. ÖRNEK BİR YAPININ SOĞUTMA YÜKÜ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

##### 4.1 Yapıya İlişkin Verilerin, Fiziksel Özellik ve Büyüklüklerin Belirlenmesi

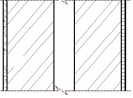
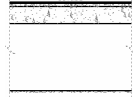
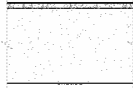
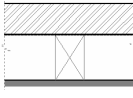
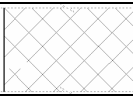
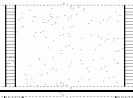

- Taban alanı:100 m<sup>2</sup>
- Kat yüksekliği:2.70 m.
- Kat adedi:Zemin kat+Çatı arası
- Çatı türü ve eğimi:%33 eğimli çatı
- Hacim:280 m<sup>3</sup>
- İç ortam koşulları:24<sup>0</sup>C kurutermometre sıcaklığı ve %50 bağıl nem
- Yerleşim:3 kişi



Şekil 4.1 Örnek yapı

Ayrı tek ev olarak seçilen örnek yapının (Şekil 4.1), pencere, kapı, tavan , döşeme ve duvarlarının yapısı aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 4.1). Yapıda kullanılan malzemeler Ecotect programının kendi malzeme kütüphanesinden seçilerek oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1 Örnek binaya ilişkin fiziksel özellikler

Yapı elemanı	Strüktür	Kesit	Isı İletkenlik Katsayısı U , W/m <sup>2</sup> K	Admittance Değeri Y , W/m <sup>2</sup> K	Zaman Gecikmesi (Φ) , saat
Duvar	Dış sıva Boşluklu çift tuğla duvar 110+50+110 İç sıva		1.74	4.59	7.8
Tavan	Seramik zemin 12 mm Yapıştırıcı 25 mm Beton plaka 150 mm Hava boşluğu 600 mm Asma tavan 12 mm		2.56	4.2	4
Zemin	Toprak-blokaj 1500mm Beton plaka 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 40mm		2.31	3.54	0.4
İç Kapı	3 mm.konrplak arası polistren köpük 3+50+3		3.31	0.87	0.4
Pencere	Çift cam, ahşap doğrama 6+30+6		2.9	2.9	-

Seçilen malzemelerin ısı iletkenlik katsayısı (U) değerleri, admittance (Y) değerleri ve zaman gecikmesi (Φ) değerleri Ecotect bilgisayar programı ortamında yapı elemanları özelliğine göre tanımlanmıştır.

#### 4.2 Örnek Bir Yapının Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı Yöntemiyle (CLTD-Cooling Load Temperature Difference) Soğutma Yükü Hesabı

Bu bölümde, soğutma yüklerinin hesaplanmasında, konutlar için ASHRAE tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Hesaplar, örnek bir yapı için sıcak-nemli iklim bölgesi

Antalya ve sıcak-kuru iklim bölgesi Diyarbakır için yapılmıştır.

Hesaplamalarda, yapı bileşenlerinden oluşan ısı kazancına bağlı soğutma yükü dolu alanlar ve saydam alanlar olmak üzere iki aşamada ele alınmıştır. Daha sonra hava sızdırması ve iç ısı kazançlarından oluşan soğutma yükleri hesapları yapılmıştır. Tüm hesaplamalar sonucunda örnek yapının her bir birimi için duyulur soğutma yükleri elde edilmiştir. Ayrıca soğutma yükünün gizli ısı ile ilişkili bölümü hesaplanmış ve toplam soğutma yükü; toplam duyulur soğutma yükü ile gizli soğutma yükü toplanarak bulunmuştur. Aşağıdaki adımlarda, toplam soğutma yükünün hesaplanmasındaki tüm aşamalar ayrıntılarıyla gösterilmiştir.

#### **4.2.1 Yapı Bileşenlerinden Oluşan Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükü Hesapları**

Sıcak yaz koşullarında güneş alan çatı, duvar, cam yüzeyler ve kapılardan ısı geçişi olur. Isınan yüzeyden dış ortama ışıyım yoluyla ısı yayılırken, iletim yoluyla yapı elemanlarından iç ortama ısı geçişi olur. Bu nedenle ısı kazancı hesabında kullanılmak üzere yapı elemanlarının tiplerine bağlı olarak çatı ve duvarlar için sıcaklık farkı değerleri grafikleri oluşturulmuştur.

- Soğutma yükünün (q ) büyüklüğünü belirlemek amacıyla örnek yapı tek zon olarak kabul edilebilir. Ancak bu çalışmada her odanın iklimlendirilmiş hava gereksinimine olan ihtiyacını belirlemek amacıyla her mekan ayrı ayrı hesaplanmıştır.
- Soğutma yükleri hesabında 21 Temmuz günü 8.00-20.00 saatleri arasında Antalya dış hava sıcaklığı (Şekil 2.1) değerlerinin ve Diyarbakır dış hava sıcaklığı (Şekil 2.2) değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ;

**Antalya dış hava sıcaklığı 32°C**

**Diyarbakır dış hava sıcaklığı 38 °C** olarak hesaba katılmıştır.

Bu çalışma için hesaplamalarda esas alınacak bağıl nem değeri, 21 Temmuz günü 8.00-20.00 saatleri arasında Antalya dış hava nemliliği değerlerinin (Şekil 2.3) ve Diyarbakır dış hava nemliliği değerlerinin (Şekil 2.4) aritmetik ortalaması alınarak;

**Antalya için dış hava nemliliği %56**

**Diyarbakır için dış hava nemliliği % 26** olarak bulunmuştur.

##### **4.2.1.1 Dolu alanlar**

Tüm yapının dış duvarlarından, döşeme , tavan, kapı ve çatıdan olan ısı kazancına bağlı olarak soğutma yükü, ( yönlerine ve dış tasarım sıcaklığına bağlı olarak ) sıcaklık farkı CLTD

değeri (Çizelge 4.2), tüm yapı elemanlarının toplam ısı iletkenlik katsayısı ( U ) (Çizelge 4.1) ve yapı elemanlarının ısı kaybedilen yüzey alanları (A) kullanılarak hesaplanır.

$$q=UA(CLTD) \quad (4.1)$$

q:Soğutma yükü, kW

U:Yapı elemanlarının ısı geçiş katsayısı ,W/m<sup>2</sup>K

A:Yapı elemanlarının yüzey alanı, m<sup>2</sup>

CLTD:Soğutma yükü sıcaklık farkı, °C

Çizelge 4.2 Ayrı tek evler için ortalama alma yöntemiyle bulunan CLTD (cooling load temperature difference-soğutma yükü sıcaklık farkı) değerleri (Anon, 1998)

Günlük Sıcaklık Aralığı, °C	Hesap Sıcaklığı, °C											
	29		32			35			38		41	42
	L	M	L	M	H	L	M	H	M	H	M	H
Tüm duvarlar ve kapılar												
Kuzey	4	2	7	<b>4</b>	2	10	7	4	10	<b>7</b>	10	13
Kuzeydoğu ve Kuzeybatı	8	5	11	<b>8</b>	5	13	11	8	13	<b>11</b>	13	16
Doğu ve Batı	10	7	13	<b>10</b>	7	16	13	10	16	<b>13</b>	16	18
Güneydoğu ve Güneybatı	9	6	12	<b>9</b>	6	14	12	9	14	<b>12</b>	14	17
Güney	6	3	9	<b>6</b>	3	12	9	6	12	<b>9</b>	12	14
Çatılar ve Tavanlar												
Tavanarası veya çatı katı	23	21	26	<b>23</b>	21	28	26	23	28	<b>26</b>	28	31
Döşeme ve Tavanlar												
İklimlendirilmiş bölge altında	5	2	7	<b>5</b>	2	8	7	5	8	<b>7</b>	8	11
Bölmeler												
İç veya gölgelenmiş	5	2	7	<b>5</b>	2	8	7	5	8	<b>7</b>	8	11

Günlük değişim (tasarım için seçilen günde dış hava sıcaklığının değişimi ) eş değer sıcaklık farkını önemli ölçüde etkiler. Çizelge 4.2'de günlük sıcaklık aralıkları H, M ve L olarak sınıflandırılmıştır.

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.

Dış hava sıcaklık farkı:

21 Temmuz günü:

Antalya'da en yüksek sıcaklık  $33^{\circ}\text{C}$  ve en düşük sıcaklık  $22^{\circ}\text{C}$  olduğu için dış hava sıcaklık farkı  $11^{\circ}\text{C}$  dir. ( $33^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C} = 11^{\circ}\text{C}$ ) Sıcaklık değişimi değeri olarak M (orta)

Diyarbakır'da en yüksek sıcaklık  $39^{\circ}\text{C}$  ve en düşük sıcaklık  $23^{\circ}\text{C}$  olduğu için dış hava sıcaklık farkı  $16^{\circ}\text{C}$  dir. ( $33^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C} = 11^{\circ}\text{C}$ ) Sıcaklık değişimi değeri olarak H (yüksek) değerleri seçilmiştir.

Antalya ve Diyarbakır yapı elemanları dolu alanlardan oluşan soğutma yükleri aşağıda hesaplanmıştır (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3 Antalya, yapı elemanlarından (dolu alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları

Yükün Kaynağı	Alan A (m <sup>2</sup> )	Isı Geçiş Katsayısı U (W/m <sup>2</sup> k)	Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı CLTD (°C)	Duyulur Soğutma Yükü q:U.A.CLTD (W)
<b>SALON</b>				
Güney Duvarı	8.66	1.74	6	90.41
Doğu Duvarı	9.77	1.74	10	170
Tavan	33.8	2.56	23	1990
Zemin	33.8	0.88	5	148.7
				2399
<b>MUTFAK</b>				
Doğu Duvarı	8.6	1.74	10	149.64
Kuzey Duvarı	7.93	1.74	4	55.19
Tavan	13.8	2.56	23	812.5
Zemin	13.8	0.88	5	60.7
				1078
<b>ANTRE</b>				
Kuzey Duvarı	4.3	1.74	4	29.93
Kuzey Dış kapı	2.2	2.26	4	19.89
Tavan	9.9	2.56	23	582.9
Zemin	9.9	0.88	5	43.56
				676.28
<b>WC</b>				
Kuzey Duvarı	3.71	1.74	4	25.82
Tavan	3.9	2.56	23	229.63
Zemin	3.9	0.88	5	6.86
				262.31
<b>ÇOCUK YATAK ODASI</b>				
Kuzey Duvarı	5.84	1.74	4	40.65
Batı Duvarı	10.27	1.74	10	178.70
Tavan	11.7	2.56	23	688.9
Zemin	11.7	0.88	5	51.48
				959.73
<b>BANYO</b>				
Batı Duvarı	5.75	1.74	10	100.05
Tavan	10.8	2.56	23	635.9
Zemin	10.8	0.88	5	47.52
				783.47
<b>EBEVEYN YATAK ODASI</b>				
Batı Duvarı	9.63	1.74	10	167.56
Güney Duvarı	9.22	1.74	6	96.25
Tavan	16.1	2.56	23	947.97
Zemin	16.1	0.88	5	70.84
				1282.62
ÇATI ARASI	100	1.82	23	4186
<b>TOPLAM DUYULUR SOĞUTMA YÜKÜ</b>				11627.41

Çizelge 4.4 Diyarbakır, yapı elemanlarından (dolü alanlar) oluşan soğutma y¼k¼ hesapları

Y¼k¼n Kaynağı	Alan A (m <sup>2</sup> )	Isı Geçiş Katsayısı U (W/m <sup>2</sup> k)	Soğutma Y¼k¼ Sıcaklık Farkı CLTD (°C)	Duyulur Soğutma Y¼k¼ q:U.A.Cltd (W)
<b>SALON</b>				
G¼ney Duvarı	8.66	1.74	9	135.6
Doğu Duvarı	9.77	1.74	13	221.0
Tavan	33.8	2.56	26	2250
Zemin	33.8	0.88	7	208.21
				2814.81
<b>MUTFAK</b>				
Doğu Duvarı	8.6	1.74	13	194.53
Kuzey Duvarı	7.93	1.74	7	96.59
Tavan	13.8	2.56	26	918.52
Zemin	13.8	0.88	7	85
				1294.64
<b>ANTRE</b>				
Kuzey Duvarı	4.3	1.74	7	52.37
Kuzey Dış Kapı	2.2	2.26	7	34.80
Tavan	9.9	2.56	26	658.94
Zemin	9.9	0.88	7	60.94
				807.05
<b>WC</b>				
Kuzey Duvarı	3.71	1.74	7	45.18
Tavan	3.9	2.56	26	259.58
Zemin	3.9	0.88	7	24.02
				328.78
<b>ÇOCUK YATAK ODASI</b>				
Kuzey Duvarı	5.84	1.74	7	71.13
Batı Duvarı	10.27	1.74	13	232.31
Tavan	11.7	2.56	26	778.75
Zemin	11.7	0.88	7	72.07
				1154.26
<b>BANYO</b>				
Batı Duvarı	5.75	1.74	13	130.06
Tavan	10.8	2.56	26	718.85
Zemin	10.8	0.88	7	66.53
				915.44
<b>EBEVEYN YATAK ODASI</b>				
Batı Duvarı	9.63	1.74	13	217.83
G¼ney Duvarı	9.22	1.74	9	144.38
Tavan	16.1	2.56	26	1071.61
Zemin	16.1	0.88	7	99.17
				1533
ÇATI ARASI	100	1.82	26	4732
<b>TOPLAM DUYULUR SOĞUTMA Y¼K¼</b>				<b>13580</b>

#### 4.2.1.2 Saydam alanlar

Pencere yük faktörleri, pencerenin yönüne ,türüne ve dış tasarım sıcaklığına göre GLF değerleri (Çizelge 4.5) ve pencere yüzeyi ( $A\text{-m}^2$ ) bulunarak hesaplanır.

$$q = (\text{GLF}) A \quad (4.2)$$

q:Soğutma yükü, W

GLF:Cam yükü faktörü, W/m<sup>2</sup>

A:Pencere yüzey alanı, m<sup>2</sup>

Çizelge 4.5 Ayrı tek evler için GLF (glass load factor-pencere camı yük faktörü) değerleri (Anon,1998)

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

Örnek yapıda cam yüzeyler normal çift cam olarak düşünülmüştür. Pencere soğutma yükü (GLF) faktörlerinde Antalya için 32<sup>0</sup>C ve Diyarbakır için 38<sup>0</sup>C dış hesap sıcaklığında normal çift cam değerleri alınmıştır.

Antalya ve Diyarbakır yapı elemanları saydam alanlardan oluşan soğutma yükleri aşağıda hesaplanmıştır (Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7).



Çizelge 4.6 Antalya yapı elemanlarından (saydam alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları

Yükün Kaynağı	Alan A m <sup>2</sup>	Isı Geçiş Katsayısı U W/m <sup>2</sup> k	Pencere Camı SoğutmaYükü Faktörü GLF	Duyulur Soğutma Yükü q:GLF.A W
<b>SALON</b>				
Güney Pencere	6.16	2.9	148	911.68
Doğu Pencere	6.16	2.9	246	1515.36
				2427.04
<b>MUTFAK</b>				
Doğu Pencere	1.54	2.9	246	378.84
<b>WC</b>				
Kuzey Pencere	0.49	2.9	95	46.55
<b>ÇOCUK YATAK ODASI</b>				
Kuzey Pencere	1.96	2.9	95	186.2
<b>BANYO</b>				
Batı Pencere	0.49	2.9	246	120.54
<b>EBEVEYN YATAK ODASI</b>				
Güney Pencere	1.96	2.9	148	290.08
<b>TOPLAM DUYULUR SOĞUTMA YÜKÜ</b>				<b>3449.25</b>

Çizelge 4.7 Diyarbakır yapı elemanlarından (saydam alanlar) oluşan soğutma yükü hesapları

Yükün Kaynağı	Alan A m <sup>2</sup>	Isı Geçiş Katsayısı U W/m <sup>2</sup> k	Pencere Camı SoğutmaYükü Faktörü GLF	Duyulur Soğutma Yükü q:GLF.A W
<b>SALON</b>				
Güney Pencere	6.16	2.9	167	1028.7
Doğu Pencere	6.16	2.9	265	1632.4
				2661.1
<b>MUTFAK</b>				
Doğu Pencere	1.54	2.9	265	408.1
<b>WC</b>				
Kuzey Pencere	0.49	2.9	117	57.33
<b>ÇOCUK YATAK ODASI</b>				
Kuzey Pencere	1.96	2.9	117	229.32
<b>BANYO</b>				
Batı Pencere	0.49	2.9	265	129.85
<b>EBEVEYN YATAK ODASI</b>				
Güney Pencere	1.96	2.9	167	327.32
<b>TOPLAM DUYULUR SOĞUTMA YÜKÜ</b>				<b>3813.02</b>

Antalya ve Diyarbakır illeri için hesaplanan örnek yapının her mekanının yapı elemanlarından oluşan soğutma yükleri ve toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükleri Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.8 Antalya, toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükleri, kW

<b>Yükün Kaynağı</b>	<b>Yapı elemanlarından oluşan soğutma yükü Dolu Alanlar (kW)</b>	<b>Yapı elemanlarından oluşan soğutma yükü Saydam Alanlar (kW)</b>	<b>Toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükü ( kW)</b>
SALON	2.4	2.42	4.82
MUTFAK	1.07	0.38	1.45
ANTRE	0.68	-	0.68
WC	0.26	0.047	0.31
ÇOCUK YAT. OD.	0.96	0.19	1.15
BANYO	0.78	0.12	0.9
EBEVEYN Y. OD.	1.28	0.29	1.57
ÇATI ARASI	4.19	-	4.19
<b>TOPLAM</b>	<b>11.62</b>	<b>3.45</b>	<b>15.07</b>

Çizelge 4.9 Diyarbakır, toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükleri, kW

<b>Yükün Kaynağı</b>	<b>Yapı elemanlarından oluşan soğutma yükü Dolu Alanlar (kW)</b>	<b>Yapı elemanlarından oluşan soğutma yükü Saydam Alanlar (kW)</b>	<b>Toplam yapı elemanlarından oluşan soğutma yükü (kW)</b>
SALON	2.81	2.66	5.47
MUTFAK	1.29	0.41	1.7
ANTRE	0.8	-	0.8
WC	0.33	0.057	0.39
ÇOCUK YAT. OD.	1.15	0.23	1.38
BANYO	0.92	0.13	1.05
EBEVEYN Y. OD.	1.53	0.33	1.86
ÇATI ARASI	4.73	-	4.73
<b>TOPLAM</b>	<b>13.58</b>	<b>3.81</b>	<b>17.39</b>

#### 4.2.2 Hava Sızdırması ve İç Isı Kazançlarından Oluşan Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

A-Hava sızması için :

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.

Konutlarda doğal hava sızmaları, kışa oranla yaz aylarında daha azdır. Bunun nedeni rüzgar hızının bir çok yerde düşük olmasıdır (Anon, 1998). Çizelge 4.10'da verilen değerler tek evlerde yapılan ölçümlere dayanmaktadır. Saatlik hava değişimi değerleri (ACH) Çizelge 4.10 da verilmiştir.

Yapılar sıkı, orta, ve gevşek olmak üzere sınıflandırılmıştır.

ACH değerindeki hava sızması için soğutma yükü hesapları:

$$q=1,23Q(t_{dış}-t_{iç}) \quad (4.3)$$

$$Q:ACH(odanınhacmi)1000/3600 \quad (4.4)$$

Q:Hacimsel hava debisi, L/s

ACH: Bir saatteki hava değişimi, l/h

$t_{dış}-t_{iç}$ : iç ve dış ortam arasında tasarım sıcaklık farkı, °C

Doğal hava sızması saatte 0,5 hava değişiminden daha az ise havalandırma yapılması düşünülmelidir.

Çizelge 4.10 Sızma-Bir saatteki hava değişimleri (Anon, 1998)

	Dış hesap sıcaklığı °C					
Sınıf	29	32	35	38	41	43
Sıkı	0,33	<b>0,34</b>	0,35	<b>0,36</b>	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

Sınıf:

- Sıkı – Yerlerine iyi oturan kapılar, pencereler ve sızdırmaz duvarlardan oluşan ve 140 m<sup>2</sup> değerinin altında döşeme alanına sahip evler bu sınıfa girer.
- Orta –Yeni iki katlı evler veya on yaşını aşmış, bakımı orta derecede yapılmış, 140 m<sup>2</sup> oturma alanından büyük evler orta sayılan yapılar sınıfına girer.
- Gevşek – 20 yılı aşmış, bakımsız, orta düzeyde evler bu sınıfa girer (Anon, 1998).

Sızma hesabı yapılacak projenin taban alanı 100 m<sup>2</sup> olduğu için sıkı sınıf seçilmiştir.

Çizelge 4.11 Sızma hesapları

	Antalya	Diyarbakır
Q:ACH(odanın hacmi)1000/3600	Q:0.34x 280 x 1000/3600	Q:0.36 x 280 x 1000/3600
	Q:26.44 L/S	Q:28 L/S
	$t_{dış-t_{iç}}:32-24:8^{\circ}C$	$t_{dış-t_{iç}}:38-24:14^{\circ}C$
q:1,23Q( $t_{dış-t_{iç}}$ )	q:1.23 x 26.44 x 8	q:1.23 x 28 x 14
	q:260.16 W	q:482.16 W
	<b>q: 0.26 kW</b>	<b>q: 0.48 kW</b>

B-İç ısı kazançları (iç yükler) için :

İnsanlar için; İnsanlar buldukları farklı aktiviteler, giyim tarzları 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. Son nüfus sayımı çalışmalarına dayanılarak evdeki toplam kişi sayısının, bir yatak odası için iki kişi, diğer yatak odaları için ise birer kişi gözönüne alınarak bulunabileceği önerilmiştir (Anon, 1998).

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

**İnsanlardan: 0.20 kW**

Cihazlar için; 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 değerinde duyulur ısı yükü mutfak, banyo ve yakın odalar arasında bölüştürülmelidir (Anon, 1998).

**Cihazlardan: 0.47 kW**

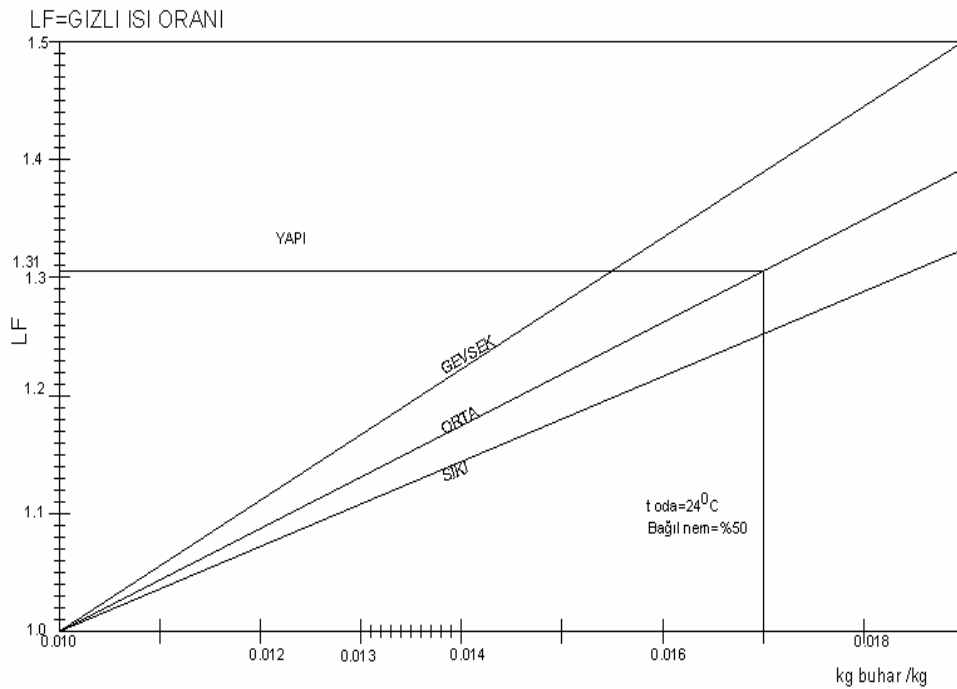
Toplam duyulur soğutma yükü aşağıdaki Çizelge 4.12’de görülmektedir.

Çizelge 4.12 Toplam duyulur soğutma yükü

	<b>Antalya Duyulur soğutma yükü (kW)</b>	<b>Diyarbakır Duyulur soğutma yükü (kW)</b>
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
<b>Toplam</b>	<b>16.00</b>	<b>18.54</b>

#### 4.2.3 Gizli ısı nedeniyle oluşan soğutma yükünün hesaplanması

Nemin sebep olduğu gizli ısı yükünün üç ana kaynağı vardır:dış hava, insanlar ve pişirme, banyo gibi ek kaynaklar. Ek kaynaklar dış hava kapsamında ele alınabilir. Çünkü konutların çoğunda aspiratör, çamaşır kurutucusu gibi araçlar ek kaynaklardan oluşan nemi dışarı atarlar. Dışarı atılan bu hava sızma hesaplarında ele alınır. Mc Quinstan (1984) transfer fonksiyonu yöntemini kullanarak, çok kuru ile çok ıslak arasında değişen coğrafi bölgelerde bulunan konutlarda gizli yük oranlarını belirlemiştir. Toplam soğutma yükü, LF değerini tasarım nem oranı ve hava sızdırmazlığının fonksiyonu olarak Şekil 4.2 den okuduktan sonra hesaplanabilir.



Şekil 4.2 Sızmanın gizli ısı oranına etkisi (Anon, 1998)

Şekil 4.2'den mutlak nem oranına bağlı olarak LF değerini belirleyebilmek için, sıcaklık, bağıl nem ve mutlak nem arasındaki ilişkiyi gösteren Şekil 4.3'den yararlanılabilir. Öncelikle dış ortam sıcaklık ve bağıl nem değerine bağlı olarak Şekil 4.3'den kgbuhar/kg cinsinden mutlak nem değeri belirlenebilir.

Nem oranı 0,010dan küçük ise  $LF = 1.0$  alınmalıdır

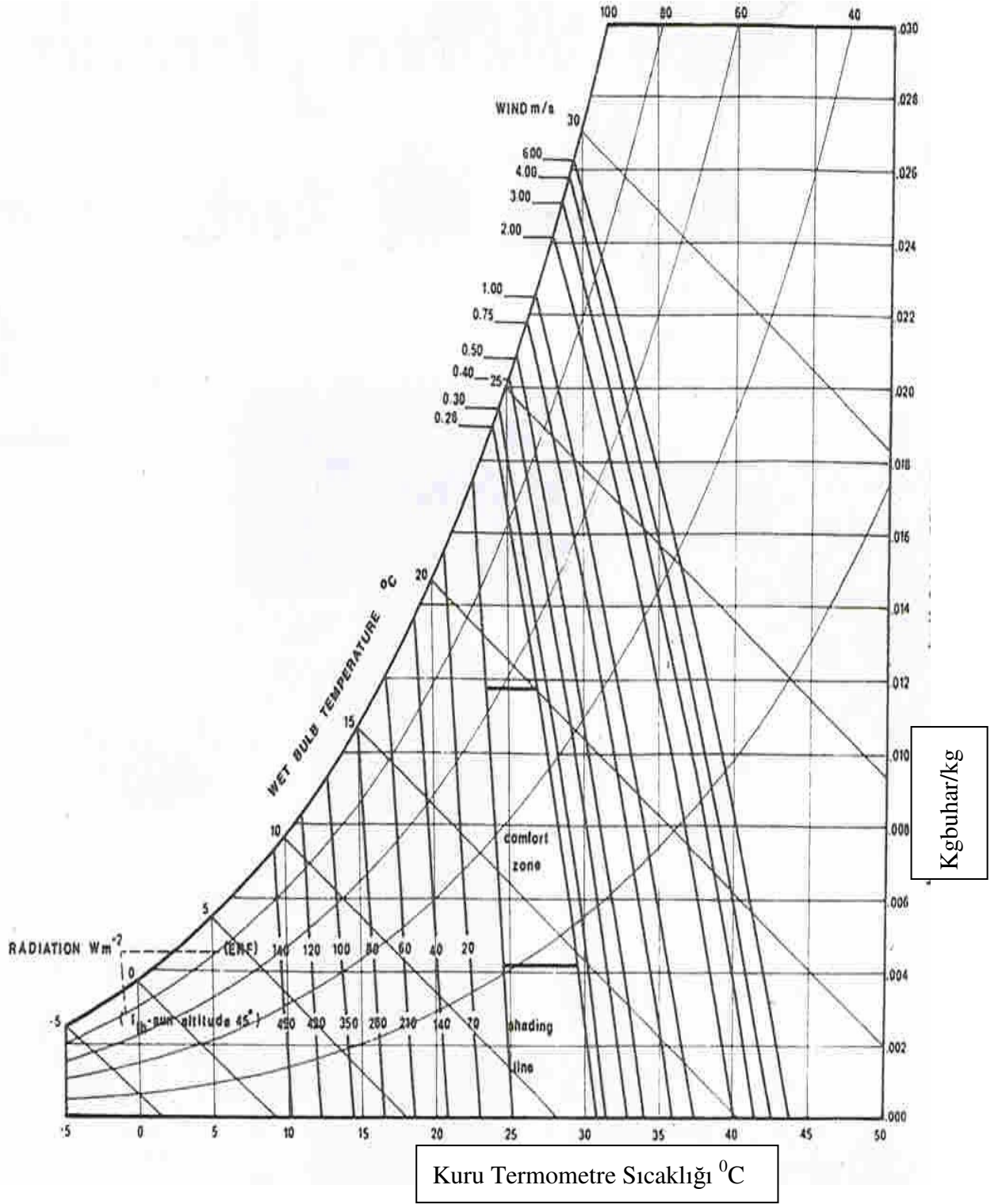
Böylece:

$$q \text{ toplam} = (LF) q \text{ duyulur} \quad (4.5)$$

q: Soğutma yükü, W

LF: Gizli ısı yükü çarpanı

olarak toplam soğutma yükü hesaplanabilir.



Şekil 4.3 Sıcaklık-bağıl nem-mutlak nem ilişkisi (Watson, 1983)

Şekil 4.3'ten Antalya için % 56 bağıl nem değeri ve 32<sup>0</sup> C kuru termometre sıcaklığına bakıldığında mutlak nem 0.017 kgbuhar/kg olarak, Diyarbakır için %26 bağıl nem değeri ve 38<sup>0</sup> C kuru termometre sıcaklığına bakıldığında mutlak nem 0.010 kgbuhar/kg olarak bulunmaktadır.

İki il için kgbuhar/kg cinsinden bulunmuş olan mutlak nem değerlerinin Şekil 4.2'den LF değeri karşılığına bakıldığında Antalya'nın 1.31 LF ve Diyarbakır'ın 1 LF değerinde gizli ısı yükü çarpanına ulaştığı görülmektedir. Bu doğrultuda Antalya ve Diyarbakır illerinin daha önceki bölümde bulunmuş olan (Çizelge 4.12) duyulur soğutma yükleri LF değeri ile çarpıldığında toplam soğutma yükleri bulunur.

Antalya ve Diyarbakır illerine ait gizli ısı kaynakları hesap özeti Çizelge 4.13'te ve toplam soğutma yükü hesabı Çizelge 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Gizli ısı kaynakları hesabı

	<b>Antalya</b>	<b>Diyarbakır</b>
<b>Bağıl nem</b>	%56	%26
<b>Dış hava sıcaklığı</b>	32°C	38°C
<b>İç ortam koşulları</b>	24 <sup>0</sup> C kurutermometre sıcaklığı ve %50 bağıl nem için	
<b>Mutlak nem</b>	0.017kgbuhar/kg	0.010kgbuhar/kg
<b>LF Değeri</b>	1.31	1

Çizelge 4.14 Antalya ve Diyarbakır toplam soğutma yükleri

<b>Toplam soğutma yükü</b>	<b>Antalya için</b>	<b>Diyarbakır için</b>
q toplam:LF x q	1.31 x 16.00= <b>20.96 kW</b>	1 x 18.54= <b>18.54 kW</b>



#### 4.2.4 Soğutma Yüklerinin Farklı İki İklim Bölgesine Göre Karşılaştırılması

Belirlenen 21 Temmuz tasarım gününde, iç ortam ve dış ortam koşulları göz önüne alınarak Antalya ve Diyarbakır'ın soğutma yüklerinin karşılaştırılması Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 Antalya ve Diyarbakır soğutma yüklerinin karşılaştırılması

	<b>Antalya</b>	<b>Diyarbakır</b>
Konum	Akdeniz Bölgesi	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
İklim	Sıcak-nemli	Sıcak-kuru
Isıtma istenmeyen dönem	8 ay (Nisan-Kasım)	8,5 ay (Nisan-Kasım ortası)
Dış ortam koşulları	32°C kuru termometre sıcaklığı %56 bağıl nem	38°C kuru termometre sıcaklığı %26 bağıl nem
İç ortam koşulları	24°C kuru termometre sıcaklığı %50 bağıl nem	24°C kuru termometre sıcaklığı %50 bağıl nem
Hesaplanan soğutma dönemi	21 Temmuz günü	21 Temmuz günü
<b>SONUÇ</b>		
<b>Duyulur soğutma yükü</b>	<b>q:16.00 kW</b>	<b>q:18.54 kW</b>
<b>Toplam soğutma yükü</b>	<b>q: 20.96 kW</b>	<b>q:18.54 kW</b>

#### 4.2.5 Değerlendirme

Sıcak-nemli iklime sahip Antalya yöresinin ve sıcak-kuru iklime sahip Diyarbakır yöresinin 21 temmuz gününe ait soğutma yükü hesapları bu çalışmada karşılaştırılmıştır.

Isıtmanın istenmediği, soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemde ısı kazancı miktarlarının fazla olduğu görülmektedir. 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. Bu durumda iklimlendirme enerjisinin birim maliyetinin yüksek olduğu göz önüne alınırsa örnek konutun kabuğunda uygun yalıtımın yapılması gerekir. Bu ayrı bir çalışma konusu olarak araştırılabilir.

Antalya ve Diyarbakır'da, örnek tasarım günü seçilen 21 Temmuz döneminde mekanik soğutmaya ihtiyaç vardır. Her iki iklim bölgesinde de , sıcak dönem şartları soğutma yükü açısından önem taşımaktadır.

Sıcaklık farkı (CLTD) yöntemiyle (ortalama alma yöntemiyle oluşturulan tabloların kullanıldığı CLTD değerleri) hesaplanan duyulur soğutma yükleri iki bölgede de farklı bulunmuştur. Sıcak-nemli iklime sahip Antalya'nın duyulur soğutma yükü değerleri, sıcak-kuru iklime sahip Diyarbakır'dan daha düşük çıkmıştır.

Diyarbakır'da sıcak dönem (ısıtmanın istenmediği) (Şekil 2.7)), Antalya'nın sıcak döneminden (Şekil 2.6) daha uzun sürmektedir. Soğutma yükü hesaplarının yapılması için seçilen en sıcak dönem olan 21 Temmuz döneminde Diyarbakır'ın dış hava sıcaklığı 38°C (Şekil 2.2), Antalya'nın dış hava sıcaklığından (32°C) (Şekil 2.1) daha fazladır. Her iki il için yapılan soğutma yükü hesaplarında da bu farklılık ortaya çıkmıştır. Sadece dış hava sıcaklığına bağlı olarak yapılan hesaplarda Diyarbakır'ın soğutma yükü hesapları doğal olarak Antalya'nın hesaplarından daha fazla bulunmuştur.

Ancak bu iki ildeki nem değerlerindeki farklılık göz önüne alındığında sonuçlarda fark görülmektedir. Antalya sıcak-nemli iklim kuşağında yer aldığı için, nem faktörü konfor açısından olumsuzluk yaratmakta ve bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklıkta artış görülmektedir. %58 bağıl nemde 32°C olan dış hava sıcaklığı, Ek 1 de görüldüğü gibi 38°C olarak hissedilmekte ve hissedilir sıcaklıktaki artış, gizli ısı kaynağı olarak toplam duyulur soğutma yükü hesabına katıldığında, Antalya'nın, Diyarbakır ilinden daha fazla toplam soğutma yükü değerlerine ulaştığı görülmektedir.

Sonuç olarak iki farklı iklim özelliğine sahip Antalya ve Diyarbakır illerinde, Antalya'daki bağıl nem oranının Diyarbakır'a oranla fazla oluşu nedeniyle, sıcak-nemli iklimde 21 Temmuz günü daha düşük dış hava sıcaklığı olmasına rağmen, yüksek sıcaklığa sahip kuru sıcak iklimden fazla soğutma gücüne ihtiyaç duyulduğu gözlenmektedir.

### 4.3 Örnek Yapının Admittance Yöntemi ile Soğutma Yükü Hesapları

Kullanıcının yılın 12 ayında hangi ısı konfor koşullarında yaşadığını belirlemek amacıyla ısı konfor analizi gerçekleştirebilmek için bilgisayar programından da 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 belirlenmesine U değerine ek olarak admittance, yüzey faktörü ve genlik küçültme faktörünü de hesaplarında kullanmaktadır (Ulukavak, 2004).

Ecotect programının orjinal hali, bazı fikirlerin gösterilmesi için Doğu Avustralya Üniversitesi Mimarlık ve Güzel Sanatlar Bölümü'nde Dr. Andrew Marsh tarafından profesörlük tezi olarak yazılmıştır. Bu tezin esas konusu, bina performans sorunlarının tasarım aşamasında mimarlar tarafından önlem alınması ve bu sayede zaman ve para tasarrufu sağlanmasıdır.(Kun, 2005).

Programda daha sonra önemli değişiklikler yapılmıştır ve Cardiff Üniversitesi Welsh Mimarlık Okulu Bina Ortamı Araştırma Merkezi'nin yardımlarıyla geliştirilerek değişik versiyonları yazılmıştır.

Ecotect programı ile yapılabilecekler:

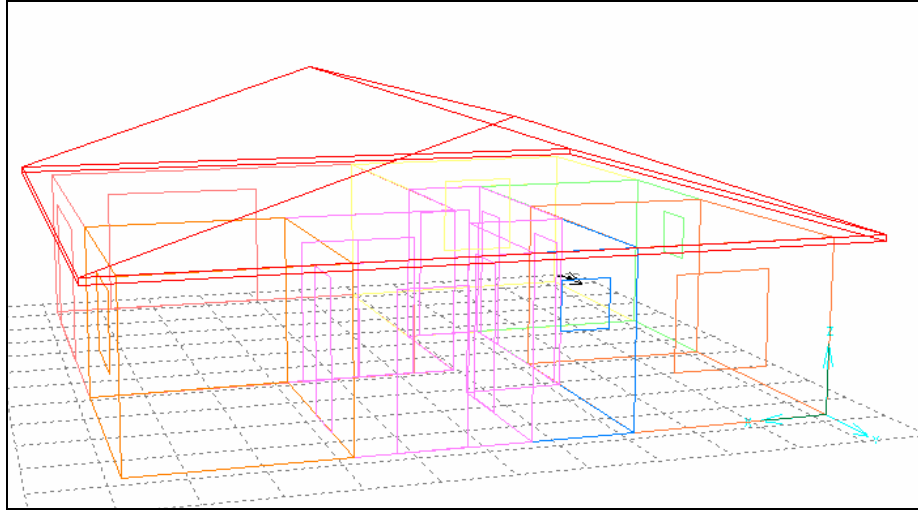
- Karmaşık gölge ve yansımaların gösterilmesi ve canlandırılması,
- Anlık gölgeleme analizleri için interaktif solar ışınım diyagramlarının oluşturulması,
- Belli bir yüzeydeki anlık güneş ışınımı ve onun oluşturduğu gölgenin yüzdesinin hesaplanması.
- Uzaysal ya da noktasal yapay aydınlatma ve gün ışığı faktörlerinin çalışılması,
- Mekana ait tüm bölgeler (zone) için aylık soğutma ve ısıtma yüklerinin hesaplanması ve saatlik sıcaklık grafiklerinin oluşturulması,
- Yapıdaki tüm mekanlar için ısı kaybı ve kazançlarının hesaplanması,
- Tüm duvarların, akustik ile ilgili parçaların ve ışın yollarının ortaya çıkarılması,
- Mekani çevreleyen duvarlara ses dalgaları göndererek bunların bozulma oranlarının incelenmesi,
- Her alan için istatistiksel yansıma süresi hesaplarının hızlıca hesaplanması (Kun, 2005).

Ecotect programı yardımıyla soğutma yükü hesaplarının yapılabilmesi için ilk olarak , hesapları yapılacak binanın 3 boyutlu grafik modellemesi yapılmalıdır. Bu amaçla autocad de plan olarak çizilen binanın üç boyutlu modeli ecotect programının çizim ortamında gerçekleştirilmelidir. Tüm mekanlar ayrı ayrı bölgelere ayrılarak (zone) , her zonun malzeme bilgileri ve hesapların yapılacağı günlere ait iklim verilerinin girilmesi gerekmektedir.

Ayrıca her zonun kullanım saatleri, mekan tasarım sıcaklığı, ısıtma-soğutma sistemleri gibi

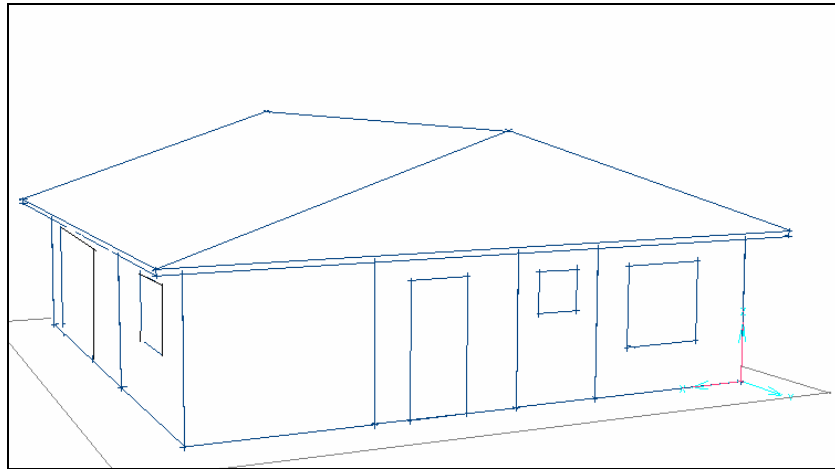
bilgiler belirtilmelidir. Bu çalışmada, sıcaklık farkı değerleri (CLTD) yönteminde kullanılan değerlere uygun olması açısından mekan sıcaklık konfor aralığı  $18^{\circ}\text{C}$  - $24^{\circ}\text{C}$  arasında alınmış ve iç ortam bağıl nem değeri %50 olarak belirlenmiştir. Hesaplamanın yapılacağı saat aralığı için tam gün (0-24) seçeneği işaretlenmiştir.

Şekil 4.1'deki örnek plan tipinin 3 boyutlu grafik modellemesi Şekil 4.4'de görülmektedir.

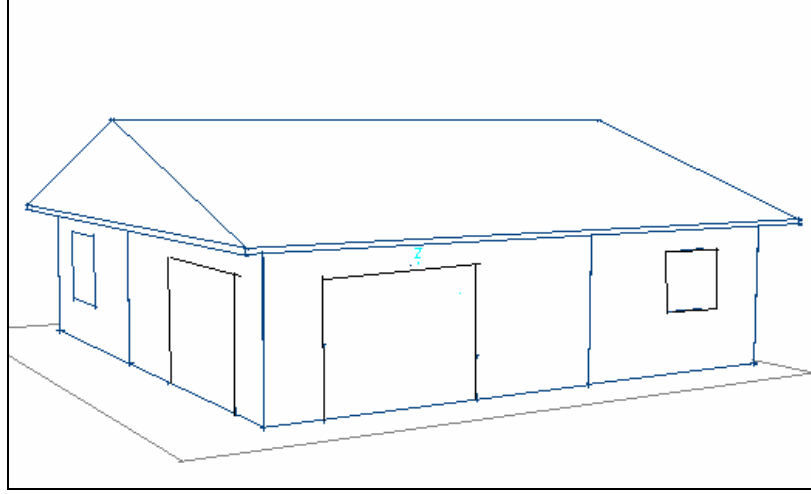


Şekil 4.4 Örnek yapı üç boyutlu modellemesi

Bu çalışmada, 3 boyutlu modelleme yapıldıktan sonra Ecotect programının kendi kütüphanesinde mevcut malzemeler ve kesitler seçilerek zonlara malzeme atanması yapılmıştır (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6). Çizelge 4.1'de yapı elemanlarının malzeme bilgileri, yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı (U), admittance değeri (Y) ve zaman gecikmesi ( $\Phi$ ) değeri verilmiştir.



Şekil 4.5 Örnek yapı batı ve kuzey perspektifi



Şekil 4.6 Örnek yapı doğu ve güney perspektifi

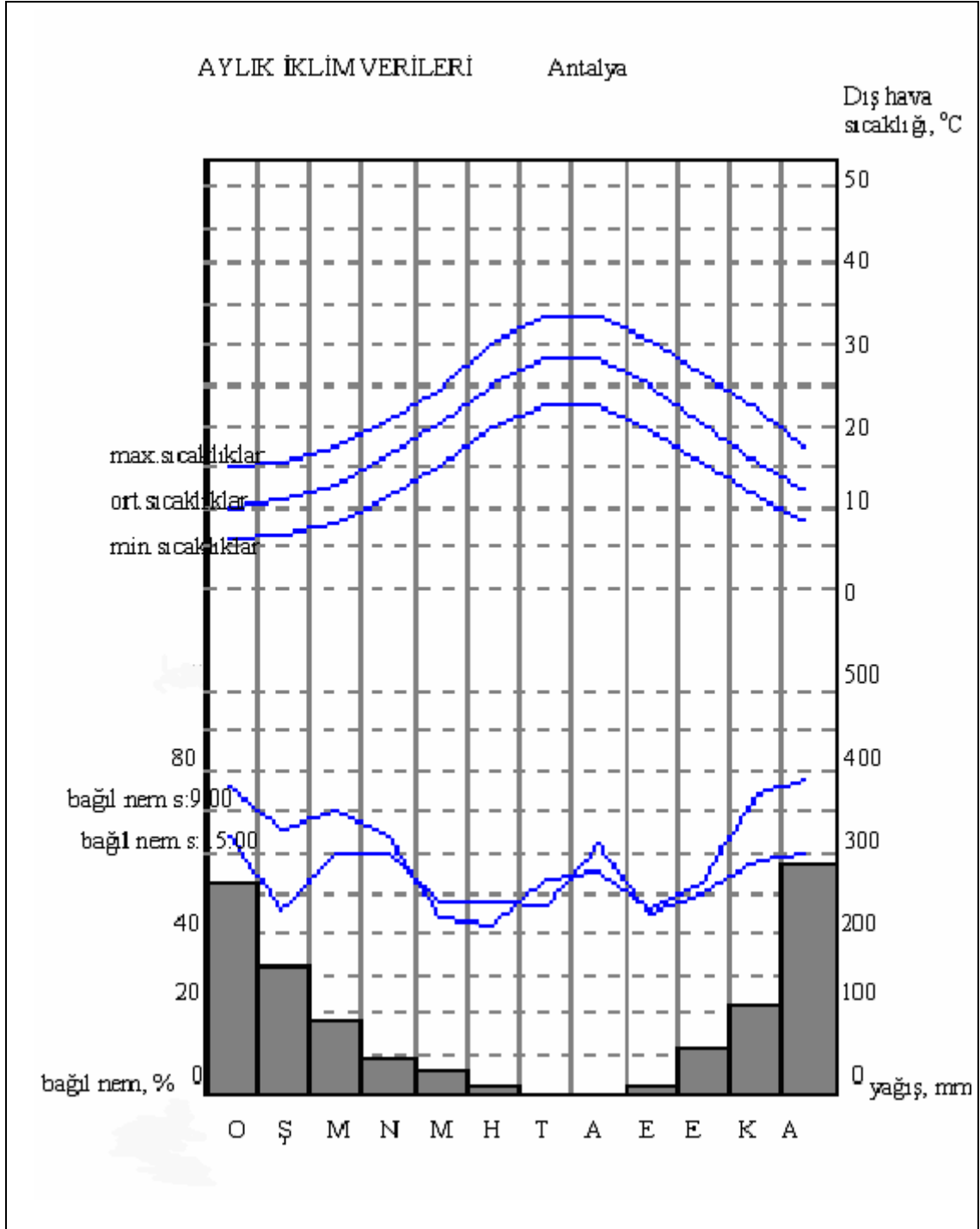
Soğutma yükü hesabında , günün 24 saatinde güneşe maruz kalan yapı bileşenleri ve ısı kazançları göz önüne alındığı için , her saatte ısı kazancı bileşenleri farklı ısı kazançlarına sahip olmaktadır. Ecotect programı ısı analiz için gerekli iklim verilerini saatlik olarak istemektedir.

Ecotect ile ısı konfor analizi gerçekleştirilirken sadece soğutma seçeneği işaretlenerek 21 temmuza ait soğutma yükleri belirlenmiştir.

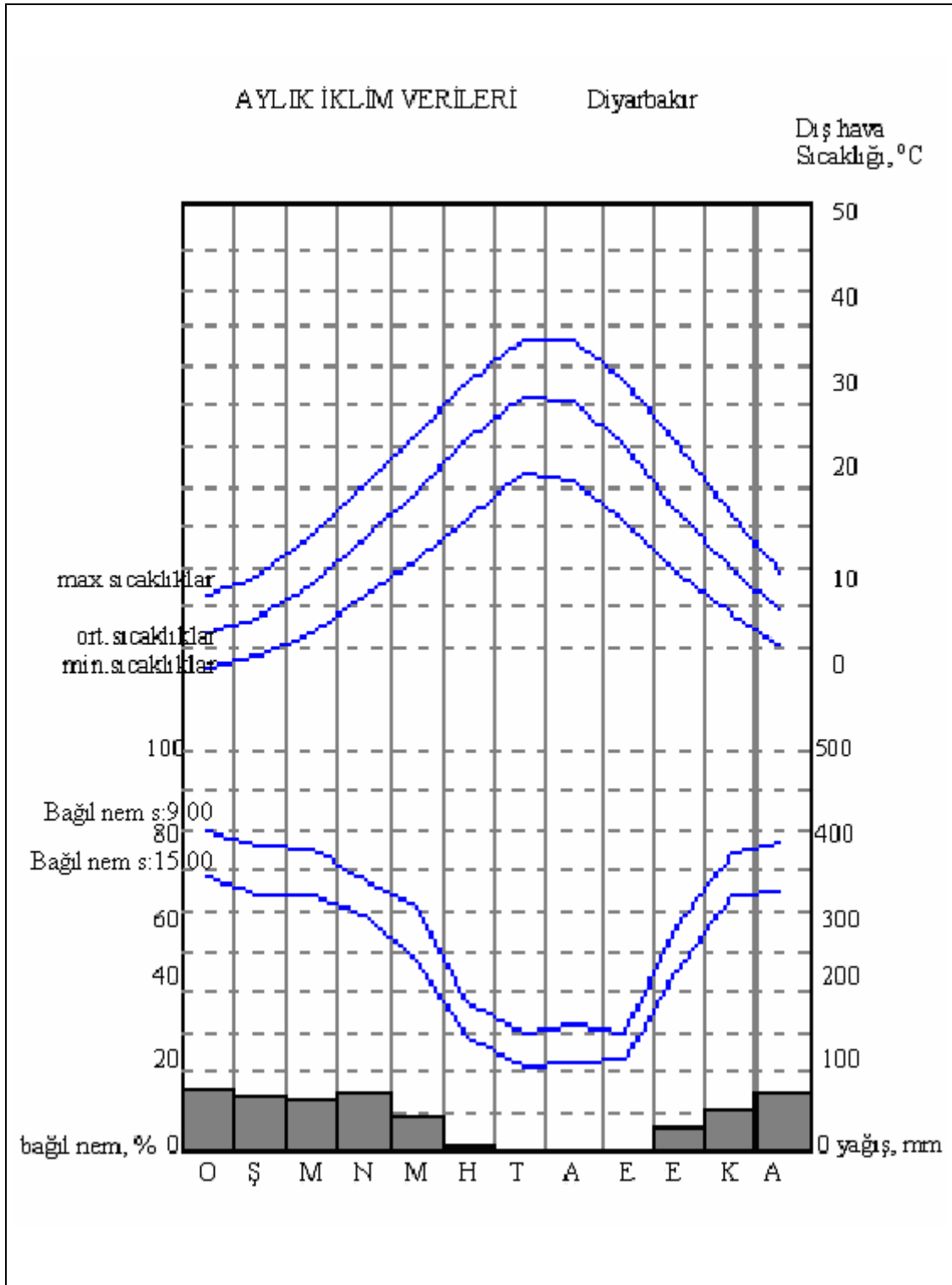
#### 4.3.1 Antalya-Diyarbakır Soğutma Yükü Hesabı

Antalya ve Diyarbakır illerinin soğutma yükü hesaplarında karşılaştırma yapılacağı için aynı örnek plan tipi ve aynı malzeme bilgileri kullanılmıştır.

Başlangıç aşamasında Antalya ve Diyarbakır illerinin enlem, boylam, yükseklik ve saat dilimi bilgileri Ecotect programının iklimsel analiz bölümünde, bölgesel veriler kısmına yüklenmiştir. Daha sonra açılan sayfada belirtilen aylık veriler bölümüne, Antalya ve Diyarbakır illerinin tüm aylara ait, aylık minimum sıcaklıklar ortalaması, ortalama sıcaklıklar, maksimum sıcaklıklar ortalaması (Çizelge 2.2a, Çizelge 2.4a) saat 9.00 ve saat 15.00'deki bağıl nem değerleri (Çizelge 2.5), yönlere göre rüzgar esme hızı, ortalama yağış miktarları (Çizelge 2.2b, Çizelge 2.4b) değerleri girilmiş ve aşağıdaki grafikler bilgisayar ortamında elde edilmiştir (Şekil 4.7, Şekil 4.8).



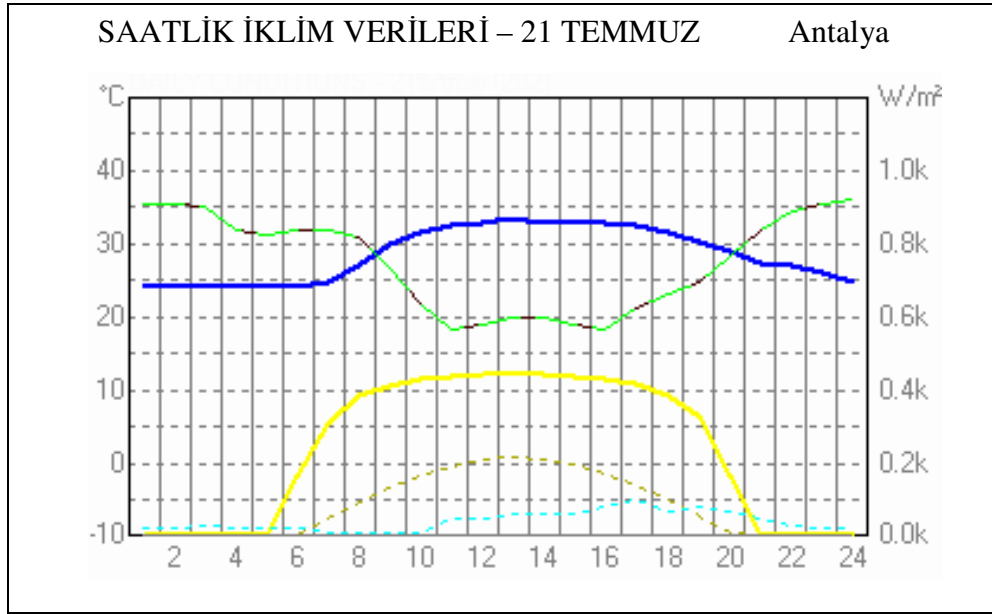
Şekil 4.7 Antalya aylık iklim verileri



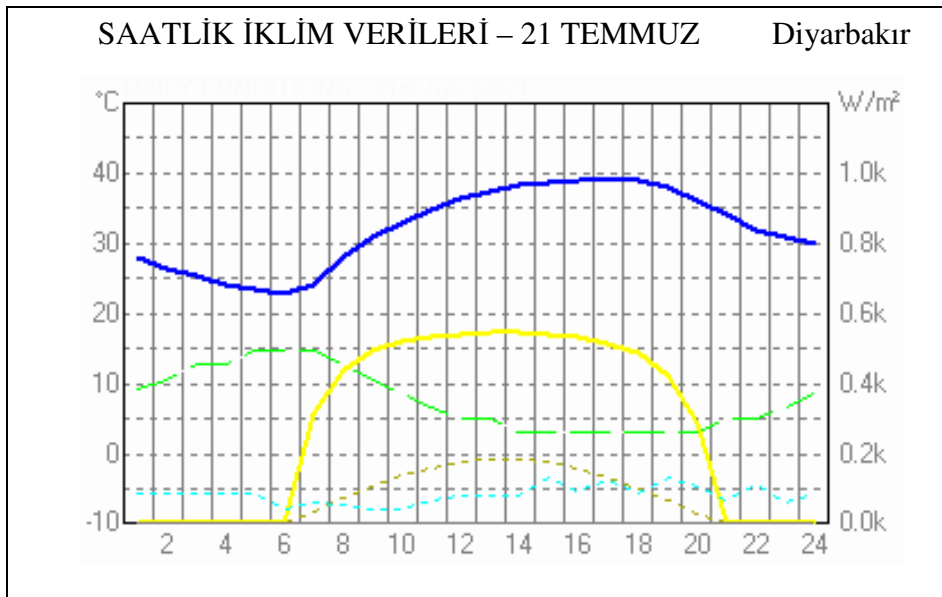
Şekil 4.8 Diyarbakır aylık iklim verileri

İkinci aşama olarak, Ecotect programının iklimsel analiz seçeneğine girilerek saatlik veriler bölümüne Antalya ve Diyarbakır illerinin soğutma yükü hesaplarının yapılacağı 21 Temmuz günü işaretlenmiş ve bu güne ait saatlik dış hava sıcaklıkları, bağıl nem değerleri (Çizelge 2.5), rüzgar hızı saatlik olarak programa yüklenmiştir. Antalya ve Diyarbakır illerinin 21

Temmuz saatlik iklim verileri grafikleri (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10) elde edilmiştir. Dolaysız güneş ışınımı ve yayıncı güneş ışınımı ile ilgili saatlik veriler, iki ilin konumuna bağlı olarak program tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 4.9 Antalya 21 Temmuz saatlik iklim verileri



Şekil 4.10 Diyarbakır 21 Temmuz saatlik iklim verileri

<u>Dış Hava Sıcaklığı</u>	<u>Dolaysız Güneş Işınımı</u>
<u>Bağıl Nem</u>	<u>Yayıncı Güneş Işınımı</u>
<u>Rüzgar Hızı</u>	



Son aşamada Ecotect programında ısısal analiz yapmak üzere mekanların (zone) bilgileri girilerek sadece soğutma seçeneği seçilmiştir. 21 Temmuz gününe ait Antalya ve Diyarbakır illerinin saatlik iklim verileri kullanılarak, örnek yapının her bir mekanı için aşağıdaki saatlik soğutma yükleri belirlenmiştir (Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16 Antalya ili 21 Temmuz örnek yapı mekan soğutma yükleri

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

Çizelge 4.17 Diyarbakır ili 21 Temmuz örnek yapı mekan soğutma yükleri

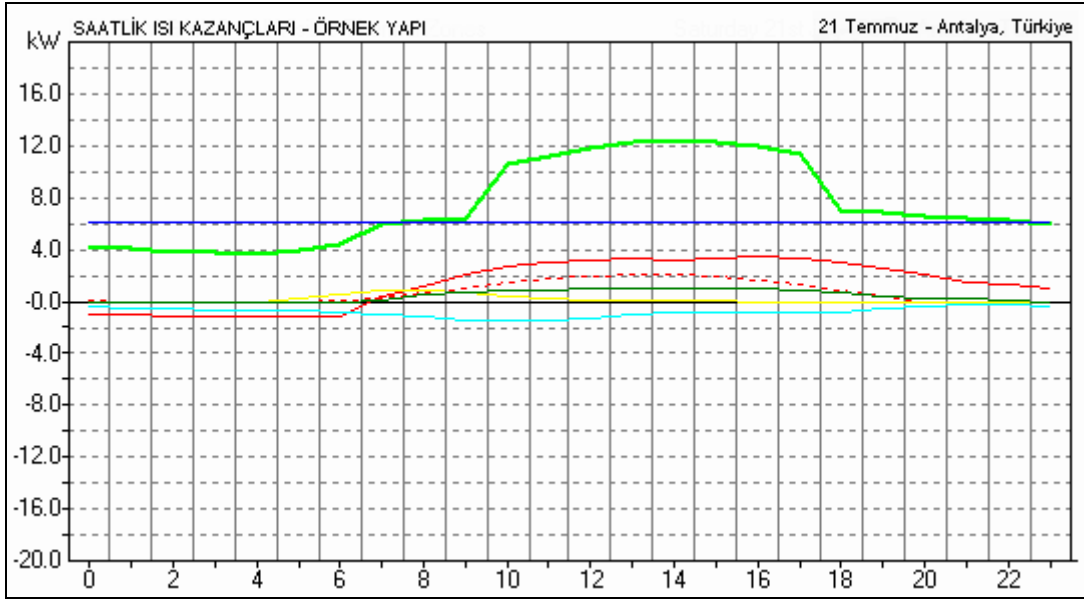
Saatler	21 Temmuz - örnek yapı mekan saatlik soğutma yükleri (W) Diyarbakır							
	Salon	Mutfak	Antre Koridor	WC	Çocuk Y.Od.	Banyo	Ebe. Y.Od.	Çatı
00.00	2172	517	789	194	585	389	786	0
01.00	2058	501	776	190	559	373	750	0
02.00	1972	464	734	177	470	331	669	0
03.00	1855	441	699	169	445	318	638	0
04.00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

Antalya ve Diyarbakır illerinin 21 Temmuz gününe ait iklim verileri kullanılarak örnek yapının tüm mekanları için bulunan saatlik soğutma yükleri toplanarak binanın toplam soğutma yükü değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.18 ).

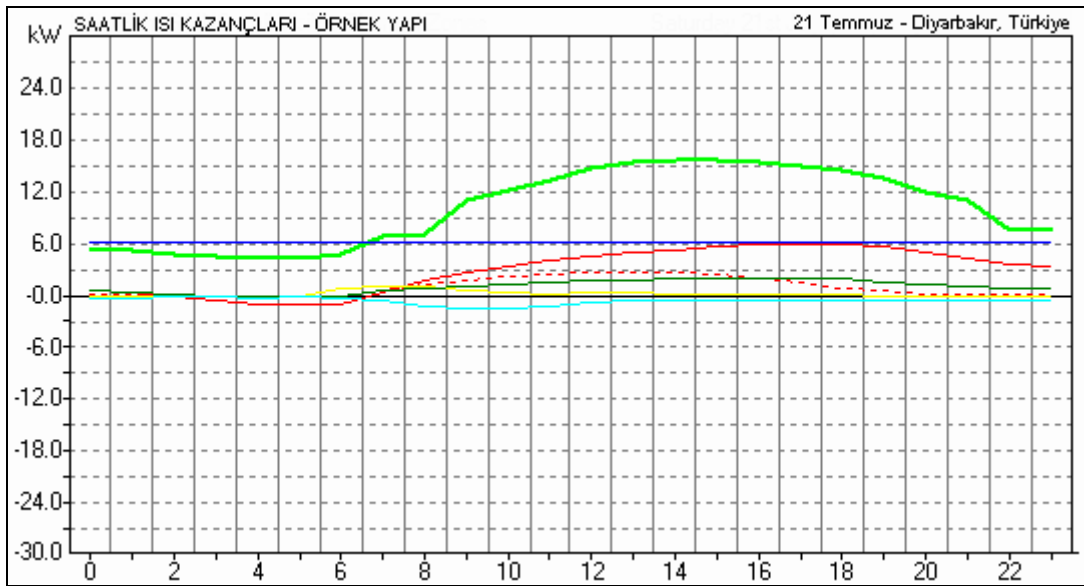
Çizelge 4.18 Admittance yöntemiyle 21 Temmuz günü saatlik örnek yapının Antalya ve Diyarbakır için toplam soğutma yükleri

21 Temmuz Saatler	Toplam Soğutma Yüğü q , W	
	Antalya	Diyarbakır
00.00	4417	5432
01.00	4179	5207
02.00	3974	4816
03.00	3880	4566
04.00	3737	4250
05.00	4101	4233
06.00	4566	4833
07.00	6017	6713
08.00	6451	6970
09.00	6540	10912
10.00	10664	12093
11.00	10239	13211
<b>12.00</b>	<b>11896</b>	<b>14623</b>
13.00	12454	15247
14.00	12398	15622
15.00	12381	15559
16.00	12108	15386
17.00	11410	14906
18.00	7209	14390
19.00	6925	13402
20.00	6671	11887
21.00	6551	11033
22.00	6448	7596
23.00	6124	7496

Aşağıdaki Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de Antalya ve Diyarbakır illerinde 21 Temmuz günü örnek yapının tüm zonlarının saatlik ısı kazançları grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Örnek yapı (tüm zonlar) saatlik ısı kazançları (21 Temmuz – Antalya)



Şekil 4.12 Örnek yapı (tüm zonlar) saatlik ısı kazançları (21 Temmuz – Diyarbakır)

Soğutma Yüğü	İletim Yoluyla Isı Kazancı	Sol Air	Dolaysız Güneş Işınımı	Havalandırma	Kayıplar
<span style="color: red;">—</span>	<span style="color: blue;">—</span>	<span style="color: red;">- - -</span>	<span style="color: green;">—</span>	<span style="color: cyan;">—</span>	<span style="color: yellow;">—</span>

### 4.3.2 Değerlendirme

Örnek yapının, Antalya ve Diyarbakır için soğutma yük değerleri saatlik olarak Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17’de görülmektedir. Sıcaklık farkı (CLTD) yönteminde, 21 Temmuz günü 8.00-20.00 saatleri arasında sıcaklık değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak Antalya dış hava sıcaklığı 32°C , Diyarbakır dış hava sıcaklığı 38 ° C olarak hesaba katılmıştır. 21 Temmuz günü Antalya ve Diyarbakır’da saat 12.00’de bu dış hava sıcaklıklarına ulaşılmaktadır. 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 (Çizelge 4.18) :

**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, doğal olarak 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 gözlemlenmektedir. Örneğin; güneye ve batıya bakan salon ile doğuya ve batıya bakan çocuk yatak odası arasında soğutma yükü açısından belirgin farklılıklar görülmektedir. 21 Temmuz günü saat 12.00’da, salonda 3,3 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 m<sup>2</sup> olarak en küçük hacimli olan WC’nin soğutma yükü çok düşük ve dış cepheye en fazla yüzeyi bulunan (çatı zonu bu kıyaslamaya alınmamıştır) salon hacminin soğutma yükü değeri fazla bulunmuştur.

## 5. SONUÇ

Çizelge 4.19 Sıcaklık farkı değerleri yöntemi ve Admittance yöntemi ile Antalya ve Diyarbakır illerinin soğutma yükü özetleri

YÖNTEMLER	SOĞUTMA YÜKLERİ		
	q, Kw	ANTALYA	DİYARBAKIR
SICAKLIK FARKI DEĞERLERİ YÖNTEMİ	Duyulur Soğutma Yükü	16.00	18.54
	Toplam Soğutma Yükü	20.96	18.54
ADMİTTANCE YÖNTEMİ	Toplam Soğutma Yükü	11.90	14.62

Bu çalışmada gerek sıcak nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerinin, gerekse soğutma yükü hesabında kullanılan farklı yöntemlerin aynı örnek yapı üzerinde uygulanmasıyla aralarındaki farklılıklar ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir. Her yöntem hem kendi içinde değerlendirilmiş, hem de birbirleriyle karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu bağlamda;

- Türkiye'nin sıcak nemli ve sıcak kuru iklim bölgeleri Bölüm 2'de,
- Türkiye'deki iklim tiplerinden örnek olarak seçilen Akdeniz iklimine sahip sıcak-nemli iklim tipi için Antalya ve karasal iklime sahip sıcak-kuru iklim tipi için Diyarbakır illerinin iklimsel analizi Bölüm 2.1.1 ve , Bölüm 2.2.1'de
- Antalya ve Diyarbakır illerinin soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemlerinin belirlenmesi Bölüm 2.3'de,
- Soğutma yükü sıcaklık farkı yöntemi ve Admittance yönteminin tanıtılması Bölüm 3'de,
- Sıcak nemli (Antalya) ve sıcak kuru (Diyarbakır) iklim koşullarının, belirlenen örnek bir yapı üzerinde toplam soğutma yükü açısından irdelenmesi konuları Bölüm 4'de ele alınmış ve açıklanmıştır. Her odanın iklimlendirilmiş hava gereksinimine olan ihtiyacını belirlemek amacıyla her mekan ayrı ayrı hesaplanmıştır.
- 4.2 no'lu alt bölümde soğutma yüklerinin hesaplanmasında, konutlar için ASHRAE tarafından geliştirilen, ayrı tek evler için ortalama alma yöntemiyle oluşturulan CLTD

tablolarının kullanıldığı sıcaklık farkı yöntemi (CLTD-Cooling Load Temperature Difference) kullanılmıştır. Hesaplamalarda, yapı bileşenlerinden oluşan ısı kazancına bağlı soğutma yükü dolu alanlar ve saydam alanlar olmak üzere iki aşamada ele alınmıştır. Daha sonra hava sızdırması ve iç ısı kazançlarından oluşan soğutma yükleri hesapları yapılmıştır. Tüm hesaplamalar sonucunda örnek yapının her bir birimi için duyulur soğutma yükleri elde edilmiştir. Ayrıca soğutma yükünün gizli ısı ile ilişkili bölümü hesaplanmış ve toplam soğutma yükü bulunmuştur.

- 4.3 no'lu alt bölümde ise örnek yapının soğutma yükü hesapları admittance yöntemini kullanan Ecotect programı v 5.2 sürümü ile yapılmıştır. Tüm veriler ve sonuçlar bu program yardımıyla elde edilmiştir.

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 iklim bölgesinde de, sıcak dönem şartları soğutma yükü açısından önem taşımaktadır.
- Soğutma yükü hesaplarının yapılması için seçilen en sıcak dönem olan 21 Temmuz döneminde Diyarbakır'ın dış hava sıcaklığı, Antalya'nın dış hava sıcaklığından daha fazladır. Sıcaklık farkı yöntemiyle her iki il için yapılan soğutma yükü hesaplarında da bu farklılık ortaya çıkmıştır. Sıcak-nemli iklime sahip Antalya'nın duyulur soğutma yükü değerleri (q:16.00 kW), sıcak-kuru iklime sahip Diyarbakır'dan (q:18.54 kW) daha düşük bulunmuştur.
- Ancak bu iki ildeki nem değerlerindeki farklılık göz önüne alındığında sonuçlarda fark görülmektedir. Antalya sıcak-nemli iklim kuşağında yer aldığı için, nem faktörü konfor açısından olumsuzluk yaratmakta ve bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklıkta artış görülmektedir. Sıcaklık farkı yönteminde, Antalya için %58 olan bağıl nem gizli ısı kaynağı olarak toplam duyulur soğutma yükü hesabına katıldığında Antalya'nın (q: 20.96 kW), Diyarbakır ilinden (q: 18.54 kW) daha fazla toplam soğutma yükü değerlerine ulaştığı görülmektedir. Sonuç olarak iki farklı iklim özelliğine sahip Antalya ve Diyarbakır illerinde, Antalya'daki bağıl nem oranının Diyarbakır'a oranla fazla oluşu nedeniyle, kuru-sıcak iklimden daha fazla soğutma gücüne ihtiyaç duyulduğu gözlenmektedir.
- Admittance yöntemiyle yapılan hesaplarda, 21 Temmuz günü, Antalya 11.90 kW ve Diyarbakır 14.62 kW soğutma yüküne ulaşmaktadırlar. 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 gözlemlenmektedir. Ayrıca odaların birbirlerine göre konumları da önem kazanmaktadır. Bir diğer sonuç ise, dış cepheye bakan duvarların alanlarına bağlı olarak mekanlarda soğutma yükü değerlerinde farklılıkların oluşmasıdır.
- Her iki yöntemde de nem ögesini hesaba katmadığımızda Antalya'nın soğutma yükü değeri Diyarbakır'inkinden düşük çıkmaktadır. Antalya ve Diyarbakır illerinin Admittance yöntemiyle bulunan soğutma yükü 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. Sıcaklık değişimlerini hesaplayan bu yöntemde, 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.



## KAYNAKLAR

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

Anon., (1993), Residential Cooling and Heating Load Calculations, ASHRAE Fundamentals Handbook, Atlanta USA.

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

Anon., (1998), Konut Dışı Yapılarda İklimlendirme, Soğutma ve Isıtma Yükleri, Bölüm 26, 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 ProjeNo: İntag 201, İstanbul.

Bilge, M., (1998), İklimlendirme Etüdü, Sönmez Metal A.Ş., İstanbul.

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

Dinler, A., (2000), "Hızlı Gelişme ve Şehirleşmenin Kuşadası İklimi Üzerine Etkileri", Geçmişten Geleceğe Kuşadası Sempozyumu, 23-26 Şubat 2000, Kuşadası.

Evans, M., (1980), Housing, Climate and Comfort, The Architectural Press Limited, London.

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

Gedik Z. G., (1998), "Evaluation of the Old and New Settlement of Antalya in Terms of Physical Environment Factors", International Symposium on Environmental Menagement, Haziran 1998, Antalya/Türkiye

Gedik Z. G., (2001), "Evaluation of the Old Houses of Diyarbakır in Terms of Cooling Loads in the Hot Period", 2nd International Congress on Studies in Ancient Structures, 9-13 Temmuz 2001, İstanbul.

Gedik Z.,G., (2004), " Climatic Design: an Analysis of the Old Houses of Diyarbakır in the Southeast Region of Turkey", Architectural Science Review, 47:1-10.

Kaur, H., (1994), Antalya'da Eski ve Yeni Yerleşmelerin İklimle Dengeli Yapı Tasarımı yönünden karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Y.L. Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE, İstanbul.

Kaya, M., (1992), Antalya Kaleiçinin Sosyo-Kültürel Değişiminin Yapılaşma Üzerindeki Etkisi, Y.L.Tezi, Yıldız Üniversitesi, FBE.

Kun, F., (2005), Turizm Amaçlı Yapıların İklimle Dengeli Tasarım Kapsamında Soğutma Yükü Açısından Değerlendirilmesi (Kuşadası Örneği), Y.L.Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE.

Orbay, A. S., (1993), İklimle Dengeli Konut Tasarımında Güneş Işınımı Etkisinin İncelenmesi(Diyarbakır Örneği), Y.L. Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE, İstanbul.

Şerefhanoglu. S.,M., (1981), Yapılarda Isısal Konfor ve Cam Yüzeyler, İDMMA Basımevi,

Ulukavak H. G. ve Ç. N., (2004), “Geleneksel Türk Evi’nde Isıl Konfor Koşullarının Analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20(1):77-84.

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

Watt, F. ve Wilson, F.,(1998), Hava ve İklim (Çev., G.B., Bağcı),Tübitak Popüler Bilim Kitapları 83, Ankara.

Yener, C. ve Gürdil, F., (1987), Türkiye Derece-Gün Değerlerinin Belirlenmesi ve Derece-Gün Yöntemi, Tübitak YAE Rapor No: h 139, Ankara.

Zeren, L., (1980), New Bioclimatic Chart For Environmental Design, Portekiz.Proc.of International Congress on Building Energy Management.

Zorer, G., (1995), Dersliklerde Edilgen Sistemle Isısal Konforun Sağlanmasında Tasar Ölçütü Olarak Bir Değerlendirme Yöntemi Oluşturulması, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

## **İNTERNET KAYNAKLARI**

[1]www.squ1.com

[2]www.meteor.gov.tr

[3]www.geocities.com

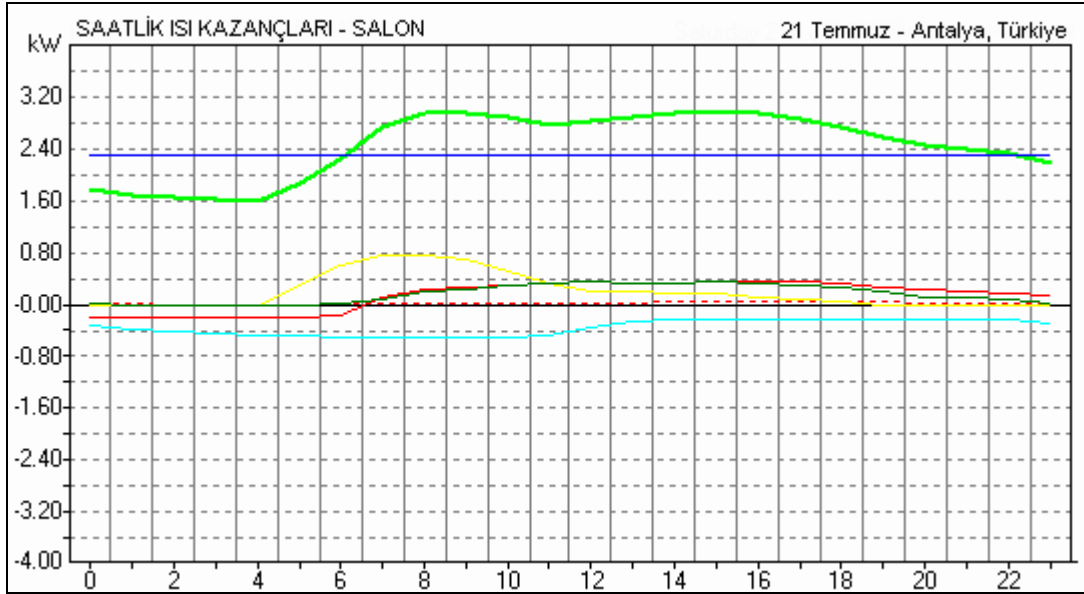
[1]www.koeri.boun.edu.tr./meteoroloji/klima

[2]www.tug.tubitak.gov.tr

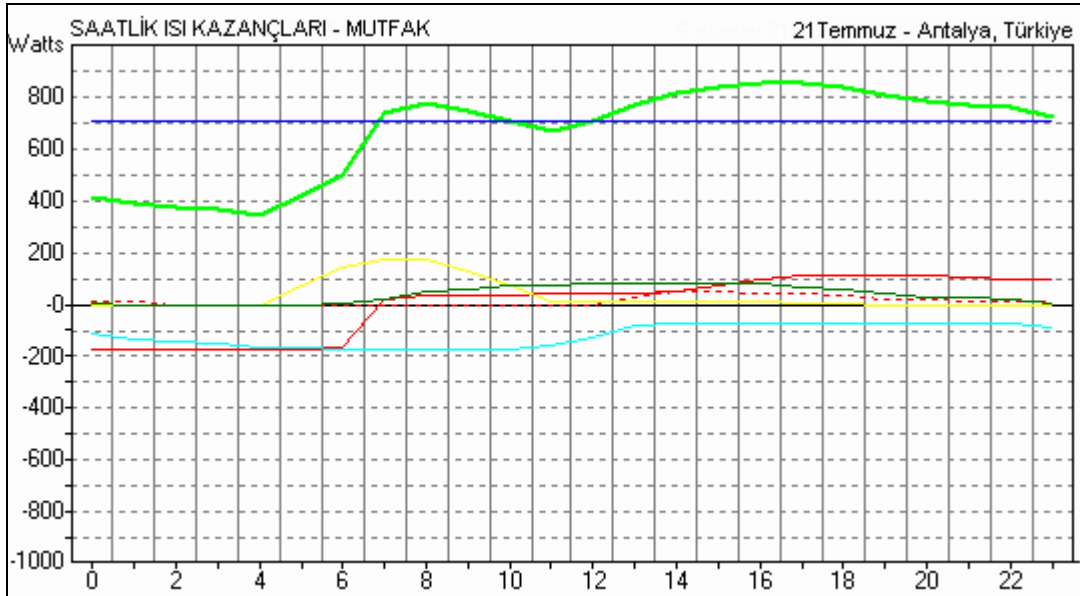
**EKLER**

- Ek 1 Antalya 21 Temmuz günü, örnek yapının her zonuna ait saatlik ısı kazancı grafikleri
- Ek 2 Diyarbakır 21 Temmuz günü, örnek yapının her zonuna ait saatlik ısı kazancı grafikleri
- Ek 3 Bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklık

### Ek 1 Antalya 21 Temmuz günü, örnek yapının her zonuna ait saatlik ısı kazancı grafikleri

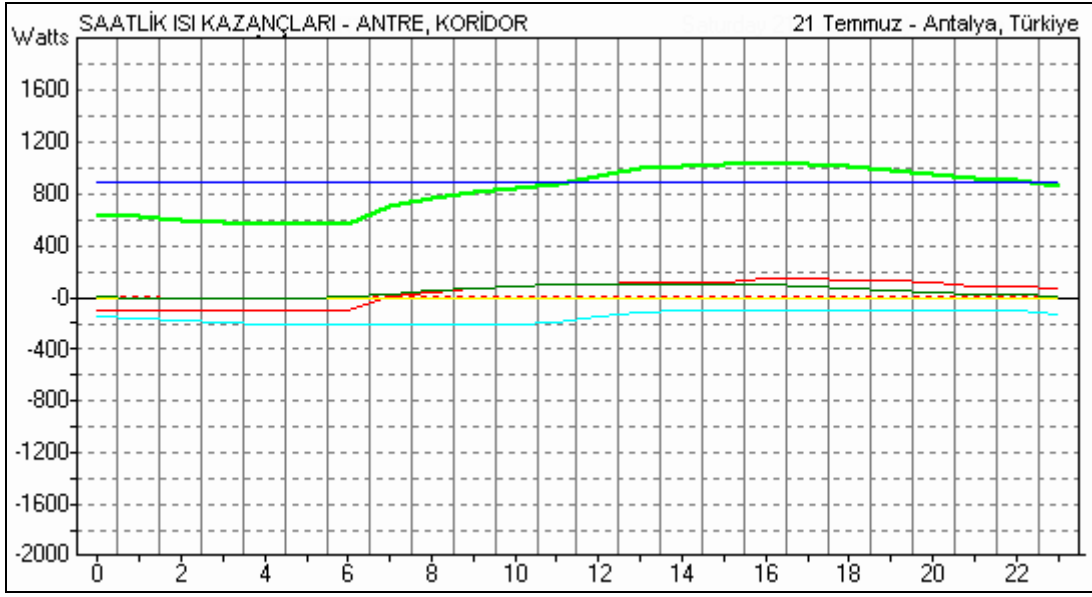


Şekil E1.1 Salon saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü - Antalya)

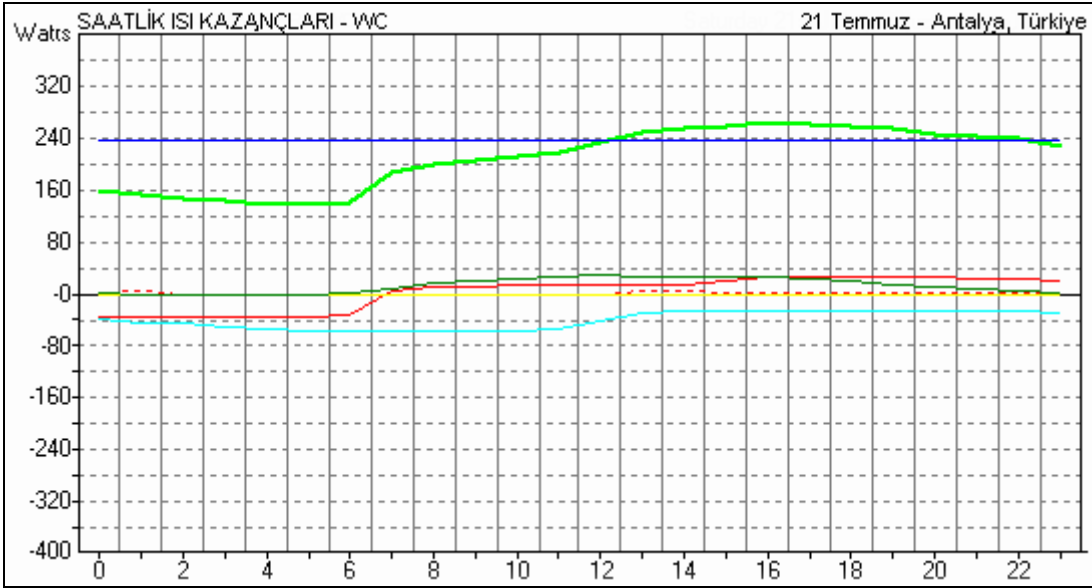


Şekil E1.2 Mutfak saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü - Antalya)



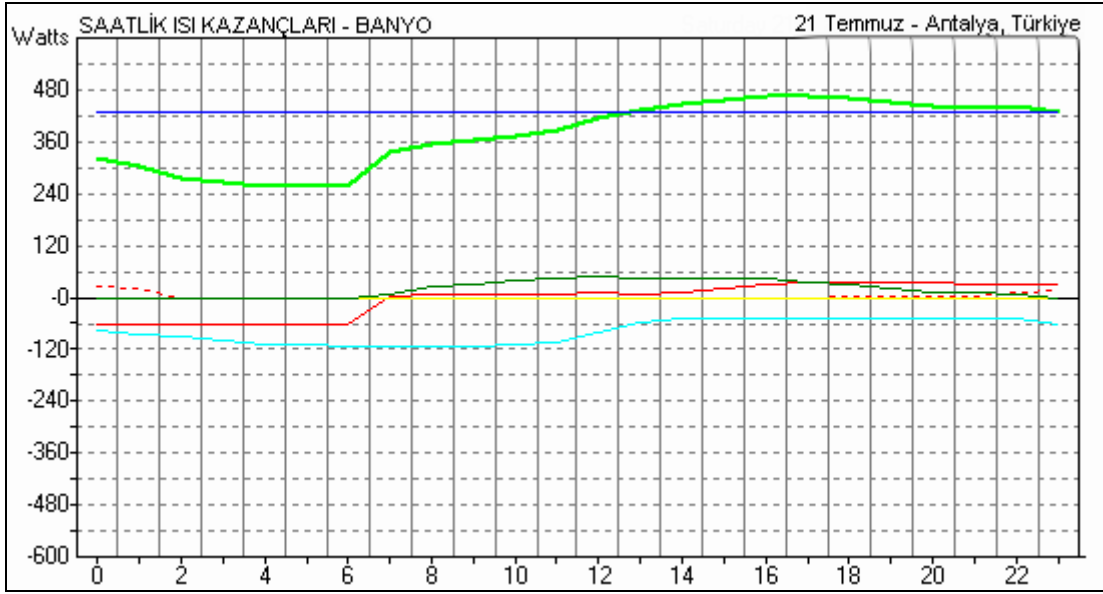


Şekil E1.3 Antre-koridor saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya)

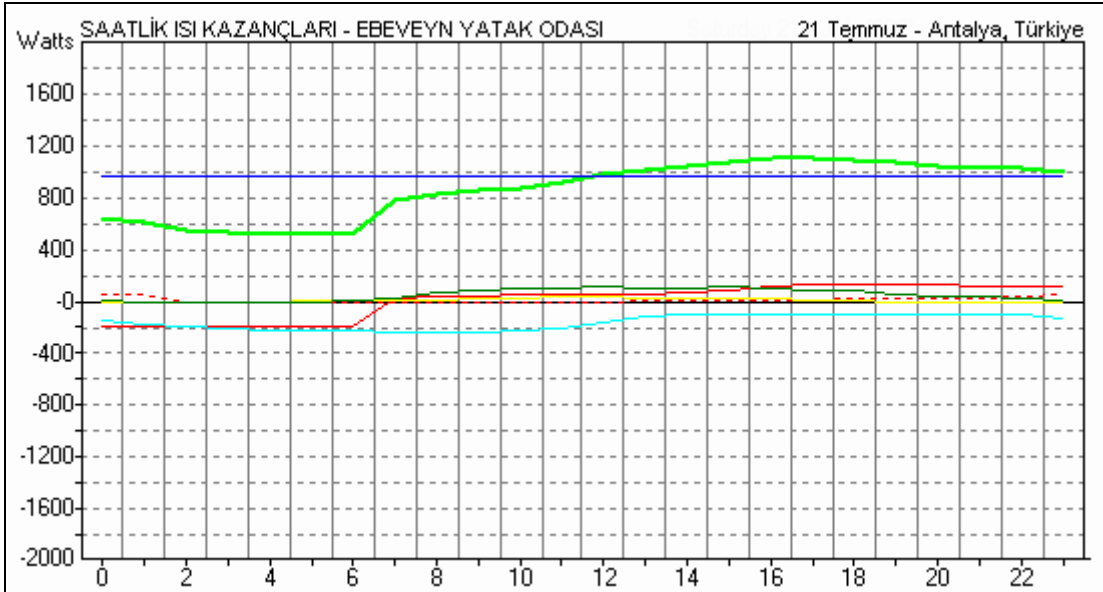


Şekil E1.4 WC saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya)

Soğutma Yüğü	İletim Yoluyla Isı Kazancı	SolAir	Dolaysız Güneş Işınımı	Havalandırma	Kayıplar



Şekil E1.5 Banyo saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya)



Şekil E1.6 Ebeveyn yatak odası saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Antalya)

Soğutma Yüğü

İletim Yoluyla Isı Kazancı

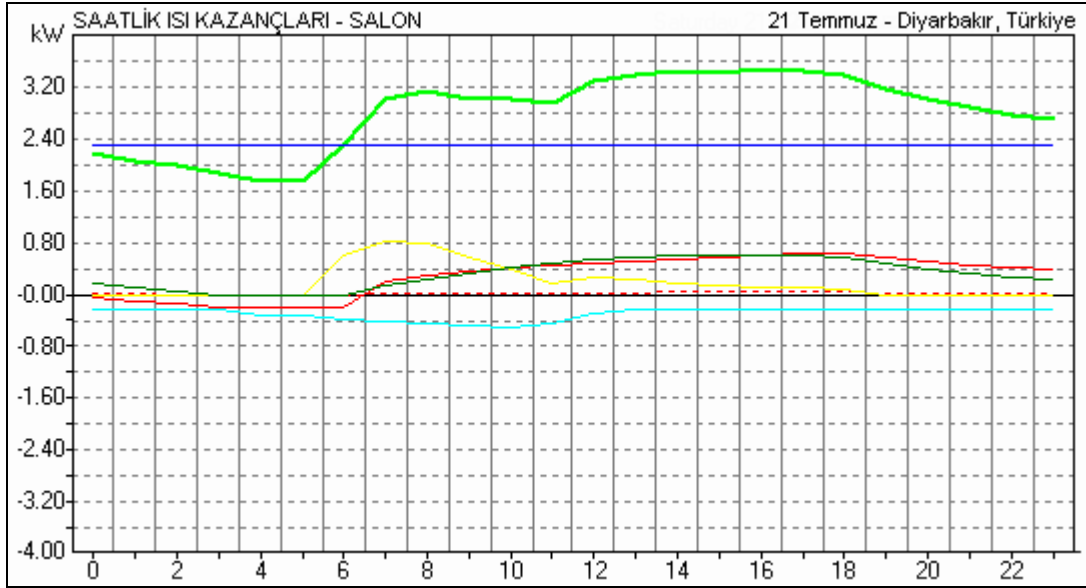
SolAir

Dolaysız Güneş Işınımı

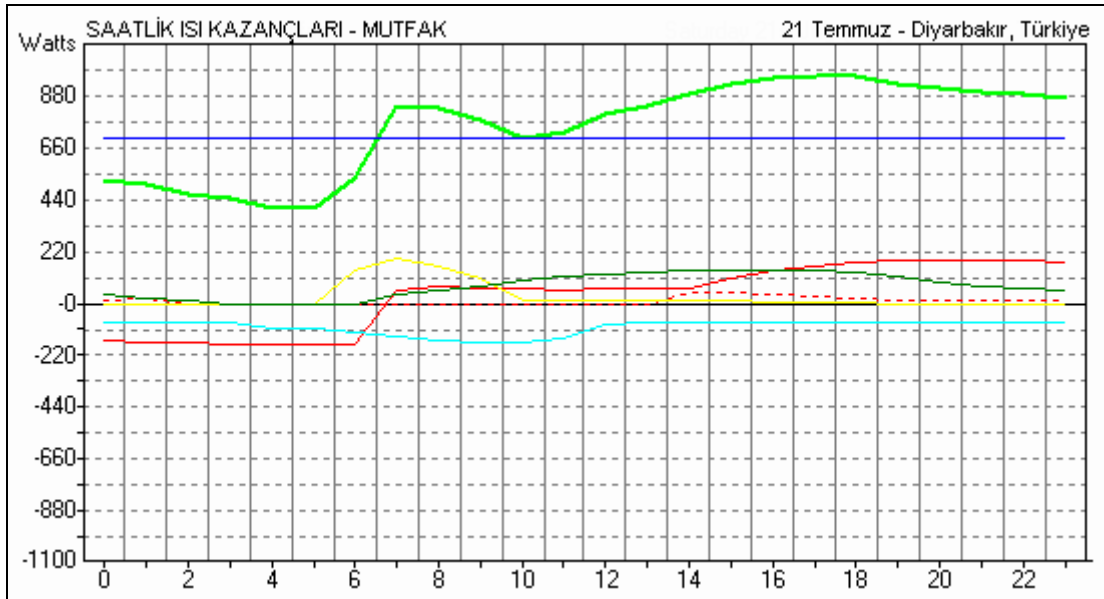
Havalandırma

Kayıplar

**Ek 2 Diyarbakır 21 Temmuz günü, örnek yapının her zonuna ait saatlik ısı kazancı grafikleri**

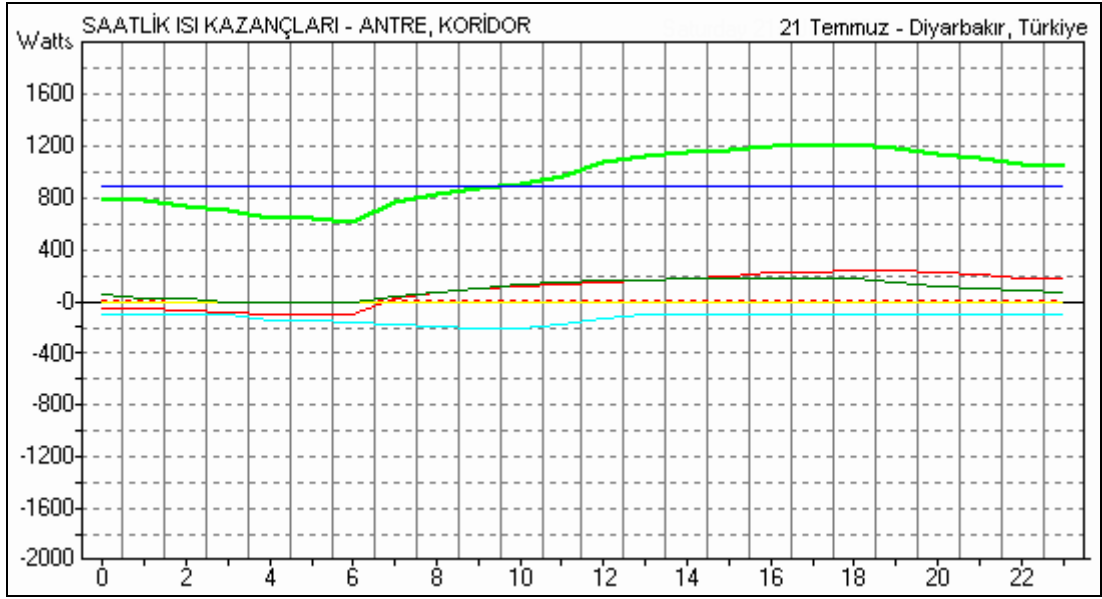


Şekil E2.1 Salon saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır)

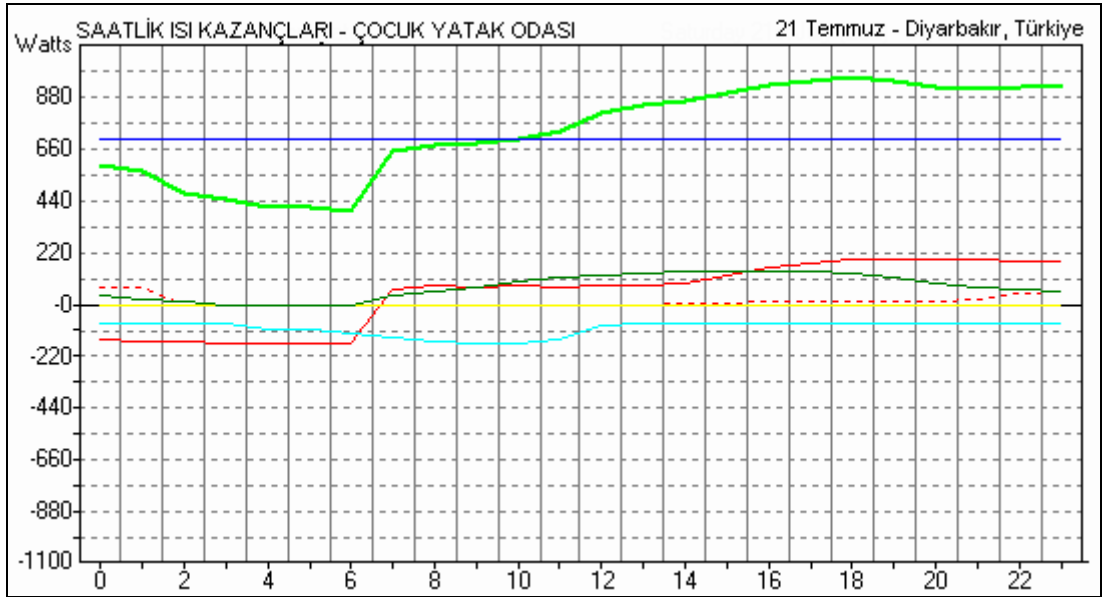


Şekil E2.2 Mutfak saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır)

Soğutma Yüğü	İletim Yoluyla Isı Kazancı	SolAir	Dolaysız Güneş Işınımı	Havalandırma	Kayıplar



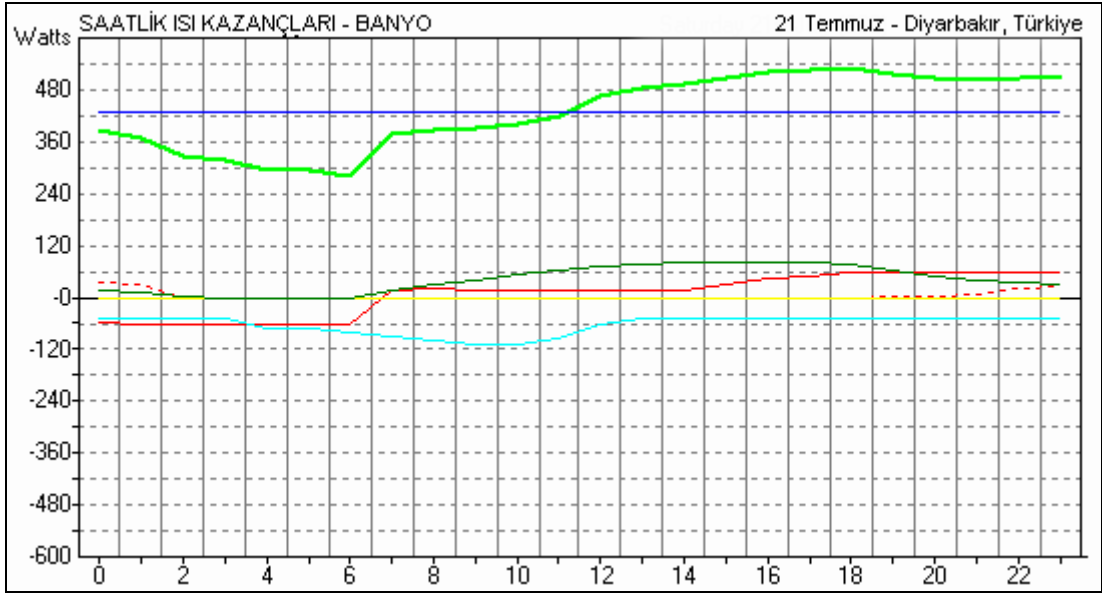
Şekil E2.3 Antre-koridor saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır)



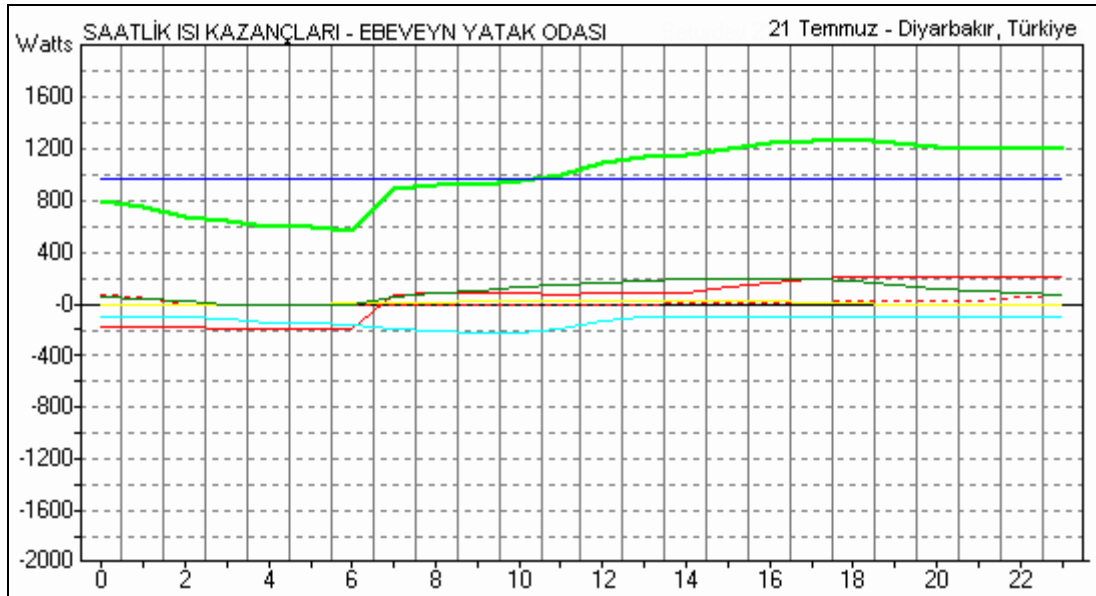
Şekil E2.4 Çocuk yatak odası saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır)

Soğutma Yüğü	İletim Yoluyla Isı Kazancı	SolAir	Dolaysız Güneş Işınımı	Havalandırma	Kayıplar





Şekil E2.5 Banyo saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır)



Şekil E2.6 Ebeveyn yatak odası saatlik ısı kazançları (21 Temmuz günü – Diyarbakır)

Soğutma Yükü	İletim Yoluyla Isı Kazancı	SolAir	Dolaysız Güneş Işınımı	Havalandırma	Kayıplar

**Ek 3 Bağıl neme bağlı olarak hissedilir sıcaklık (Dinler, 2000)**

**BAĞIL NEM, (%)**

	BAĞIL NEM, (%)												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
43	58												
42	54	58											
41	51	54	58										
40	48	51	54	58									
39	46	48	51	55	58								
38	43	46	48	51	54	58							
37	41	43	46	48	51	54	59						
36	38	41	43	45	47	51	54	58					
34	36	38	39	41	43	46	48	51	54	57			
33	34	36	37	38	41	42	44	47	39	52	55		
32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53	56
31	31	32	33	34	35	37	38	39	41	43	45	47	49
30	29	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44
29	28	29	29	30	31	32	32	33	34	36	37	38	39
28	27	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	35
27	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	30	30	31

SICAKLIK, °C

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	12.10.1963	
Doğum yeri	İstanbul	
Ortaokul	1975-1980	Özel Sainte Pulchérie Fransız Kız Ortaokulu
Lise	1980-1983	Özel Saint Michel Fransız Lisesi
Lisans	1983-1987	Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

**Çalıştığı kurumlar**

1987-1988	LT Mimarlık A.Ş., İstanbul
1988-1995	Aytaç Mimarlık Mühendislik Bürosu, Zonguldak
1995-2000	LT Mimarlık A.Ş., İstanbul
2000-2001	Hakan Kıran Mimarlık, İstanbul
2002-2003	Gusto Mimarlık-Siska İnşaat, İstanbul
2004-.....	İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Öğretim Görevlisi