

9. ISI KAZANCI HESABI

Bir yapının mimarı tasarımında yer alacak cihazların saptanabilmesinin ilk etabı, proje ön raporudur. Bu rapor mimar ve yatırımcı (mal sahibi) ile tartışılıp yapıda uygulanacak sistem keskinleştirilmelidir. Sistem seçiminden sonra binada kullanılacak cihazların kapasite tayini için binanın ısı kazancı hesabı yapılmalıdır. Aşağıda bir binanın basit olarak elle yapılabilecek ısı kazancı hesabı anlatılmıştır.

9.1. DIŞ ISI KAZANCI

9.1.1. Güneşten Radyasyonla Olan Isı Kazancı

Güneşten radyasyonla ısı kazancı pencerelerden meydana gelmektedir. Proje üzerinden pencere yön ve büyüklüklerinin belirlenmesi gereklidir. Pencere detayı çıkartılırken binanın iç mimarisine dikkat edilmelidir. İklimlendirilen mekan tek açık ofis şeklinde olabilir veya oda oda ayrılmış da olabilir. Buna göre, A. Pencere boyutları, B. Pencerenin yön durumu öğrenilmelidir. Mahallin güneş radyasyonundan kaynaklanan soğutma yükünü bulmak için pik yükün olduğu saati bulmak gerekir.

Örnek 1:

Şekil 9.1'de tek hacimli bir mekan için pencerelerden radyasyonla olan ısı kazancı hesabı örneği verilmiştir.

$$P_1 = 2,5 \text{ m}^2 \quad P_3 = 4,0 \text{ m}^2$$

$$P_2 = 1,8 \text{ m}^2 \quad P_4 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Doğu cephesindeki } \Sigma \text{ pencere alanı: } P_1 + P_2 = 4,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Batı cephesindeki } \Sigma \text{ pencere alanı : } P_4 = 2,5 \text{ m}^2$$

a) Pencere yoğunluğu Doğu, KD ve GD cephelerinde fazla ise pik yük saat 8.00 de oluşur.

b) Pencere yoğunluğu Batı, KB ve GB cephelerinde fazla ise pik yük saat 16.00 da oluşur.

$\Sigma P_{\text{doğu}} > \Sigma P_{\text{batı}}$ olduğu için pik yük saat 08.00'de oluşur. Pencereden olan ısı kazancı,

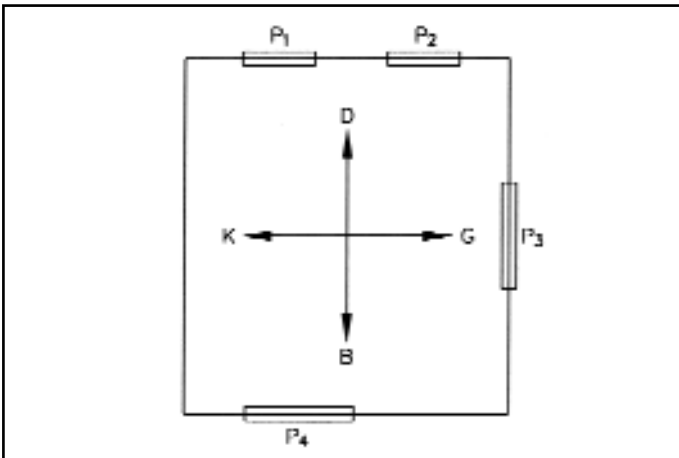
$$Q_R = F \times Q_G$$

olup burada F = (pencere alanı) Q_G = (radyasyonla gelen ısı akısı Watt/ m²)

$$Q_R = 4,3 \times 500 + 4 \times 50 + 2,5 \times 50 = 2475 \text{ Watt.}$$

Örnek 2:

Şekil 9.3'de bölüntülü mimarisi olan bir mekan için pencerelerden radyasyonla ısı kazancı hesabı örneği verilmiştir.



Şekil 9.1. ÖRNEK 1 İÇİN MİMARİ PLAN

YÖN	SAAT 08.00	SAAT 12.00	SAAT 16.00
BATI	50	50	500
DOĞU	500	50	50
GÜNEY	50	200	50
KUZEY	50	50	50
KUZEY DOĞU	350	50	50
GÜNEY DOĞU	350	150	50
GÜNEY BATI	50	150	350
KUZEY BATI	50	50	350

Tablo 9.2. Güneş radyasyonu ile çeşitli yöndeki düşey pencerelere gelen ısı akısı (Watt/m²) 40 °C kuzey enlemi

- Her müstakil alanın pik yük saati ayrı ayrı hesaplanmalı ve bu pik yükü karşılayacak soğutma gücü her mahal için sağlanmalıdır.
- Katın toplam soğutma yükünün bulunması için kat bazında ayrıca pik yükün olduğu saat belirlenmelidir.

a) Mahal 1: Pencere yoğunluğu KB, GB ⇒ pik yük 16.00'da oluşur.

$$Q_1 = 3 \times 350 + 4 \times 350 = 2450 \text{ W}$$

Mahal 2: P₂ ⇒ KB

P₃ ⇒ KD P₃ > P₂ ⇒ pik yük 08.00'de oluşur.

$$Q_2 = 3 \times 50 + 4 \times 350 = 1550 \text{ W}$$

Mahal 3: P₄ ⇒ KD pik yük 08.00'de oluşur.

$$Q_3 = 5,2 \times 350 = 1820 \text{ W}$$

Mahal 4: P₅ ⇒ GD pik yük 08.00'de oluşur.

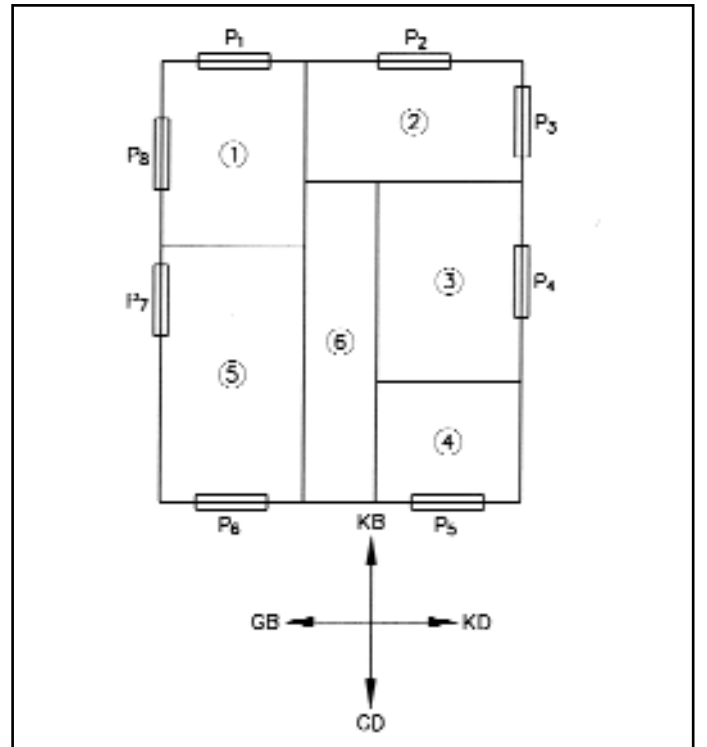
$$Q_4 = 3 \times 350 = 1050 \text{ W}$$

Mahal 5: P₆ ⇒ GD

P₇ ⇒ GB P₇ > P₆ ⇒ pik yük 16.00'da oluşur.

$$Q_5 = 3 \times 50 + 5,2 \times 350 = 1970 \text{ W}$$

Mahal 6: Güneş radyasyonundan gelen bir soğutma yükü yoktur.



Şekil 9.3. ÖRNEK 2 İÇİN MİMARİ PLAN

SONUÇ: Pencereleden güneş radyasyonu vasıtasıyla oluşan soğutma yükü 1 ve 5 nolu mahallerde saat 16.00 2, 3 ve 4 nolu mahallerde ise saat 08.00'de oluşmaktadır.

b) Katın pik yük saatini bulmak için:

$$P_{GB+KB} = P_7 + P_8 + P_1 + P_2 = 15,2 \text{ m}^2$$

$$P_{GD+KD} = P_5 + P_6 + P_3 + P_4 = 15,2 \text{ m}^2$$

Görüldüğü üzere pik yükün saat 16.00'da oluştuğu GD/KD cephelelerinde toplam pencere yüzeyi ile pik yükün saat 08.00'de oluştuğu GB/KB cephelelerindeki toplam pencere yüzeyi eşit çıkmıştır. Bu durumda her iki saat için soğutma yükünü hesap etmek gerekir.

$$Q_{kat} = (P_1 + P_2) q_{KB} + (P_3 + P_4) q_{KD} + (P_5 + P_6) q_{GD} + (P_7 + P_8) q_{GB}$$

$$\text{Saat 16.00 için} = 6 \times 350 + 9,2 \times 50 + 6 \times 50 + 9,2 \times 350 = 6 \text{ 080 W}$$

$$\text{Saat 08.00 için} = 6 \times 50 + 9,2 \times 350 + 6 \times 350 + 9,2 \times 50 = 6 \text{ 080 W}$$

Katın güneş radyasyonu sonucu oluşan pik soğutma yükü saat 08.00 ile saat 16.00 da eşittir. Eğer pencere yüzeyleri farklı veya eşit pencere halinde soğutma yükü farklı olsaydı, büyük olan değer ele alınacaktı. Ele alınan örnekte bunlar eşit olduğundan, katın güneş radyasyonu nedeniyle oluşan pik soğutma yükü, 6 080 W değerindedir.

NOT: Soğutma yükü hesabı yapılan yer en üst kat ise çatıdan gelen ısı yükünü hesaplamayı unutmamak gerekir.

Radyasyonla olan ısı kazancını azaltmak için çift cam veya renkli cam kullanılması çok faydalıdır. Pencereleden radyasyonla olan ısı kazancı hesaplandıktan sonra, **Tablo 9.4** yardımıyla camın özelliğine ve gölgeleme faktörüne bağlı olarak net radyasyonla olan ısı kazancı hesaplanır.

$$Q_{RN} = K \times Q_R$$

K = gölgeleme faktörü (**Tablo 9.4'den**)

Pencereleer sürekli gölgede kalıyorsa K = 0,10 alınabilir.

Q_R = Radyasyonla olan ısı kazancı

Q_{RN} = Net radyasyonla olan ısı kazancı.

Pencereleer devamlı gölgede kalıyorsa K=0,10 alınabilir.

	Gölgeleme yok	İçte jaluzi veya perde, Açık renk	İçte jaluzi veya perde, Koyu renk	Dışta jaluzi/tente
Normal cam	1.0	0.6	0.75	0.15-0.20
Çift cam	0.9	0.50	0.65	0.15-0.20
Renkli cam	0.40-0.60	-	-	-

Tablo 9.4. PENCERELERDE GÖLGELEME FAKTÖRLERİ

Örnek 3 :

Şekil 9.1'de verilen örnekte toplantı salonunun pencerelelerinde içte açık renk jaluzi vardır. Tüm jaluziler pencereleeri örtmektedir. Cam cinsi çift camdır. Bu durumda söz konusu mahal için radyasyonla olan ısı kazancı.

$$Q_{RN} = K \times Q_R$$

$$Q_{RN} = 0,5 \times 2.475 = 1237,5 \text{ Watt.}$$

9.1.2. Çatıdan Gelen Yükler

Çatıdan gelen ısı kazancı gün içinde değişim gösterir. Çatıdan gelen ısı kazancını **Tablo 9.5'deki** veriler ışığında, aşağıdaki formül yardımıyla bulunabilir:

$$Q_{ÇATI} = K \times F \times \Delta t_{eş}$$

K = Isı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

F = Çatı veya teras alanı (m²)

$\Delta t_{eş}$ = Eşdeğer sıcaklık farkı olup gün içinde zamana bağlı olarak değişir. (°C)

Isı geçirgenlik katsayısı K değerinin çatı yapı bileşenlerine bağlı olarak hesaplanması gereklidir. Yapı bileşenleri bilinmiyorsa pratik olarak aşağıdaki ısı geçirgenlik katsayıları kullanılabilir:

İzolesiz düz çatı veya eğimli çatılarda; K = 2,20 (W/m²k)

İzoleli (2,5 cm) düz veya eğimli çatılarda K = 1,0 (W/ m²k)

İzoleli (5 cm) düz veya eğimli çatılarda K = 0,6 (W/ m²k)

Örnek 4:

Şekil 9.1'deki mahalın binanın en üst katında olduğunu ve çatı alanının da 150 m² ve güneşe maruz 5 cm betonarme+ 5 cm izoleli çatı olduğunu kabul edelim. Çatıdan gelen toplam maksimum ısı kazancı saat 16.00 da oluşacak ve değeri:

$$Q_{ÇATI} = K \times F \times \Delta t_{eş}$$

$$= 0,6 \times 150 \times 32 = 2880 \text{ Watt}$$

Şekil 9.1 de pencereleden güneş radyasyonu sonucu oluşan pik yükün saat 08.00 gerçekleştiğini saptamıştık. Buna karşın çatıdan gelen kazancın pik olduğu saat 16.00 dır. Bu takdirde örneğe tekrar geri dönerek pik saati kontrol etmek gerekir.

$$\text{Saat 8.00 de } Q_{rad} = 2475 \text{ Watt}$$

$$Q_{çatı} = 0,6 \times 150 \times 3,3 = 297 \text{ Watt}$$

$$Q_{rad} + Q_{çatı} = 2475 + 297 = 2772 \text{ watt}$$

$$\text{Saat 16.00 } Q_{rad} = P_4 \times q_B = 2,5 \times 500 = 1250 \text{ Watt}$$

$$Q_{çatı} = 2880 \text{ Watt}$$

$$Q_{rad} + Q_{çatı} = 1250 + 2880 = 4130 \text{ Watt}$$

Görüldüğü üzere saat 16.00 oluşan $Q_{rad} + Q_{çatı}$ değeri saat 08.00 den fazladır; o halde Örnek 1'deki toplantı salonunun en üst katta olması halinde mahaldeki pik yük saat 16.00'da oluşmaktadır.

9.1.3. Duvar ve Pencereleden Konveksiyonla Olan Isı Kazancı

Duvarlardan konveksiyonla ısı kazancı

Proje üzerinden duvar yön ve büyüklüklerinin çıkartılması gereklidir. Duvar detayı çıkartılırken binanın iç mimarisine dikkat edilmelidir. Klima edilen mekan tek açık ofis şeklinde olabilir veya oda oda ayrılmış da olabilir. Duvardan konveksiyonla ısı kazancı aşağıdaki formül yardımıyla yapılabilir.

$$Q_{duv} = K \times F \times \Delta t_{eş} \text{ (W)}$$

K = ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

F = duvar alanı (m²)

$\Delta t_{eş}$ = eşdeğer sıcaklık olup gün içerisinde zamana bağlı olarak değişir. (°C)

Isı geçirgenlik katsayısı, yapı elemanları biliniyorsa aşağıda formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$\frac{1}{K} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_d}$$

α = ısı taşınım katsayısı (W/m²K)

d = duvar kalınlığı (m)

λ = ısı iletkenliği hesap değeri (W/mK)

Çatı konstrüksiyonunun cinsi	Güneş zamanı								
	öğleden önce			öğleden sonra					
	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Hafif konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz									
2,5 cm tahta veya 2,5 cm tahta + 5 cm izolasyon	6,7	21,1	30,0	34,4	27,8	14,4	5,6	2,2	0,0
Orta konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz									
5 cm betonarme veya 5 cm betonarme+ 5 cm izolasyon	3,3	17	27	28	32	18	7,8	3,3	1,1
5 cm alçı veya 5 cm alçı + 2,5 cm izolasyon	0,0	11,1	22,2	28,9	30,0	23,3	11,1	5,6	3,3
5 cm tahta veya 5 cm betonarme + 10 cm cam yünü kaplı tavan.									
Ağır konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz									
15 cm betonarme	2,2	3,3	13,3	21,1	23,6	24,4	17,8	10,0	6,7
15 cm betonarme+5 cm izolasyon	3,3	3,3	11,1	18,9	23,3	24,4	18,9	11,1	7,8
Gölgedeki çatılar									
Hafif konstrüksiyonlar	-3,2	0,0	3,3	6,7	7,8	6,7	4,4	1,1	0,0
Orta konstrüksiyonlar	-2,2	-1,1	1,1	4,4	6,7	6,7	5,6	3,3	1,1
Ağır konstrüksiyonlar	-1,1	-1,1	0,0	2,2	4,4	5,6	5,6	4,4	2,2

Tablo 9.5 GÜNEŞE MARUZ VE GÖLGEDEKİ ÇATILARA AİT ISI KAZANCININ HESAPLANMASI İÇİN, ($\Delta t_{eş}$) EŞDEĞER SICAKLIK FARKLARI (TABLO 40° KUZEY ENLEMİ İÇİN GEÇERLİDİR)

α değeri ısı geçiş yönüne bağlı olarak **Tablo 9.6'dan** alınabilir.
 Duvar yapı bileşenleri bilinmiyorsa ısı geçirgenlik katsayısı için pratik olarak aşağıdaki değerler alınabilir:
 İzoleli (3 cm strophor veya camyünü izoleli) 20 cm. delikli tuğla veya
 20 cm. İzobims / Ytong duvarlarda: $K = 0,75 \text{ W/m}^2\text{k}$
 İzolesiz 20 cm delikli tuğla duvarlarda: $1,60 \text{ W/m}^2\text{k}$
 İzolesiz 20 cm dolu tuğla duvarlarda: $2,3 \text{ W/m}^2\text{k}$
 İzolesiz 20 cm betonarme duvarlarda: $2,9 \text{ W/m}^2\text{k}$
 $\Delta t_{eş}$ değeri **Tablo 9.7'den**, duvar alanının en fazla olduğu yöne göre en fazla hangi saatte oluşuyorsa, söz konusu değer okunabilir. $\Delta t_{eş}$ değeri okunurken duvar rengi göz önüne alınmalıdır.
Pencerelerden konveksiyonla olan ısı kazancı:
 $Q_{pen} = K \times F \times \Delta t$
 K = Pencere ısı iletim katsayısı ($\text{W/m}^2\text{K}$) pencere özelliklerine bağlı olarak **Tablo 9.8 den** alınabilir.

Yüzey ve ısı akım yönü		Isı taşınım katsayısı ($\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)
1	Duvar yüzeyleri iç tarafında	7
2	Dış pencere yüzeyleri iç tarafında	10
3	Isı akımı aşağıdan yukarıya olan döşeme yüzeyleri	7
4	Isı akımı yukarıdan aşağıya olan döşeme yüzeyleri	5
5	Dış yüzeylerde	20

Tablo 9.6 İÇ VE DIŞ HAVA TARAFINDAKİ ISI TAŞINIM KATSAYILARI

F = Toplam pencere alanı (m^2)

Δt = iç - dış sıcaklık farkı. **Tablo 9.9 ve 9.10'dan yararlanarak** alınabilir. Pratikte bu değer 8°C olarak kabul edilir.

Klimatize edilmeyen mahaller ile olan sıcaklık farkları;

Klimatize edilmeyen komşu mekânlardan olan ısı kazancı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir.

$$Q = K \times F \times \Delta t$$

K = ısı iletim katsayısı ($\text{Watt/m}^2\text{k}$)

F = komşu duvar alanı (m^2)

Δt = sıcaklık farkı (**Tablo 11'den** alınabilir.)

9.1.4. Havalandırmadan Dolayı Gelen Soğutma Yükü

Yaşam mahallerinde kullanılan halı, kağıt, elektronik eşyalar, ter ve deri döküntülerinden oluşan kirlenme konfor şartlarını etkilemektedir. Ortamın uygun sıcaklıklar arasında tutulması her zaman konfor şartlarını sağlamaz. Bu bakımdan havalandırma şartının 12 ay boyunca sağlanması gereklidir. Taze hava miktarının belirlenmesinde mahallin amacı (büro, konut, sinema, çarşı, restaurant, bar vb.) önemli rol oynar.

Taze hava bağlantılarının her zaman maksimumda tutulup ayarlanabilir olması idealdir. Bunu sağlamak için kullanılacak taze hava vantilatörü hız anahtarı ile ayarlanabilir olması gerekmektedir. Özellikle dış hava sıcaklıklarının düşük olduğu gece ve bahar aylarında daha fazla taze hava olarak soğutma kapasitesini arttırmak mümkündür. (free cooling) **Tablo 9.12'de** kişi başına alınabilecek hava miktarları verilmiştir.

Kuzey yarım küresi duvar yönleri	Güneş zamanı																		Güney yarım küresi duvar yönleri
	Öğleden evvel									Öğleden sonra									
	8		10		12		14		16		18		20		22		24		
	Duvar rengi K = koyu A = açık																		
	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	

23 cm boşluklu tuğla yahut 20 cm briket

KD	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	5,6	8,9	5,6	5,6	3,3	6,7	5,6	7,8	6,7	6,7	5,6	4,4	4,4	GD
D	2,2	1,1	6,7	2,2	10,5	6,7	14,4	7,8	11,1	6,7	6,7	5,6	7,8	6,7	7,8	5,6	5,6	4,4	D
GD	1,1	0,0	1,1	0,0	8,9	4,4	11,1	6,7	11,1	7,8	7,8	6,7	7,8	6,7	6,7	5,6	4,4	3,3	KD
G	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	6,7	3,3	13,3	14,4	14,4	8,9	11,1	7,8	6,7	5,6	4,4	3,3	K
GB	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	3,3	2,2	6,7	14,4	14,4	10,0	16,7	11,1	14,4	10,0	4,4	3,3	KB
B	2,2	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	3,3	2,2	5,6	10,0	10,0	7,8	16,7	12,2	17,8	12,2	10,0	7,8	B
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	2,2	1,1	4,4	6,7	6,7	5,6	12,2	10,0	16,7	12,2	5,6	4,4	GB
K (gölge)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0,0	0,0	3,3	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	3,3	3,3	G (gölge)

23 cm dolu tuğla yahut 35 cm boşluklu tuğla yahut 30 cm briket

KD	1,1	1,1	1,1	1,1	5,6	1,1	8,9	4,4	7,8	4,4	5,6	3,3	5,6	4,4	5,6	5,6	5,6	4,4	GD
D	4,4	5,3	4,4	4,4	7,8	4,4	1,0	5,6	10,0	5,6	7,8	4,4	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	D
GD	4,4	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	7,8	5,6	10,0	6,7	8,9	6,7	6,7	5,6	6,7	5,6	6,7	5,6	KD
G	2,2	1,1	2,2	2,2	2,2	1,1	2,2	1,1	5,6	3,3	8,9	5,6	8,9	6,7	6,7	5,6	5,6	4,4	K
GB	4,4	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	4,4	2,2	5,6	3,3	6,7	4,4	11,1	6,7	13,3	8,9	11,1	7,8	KB
B	4,6	2,2	3,3	3,3	3,3	3,3	4,4	3,3	5,6	3,3	7,8	4,4	11,1	8,9	13,3	8,9	13,3	8,9	B
KB	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	1,1	3,3	2,2	4,4	3,3	5,6	4,4	8,9	7,8	10,0	7,8	GB
K (gölge)	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	3,3	3,3	4,4	4,4	4,4	4,4	3,3	3,3	G (gölge)

33 cm tuğla duvar

KD	4,4	3,3	4,4	3,3	4,4	2,2	4,4	2,2	5,6	2,2	6,7	3,3	6,7	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	GD
D	6,7	4,4	6,7	4,4	6,7	4,4	5,6	3,3	6,7	4,4	7,8	5,6	7,8	5,6	7,8	4,4	7,8	4,4	D
GD	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6,7	4,4	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	4,4	KD
G	4,4	3,3	4,4	3,3	3,3	2,2	3,3	2,2	3,3	2,2	4,4	2,2	5,6	3,3	6,7	4,4	6,7	4,4	K
GB	3,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	4,4	5,6	4,4	6,7	4,4	7,8	5,6	KB
B	6,7	4,4	6,7	4,4	6,7	4,4	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6,7	4,4	8,9	5,6	B
KB	4,4	3,3	4,4	3,3	4,4	2,2	4,4	2,2	4,4	2,2	4,4	2,2	4,4	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	GB
K (gölge)	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	G (gölge)

20 cm betonarme yahut taş yahut 15 veya 20 cm beton blokları

KD	2,2	1,1	2,2	0,0	8,9	4,4	7,8	4,4	5,6	3,3	6,7	4,4	6,7	5,6	5,6	4,4	4,4	3,3	GD
D	3,3	2,2	7,8	4,4	13,3	6,7	13,3	6,7	10,0	5,6	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	5,6	4,4	D
GD	3,3	1,1	3,3	3,3	8,9	5,6	10,0	6,7	10,0	6,7	7,8	6,7	6,7	5,6	6,7	5,6	5,6	4,4	KD
G	1,1	0,6	1,1	1,1	2,2	0,6	6,7	3,3	8,9	6,7	10,0	6,7	7,8	6,7	5,6	4,4	4,4	3,3	K
GB	3,3	1,1	2,2	2,2	3,3	1,1	4,4	2,2	7,8	5,6	12,2	8,9	13,3	8,9	12,2	8,9	5,6	4,4	KB
B	3,3	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	4,4	3,3	6,7	4,4	11,1	7,8	15,6	10,0	14,4	10,0	7,8	5,6	B
KB	4,0	1,1	2,2	2,2	2,2	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	6,7	5,6	11,1	7,8	12,2	8,9	4,4	3,3	GB
K (gölge)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	4,4	4,4	3,3	3,3	2,2	2,2	G (gölge)

30 cm betonarme yahut taş

KD	3,3	2,2	3,3	1,1	3,3	1,1	7,8	4,4	7,8	4,4	5,6	4,4	5,6	4,4	6,7	5,6	5,6	4,4	GD
D	5,6	3,3	4,4	3,3	5,6	3,3	10,0	5,6	10,0	6,7	8,9	5,6	6,7	5,6	7,8	5,6	7,8	5,6	D
GD	4,4	2,2	4,4	2,2	3,3	2,2	7,8	4,4	8,9	5,6	8,9	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	6,7	5,6	KD
G	3,3	2,2	2,2	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	5,6	3,3	7,8	5,6	8,9	6,7	7,8	5,6	5,6	4,4	K
GB	4,4	2,2	4,4	2,2	3,3	2,2	3,3	2,2	4,4	3,3	5,6	4,4	10,0	7,8	11,1	7,8	10,0	6,7	KB
B	5,6	3,3	4,4	3,3	4,4	3,3	5,6	3,3	5,6	3,3	6,7	4,4	8,9	5,6	13,3	7,8	12,2	7,8	B
KB	3,3	2,2	3,3	1,1	3,3	1,1	3,3	2,2	3,3	2,2	4,4	3,3	5,6	4,4	10,0	6,7	11,1	7,8	GB
K (gölge)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	4,4	4,4	3,3	3,3	G (gölge)

Tablo 9.7. GÜNEŞE MARUZ VE GÖLGEDEKİ DUVARLARA AİT ISI KAZANCININ HESAPLANMASI İÇİN ($\Delta t_{eş}$) EŞDEĞER SICAKLIK FARKLILIKLARI

Pencereler ve Kapılar	Isı geçirme katsayısı (kcal/hm ² °C)
Ahşap pencere ve kapılar	
Basit tek camlı pencere ve dış kapı	4.5
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 6 mm)	2.8
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 12 mm)	2.5
Camsız dış kapı	3.0
Kasalı çift kanatlı pencere ve dış kapı	2.2
Metal pencere ve kapılar	
Basit tek camlı pencere ve dış kapı	5.0
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 6 mm)	3.4
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 12 mm)	3.1
Kasalı çift kanatlı pencere ve dış kapı	2.8
Plastik (PVC) pencereler	
Basit tek camlı pencere	4.3
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere	2.2

Tablo 9.8. PENCERE VE KAPILARIN ISI GEÇİRME KATSAYISI.

Havalandırmadan dolayı gelen soğutma yükü:

Duyulur ısı kazancı $Q_d = 4 \times n \times v$ (Watt)

Gizli ısı kazancı $Q_g = 3 \times n \times v$ (Watt)

$Q_T = 7 \times n \times v$ (Watt)

n = insan sayısı

v = insan başına gerekli hava miktarı (m³/h)

9.2. İÇ ISI KAZANCI

İç ısı enerji kaynakları, bir alanın toplam ısı kazancını oldukça artırabilirler. Tamamen izole, dış ortamla herhangi bir ilişkisi olmayan bir iç alanda, bütün ısı kazancı iç kaynaklardan olacaktır. İç ısı kaynaklarını insanlar, aydınlatma, pişirme cihazları ve elektrikli makineler gibi genel kategoriler halinde ayırabiliriz.

Bütün iç ısı kaynaklarının tam olarak tanımlanamaması ısı kazancının oldukça küçük olmasına, iç ısı kaynaklarının çok marjlı seçilmesi ise oldukça büyük yükler alınmasına sebep olabilir. Her iki durum da istenmemektedir. İç ısı kazancı hesabındaki zorluk insanların, aydınlatma yükünün ve ekipman yükünün ne zaman olduğunu tam bilememekten kaynaklanır. Örneğin, büyük bir ofiste bütün çalışanların her an bulunacağını, bütün aydınlatmanın ve ekipmanların hepsinin aynı anda çalışacağını varsayılması doğru olmayacaktır. Ama, binadaki belirli bir oda için toplam insanların yerinde olduğu, aydınlatma ve ekipmanın tam yükte çalıştığı varsayılarak odanın toplam ısı kazancı hesabı yapılır. Özetle, her hangi bir oda tam yüklü olabilir ama bütün bina hiçbir zaman tam yüklü olmayacaktır. Buna göre, hava soğutma ve dağıtma sistemleri alan yüklerini tam karşılayacak şekilde dizayn edilmeli, ama merkezi soğutma sistemi farklı zamanlarda kullanımları göz önüne alarak, daha düşük kapasiteli olarak dizayn edilmelidir. Bütün binaların iç yük dağılımı ve kullanılması zamanı eldeki bilgiler, tecrübe ve yargı kullanılarak belirlenmelidir.

Şehirler	KIŞ		YAZ	
	Dış hesap sıcaklığı°C	Rüzgar durumu	Kuru ter. Sıcaklığı°C	Yaş ter. Sıcaklığı°C
Adana	0	R	38	26
Adapazarı	-3	R	35	25
Afyon	-12	R	34	21
Ankara	-12	R	34	20
Antakya	0	R	37	28
Antalya	3	R	39	28
Aydın	-3	R	40	26
Balıkesir	-3	R	37	25
Bandırma	-6	R	34	25
Bilecik	-9	R	34	23
Bolu	-15	R	33	23
Burdur	-9	R	36	21
Bursa	-6	R	37	25
Çanakkale	-3	R	34	25
Çankırı	-15	R	37	23
Çorum	-15	R	35	22
Denizli	-6	R	38	24
Diyarbakır	-9	R	43	23
Edirne	-9	R	37	25
Elazığ	-12	R	38	21
Erzincan	-18	R	36	22
Erzurum	-21	R	30	19
Eskişehir	-12	R	34	22
G.Antep	-9	R	39	23
Giresun	-3	R	29	25
İğdır	-18	R	36	25
Isparta	-9	R	34	21
İskenderun	3	R	37	29
İstanbul	-3	R	33	24
İzmir	0	R	37	24
Kars	-27	R	30	20
Kastamonu	-12	R	34	22
Kayseri	-15	R	36	22
Kırşehir	-12	R	35	21
Kocaeli	-3	R	36	25
Konya	-12	R	34	21
Kütahya	-12	R	33	21
Malatya	-12	R	38	21
Manisa	-3	R	40	25
Mardin	-6	R	38	23
Mersin	3	R	35	29
Muğla	-3	R	37	22
Niğde	-15	R	34	20
Rize	-3	R	30	26
Samsun	-3	R	32	25
Siirt	-9	R	40	23
Sinop	-3	R	30	25
Sivas	-18	R	33	20
Tekirdağ	-6	R	33	25
Trabzon	-3	R	31	25
Urfa	-6	R	43	24
Uşak	-9	R	35	22
Van	-15	R	33	20
Yozgat	-15	R	32	20
Zonguldak	-3	R	32	25

Tablo 9.9. İLLERE BAĞLI PROJE SICAKLIKLARI

DIŞ HAVA SICAKLIĞI °C	ODA SICAKLIĞI °C	ODA NEMİ %
20	20	80
22	21	75
24	22	72
25	22,5	70
26	23	68
28	24	64
30	25	60
32	26	50
34	27	45
36	28	40-30
38	29	40-30
40	30	35-30

Tablo 9.10. KONFOR KLİMASINDA DIŞ HAVA SICAKLIKLARINA BAĞLI ODA İÇ SICAKLIKLARI VE NEM ORANLARI

Cinsi	Sıcaklık farkı °C
Klimatize edilmeyen mahallere bitişik duvarlar	5,5
Mutfak, kazan dairesi, çamaşırhane gibi mahallere bitişik duvarlar	14
Klimatize edilmeyen mahallerin üstündeki döşemeler	5,5
Toprak üstündeki döşemeler	0
Mutfak, kazan dairesi, çamaşırhane gibi mahallerin üstündeki döşemeler	19,5
Üstünde klimatize edilmeyen mahal bulunan tavanlar	5,5
Üstünde mutfak çamaşırhane gibi kısımlar bulunan tavanlar	11

Tablo 9.11. KLİMATİZE EDİLMİYEN MAHALLER İLE OLAN SICAKLIK FARKLARI

Mahaller	İnsan sayısı Kişi/100 m ²	Kişi başına min. taze hava m ³ /h.
Restorantlar	80-100	50-60
Barlar, kokteyl salonu	100	50-60
Konferans, toplantı salonu	60	35
Ofisler	10-15	35
Kumarhaneler	120	50
Mağazalar, showromlar	20	20
Süpermarket	20	25
Tiyatrolar, sinemalar	150	25
Kütüphaneler	20	25
Sınıflar (okullar)	50	25
Spor salonları	40	50
Diskotekler, balo salonları	100	50
Ocakbaşı	35	50-60
Sinema	Koltuk sayısına bağlı	25-50
Berber, kuaför	25	50

Tablo 9.12. KİŞİ BAŞINA TAZE HAVA MİKTARLARI

9.2.1. İnsanlardan Gelen Isı Kazancı

İnsandan gelen ısı kazancı duyulur ve gizli ısı olarak iki kısma ayrılır. Duyulur ve gizli ısının toplamı, yapılan aktivitenin türüne göre değişmektedir. Genel olarak, duyulur ısının oranı aktivitenin miktarının artmasıyla artar. Tablo 9.13'de klimatize edilen mekanlardaki insanların oluşturduğu ısı kazancı değerleri verilmiştir.

MAHALLER	DUYULUR	GİZLİ	TOPLAM
Okullar, tiyatro, sinema	70	40	110
Ofisler, konutlar, oteller	70	60	130
Mağazalar, dükkanlar	70	60	130
Bankalar	75	70	145
Restorantlar	80	80	160
Diskotekler, barlar	95	150	245
Spor salonları	150	275	425

Tablo 9.13 İNSANLARDAN OLAN ISI KAZANCI (W/kişi)

9.2.2. Aydınlatmadan Oluşan Isı Kazancı

Aydınlatma genel olarak iç ısı kazancının en önemli elemanı olduğundan, doğru bir iç ısı kazancı hesabı için aydınlatma yükünün iyi hesaplanması gerekmektedir. Herhangi bir andaki ısı kazancının oranı, ortamdaki aydınlatmaya sağlanan o anki güçten oldukça farklı olabilir. Lambalar gibi ışık kaynaklarının yuvalarıyla ilgili elemanlardan yüklü bir ilave geliyor olsa da, aydınlatmadan gelen ısının ana kaynağı ışık yayan elementler veya lambalardır. Klima yapılan hacimlerdeki aydınlatma tesisatından gelen ısı kazancı:

$$Q_A = (Q_{TA} \times k_1 \times k_2)$$

$$Q_{TA} = \text{Mahaldeki toplam aydınlatma gücü (W)}$$

$$k_1 = \text{Kullanma faktörü}$$

$$k_2 = \text{Özel armatür faktörü 1,0-1,2}$$

Aydınlatmadan gelen ısı kazancının hesabında en önemli konu kullanma faktörünün tayinidir. Ofis, mağaza, dükkan, konferans ve toplantı salonları gibi ticari binalarda $k_1 = 1$ olarak alınacaktır. Konut ve otel odalarında güneş yükünün maksimum olduğu saatlerde, genellikle çok düşük aydınlatma yapıldığı için, aydınlatmadan gelen yükler aşırı olmadığı sürece ihmal edilebilir. Keza sinema ve tiyatrolarda da sahne aydınlatması hariç genel aydınlatma ihmal edilebilir. Aydınlatmadan dolayı m² ye gelen yükler için aşağıdaki tecrübi değerler kullanılabilir.

$$\text{Konutlar, otel odaları} : 20 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Ofisler, konferans salonları} : 30-50 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Mağazalar, showromlar} : 100-150 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Süpermarketler (yiycek bölümü)} : 60-80 \text{ W/m}^2$$

$$\text{(avize bölümü)} : 600-900 \text{ W/m}^2$$

$$\text{(elektronik eşya)} : 300-500 \text{ W/m}^2$$

9.2.3. Cihazlardan gelen ısı kazancı;

Klimatize edilen alanın içindeki bir ekipman elektrik motoru ile çalıştırılıyorsa, ısı eşdeğeri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır:

$$q_m = (P/E_m) \cdot F_1 \cdot F_u$$

$$q_m = \text{motor ısı eşdeğeri, (kW)}$$

$$P = \text{motor gücü (kW)}$$

$$E_m = \text{motorun verimi, ondalık oran olarak } < 1,0$$

YAPI CİNSLERİ	Duyulur Isı Oranı			Toplam Soğutma Yüğü kcal/m ² h			Oda Duyulur Isısı kcal/m ² h			Yoğunluk m ² / Şahıs			Aydınlatma Watt / m ²			Kişi Başına Toplam Soğutma Ton / Şahıs			Havalandırma m ³ / h, m ²		
	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.	Düş.	Nor.	Yük.
Apartmanlar, otel odaları	0.80	0.84	0.94	35	54	81	24	33	46	9.3	16.3	30.2	2.2	6.5	9.7	0.446	0.58	0.72	9.1	12.8	16.5
Sanat müzeleri ve kütüph.	0.80	0.83	0.90	81	138	203	54	95	422	3.7	5.6	7.4		10.8	21.5	0.12	0.23	0.40	16.8	29.3	38.4
Bankalar (özel ofisler hariç)	0.75	0.83	0.88	95	146	203	57	103	130	3.7	5.5	7.4	9.4	16.1	24.7	0.135	0.258	0.405	20.1	36.6	45.7
Büyük mağazalar																					
Bodrum kat	0.65	0.73	0.85	65	92	106	43	57	71	1.9	2.3	2.8	8.5	20.4	22.6	0.066	0.113	0.126	13.7	18.3	22.0
Zemin kat	0.72	0.80	0.88	71	108	163	49	81	117	1.5	2.3	4.1	15.4	32.3	54.9	0.078	0.106	0.145	15.5	25.6	36.6
Üst katlar	0.74	0.82	0.94	65	84	108	43	57	71	3.6	5.2	6.8	12.8	20.4	32.3	0.107	0.125	0.227	13.7	18.3	22.0
Oteller genel hacimler	0.74	0.82	0.89	87	144	201	54	98	125	3.7	5.4	7.2	9.1	12.9	23.7	0.13	0.24	0.41	16.8	31.1	38.4
Ofis binaları	0.84	0.91	0.93	62	98	141	52	71	100	7.5	10.2	12.1	8.9	17.7	28.0	0.204	0.283	0.389	18.3	23.8	34.8
Ofisler küçük odalar	0.82	0.89	0.93	89	122	174	65	89	117	4.6	6.8	11.9	5.7	15.5	36.6	0.195	0.308	0.463	22.0	31.1	40.2
Lokantalar	0.65	0.72	0.80	244	320	420	108	141	217	1.2	1.4	1.6	16.1	18.3	21.5	0.121	0.164	0.225	32.9	43.9	67.7
Özel dükkanlar																					
Berber ve güzellik salonları	0.69	0.80	0.91	136	206	317	89	152	244	2.3	3.8	4.3	29.3	54.9	100.0	0.140	0.262	0.392	27.4	47.6	76.8
Elbise, konfeksiyon	0.70	0.796	0.85	95	117	176	54	71	95	2.8	3.7	4.6	8.0	19.0	37.7	0.087	0.143	0.271	16.5	22.0	29.3
Eczane	0.66	0.72	0.79	182	239	296	108	136	146	1.6	2.1	3.3	10.8	19.7	26.9	0.180	0.198	0.240	32.9	42.1	54.9
Oyun salonları	0.65	0.725	0.825	95	149	271	41	84	114	1.4	2.2	3.3	12.3	26.9	58.1	0.075	0.102	0.168	12.8	25.6	36.6
Şapka	0.72	0.79	0.86	103	122	176	60	76	108	2.8	3.7	4.6	8.1	19.4	29.1	0.088	0.145	0.273	18.3	23.8	34.8
Ayakkabı	0.74	0.795	0.877	108	149	217	71	95	122	1.8	2.8	4.6	12.9	19.4	32.3	0.100	0.146	0.185	22.0	29.3	38.4
Tiyatrolar, aditoryumlar	0.65	0.70	0.722	160	168	178	82	91	97	0.563	0.709	1.804	-	-	-	0.053	0.055	0.059	26	34	51
Okullar, kolejler, üniversite										1.9	2.3	2.8	21.5	43.1	64.6	0.085	0.134	0.201	18.3	29.3	40.3
Fabrika: Makina alanları										2.3	3.3	4.6	32.3	48.4	64.6	0.103	0.237	0.547	36.6	65.9	101
Hafif imalat										9.3	13.9	18.6	96.9	10.8	12.9	0.500	1.000	2.000	29.3	45.8	69.5
Ağır imalat										18.6	23.2	27.9	16.1	48.4	64.6	2.000	3.135	4.982	45.8	73.2	119
Hastaneler: Hasta odaları										2.3	4.6	7.0	10.8	16.1	21.5	0.090	0.225	0.458	6.0	10.1	12.3
Genel hacimler										4.6	7.4	9.3	10.8	16.1	21.5	0.282	0.569	0.912	18.3	22.9	26.5
Konutlar : Büyük										19.6	38.2	56.7	10.8	21.5	53.8	0.352	0.822	1.606	14.6	22.0	29.3
Orta										19.6	33.5	56.7	7.5	16.1	32.3	0.302	0.656	1.524	12.8	20.1	25.6

Tablo 9.14. SOĞUTMA YÜKÜ HESAPLARINDA, BULUNAN DEĞERLERİN KONTROLÜ İÇİN (DEĞER MUKAYESE TABLOSU)

F_1 = motor-yük faktörü

F_u = motor-kullanma faktörü

Motor-kullanma faktörü, motorun işletme saatleri arasında kayda değer sürelerce çalışmadığı biliniyorsa (örneğin, kapı açma cihazı gibi) kullanılabilir. Ticari uygulamalar için 1,0 olarak alınır.

Motor-yük faktörü, soğutma yükü hesabının şartları altındaki verilen yükün oranını verir. Yukarıdaki formülde motorun ve cihazın aynı klimatize edilen alanda olduğu varsayılmıştır. Eğer cihaz klimatize alanın içindeyken motor alanın veya hava akımın dışında ise formül aşağıdaki şekle gelecektir:

$$q_m = P \cdot F_1 \cdot F_u$$

Eğer motor içeride, motorla çalışan ekipman klimatize edilen alanın veya hava akımının dışında ise formül aşağıdaki şekle gelecektir:

$$q_m = P \cdot [(1,0 - E_m) / E_m] \cdot F_1 \cdot F_u$$

Bu formül, klimatize alandan dışarı hava veya sıvı atan, alan için-

deki fan veya pompa için de geçerlidir. Uygulama alanındaki voltaj, cihazların plakalarında yazan voltaj değerinden daha az veya yüksek olabilir. Her iki durumda da verim düşecektir. Eğer elektrik motorunun yükü, toplam soğutma yükünün belli bir kısmını oluşturuyorsa, verim değeri üreticiye danışılmalıdır. Ayrıca, tasarıma bağlı olarak, maksimum verim toplam yükün %75 ile %110'u arasında oluşur; eğer az veya aşırı yükleme yapılırsa verim değeri üreticinin listesindeki değerden farkedebilir.

Bir motorun oluşturduğu ısı genelde aşırı yükleme limitleri içindeyken motor yüküyle doğru orantılıdır. Tipik yüksüz motorlarda, sabit kayıplar ve diğer sebeplerden dolayı F_1 bire eşit olarak alınır. Durum sabitlenmediyse az veya aşırı yükleme durumları için düzeltme yapmaya gerek yoktur. F_1 doğru olarak belirlenebilir ve azaltılmış yük verimi verileri motor üretici firmadan elde edilebilir. Üreticinin teknik verileri aksini söylemedikçe, soğutma yükü hesapları için ısı

KULLANIM ÖZELLİĞİ	YAPI ÖZELLİĞİ	ISI KAZANCI HESABI
Ev Banka şubesi Büro Toplantı salonu(küçük) Mağaza(küçük)	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	Klimatize edilecek alanın M ² 'si başına 100 kcal/h m ²
Ev Banka şubesi Büro Toplantı salonu(büyük) Mağaza(büyük)	Eski bina Tek camlı pencere İzolesiz duvar İzolesiz çatı Giydirme cephe Boydan boya cam	Klimatize edilecek alanın M ² 'si başına 130 kcal/h m ²
Restaurant Kafeterya Konferans salonu	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	80 kcal/h m ² + (insan sayısı x 100 kcal/h)
Sinema salonu	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	İnsan sayısı x 100 kcal/h
Bar Gece kulübü Diskotek	Yeni bina Pencereler çift camlı İzotuğla ve izoleli duvar İzoleli çatı Özellikle girdirme cephe değil Boydan boya cam değil ise	İnsan sayısı x 200 kcal/h Bu mahallerde ayrıca elektrik ve aydınlatma yükü hesaba alınmalıdır.

Tablo 9.15 GLOBAL ISI KAZANCI DEĞERLERİ (HAVALANDIRMA KAZANÇLARI HARİÇ)

kazancının %70'i radyasyon %30'u konveksiyon olarak bölünür. Klima edilen ortamda muhtelif ısı yayan elemanlar var ise verdikleri ısı, ürün kataloglardan tespit edilerek toplam ısı kazancına eklenmelidir. Örneğin, Bilgisayar 116 W/adet ve Fotokopi 290 W/adet

9.3. PRATİK SOĞUTMA YÜKÜ DEĞERLERİ

Tablo 9.14'de pratikte karşılaşılan soğutma yükü değerleri karşılaştırma için bir arada verilmiştir. Hesaplanan soğutma yüklerinin normal hallerde bu tabloda verilen değerler arasında olması beklenir. Elbette bu tablo sınırlayıcı ve bağlayıcı değildir. Tablo 9.15'de ise çeşitli tip yapılar için global ısı kazancı değerleri verilmiştir.