

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

—

**ISITMA ve SOĞUTMA İÇİN NET ENERJİ İHTİYACININ
HESAPLANMASI**

VE

SİSTEM ESASLARI

1. GİRİŞ

Bina enerji performansı hesaplama yöntemi, binanın enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin, binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için geliştirilmiştir. Hesaplama yöntemi konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller ile alışveriş ve ticaret merkezleri gibi bina tipolojilerindeki mevcut ve yeni binaların enerji performansını değerlendirmek için kullanılır.

Bu hesaplama yöntemi;

- Proje aşamasındaki binalar için çeşitli tasarım alternatiflerinin enerji performanslarının karşılaştırılması,
 - Mevcut binaların enerji performansının standartlaştırılmış seviyesinin gösterilmesi,
 - Mevcut binalarda enerji ihtiyacının hesaplanması yolu ile enerji verimliliği tedbirlerinin uygulanması ve uygulanmaması durumlarının değerlendirilmesi,
 - Bina stoğunu temsil edecek nitelikteki tipik binaların enerji kullanımlarının hesaplanması yolu ile bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte gelecekteki enerji kaynağı ihtiyacı konusunda öngörüle bulunulması,
 - Zaman içerisinde tanımlanan bileşenlerden milli bileşen kütüphanesi oluşturma gibi ulusal veri tabanlarının geliştirilmesi,
- gibi uygulamalarda kullanılabilir.

1.1 Kapsam

Bu hesaplama yöntemi, bina enerji performansını değerlendirirken;

- Binaların Binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
 - Net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma-soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini,
 - Havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini,
 - Binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını,
 - Sıhhi (kullanım) sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını,
- kapsamaktadır.

Hesaplama yönteminin bu bölümünde binaların sadece ısıtılması ve soğutulması için gerekli olan net enerji ihtiyacının hesaplanması yöntemi açıklanmaktadır.

Bu yöntemle elde edilebilecek başlıca çıktılar aşağıda belirtilmiştir:

- Binanın ısıtılması için yıllık net enerji ihtiyacı.
- Binanın soğutulması için yıllık net enerji ihtiyacı.

Not: Saatlik hassasiyette hesap yapan bu yöntem ile yıllık, aylık, haftalık, günlük enerji kullanım ve ihtiyaç değerlerine de ulaşılabilir.

2. ATIF YAPILAN/YARARLANILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR

Bu yöntemde tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin çok sayıda standart ve/veya dokümanlardan yararlanılmıştır. Bunların başlıcaları **Tablo 2.1'** de listelenmiş, bir kısmı da metin içerisinde gerekli yerlerde belirtilmiştir.

Tablo 2.1 Yararlanılan kaynaklardan başlıcaları

IEC, ISO, EN, TS No	Adı (İngilizce)	Adı (Türkçe)
TS EN ISO 52016-1	Energy performance of buildings - Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads - Part 1: Calculation procedures (ISO 52016-1:2017)	Binaların enerji performansı - Isıtma ve soğutma, iç sıcaklıklar ve mantıklı ve gizli ısı yükleri için enerji gereksinimleri - Bölüm 1: Hesaplama prosedürleri (ISO 52016-1: 2017)
TS EN ISO 13789	Thermal performance of buildings - Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method (ISO 13789:2007)	Binaların ısı performans-Transmisyon ısı kaybı katsayısı-Hesaplama metodu (ISO 13789:2007)
TS EN 16798-1	Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6	Binaların enerji performansı - Binalar için havalandırma - Bölüm 1: Binaların enerji performansının tasarımı ve değerlendirilmesi için iç ortam çevresel girdi parametreleri iç ortam hava kalitesi, termal ortam, aydınlatma ve akustik ele alma - Modül M1-6
TS 825	Thermal insulation requirements for buildings	Binalarda ısı yalıtım kuralları
TS EN ISO 14683	Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values (ISO 14683:2017)	Bina inşaatında termik köprüler - Doğrusal ısı geçirgenliği - Basitleştirilmiş yöntemler ve varsayılan değerler (ISO 14683: 2017)
TS EN ISO 10456	Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values (ISO 10456:2007)	Yapı bileşenleri ve yapı mamulleri - Hıgrotermal özellikler - Beyan ve tasarım ısı değerlerinin tayini için çizelge halinde verilmiş tasarım değerleri ve işlemleri (ISO 10456:2007)
TS EN ISO 10456	Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values (ISO 10456:2007)	Yapı bileşenleri ve yapı mamulleri - Hıgrotermal özellikler - Beyan ve tasarım ısı değerlerinin tayini için çizelge halinde verilmiş tasarım değerleri ve işlemleri (ISO 10456:2007)

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

TS 2164	Principles for the preparation of the projects of the central heating systems	Kalorifer tesisatı projelendirme kuralları
DIN 18599	Energy efficiency of buildings Energy efficiency of buildings - Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting	-
TS EN ISO 13370	Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods (ISO 13370:2017)	Binaların termik performansı - Zeminden ısı transferi - Hesaplama yöntemleri (ISO 13370: 2017)

3. TERİMLER VE TANIMLAR

3.1 Hesaplama Adımları ve Mevsimler

3.1.1 Hesaplama Zaman Adımı

Bina için enerji ihtiyaçlarının ve tüketiminin hesaplanmasındaki zaman aralığı.

Not -Binanın ısıtılması ve soğutulması için gerekli olan enerji ihtiyacının (net enerji) hesaplama yönteminde kullanılan tipik zaman aralığı bir saattir.

3.1.2 Isıtma veya Soğutma Mevsimi

Yıl içerisinde ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının olduğu dönem.

Not - Isıtma ve soğutma mevsim uzunlukları iklim verilerinin yanı sıra bina performansına göre değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla aynı iklim bölgesindeki farklı binalar için ısıtma ve soğutma dönemlerinin süreleri farklı olabilir. Bu hesaplama yöntemi, bir saatlik zaman aralıklarıyla hesap yapmakta olup, ısıtma ve soğutma mevsim sürelerinin, iklim özelliklerinin yanı sıra binanın ısıl davranışına da bağlı olarak belirlenebilmesine olanak sağlamaktadır.

3.1.3 Mekânın Kullanılmadığı Zaman Aralığı

Isıtma veya soğutma yapılmayan birkaç günlük veya haftalık (örneğin; tatil günleri) zaman aralığı.

3.2 Mekânlar, Zonlar (Bölgeler) ve Alanlar

3.2.1 Isıtılan Mekân

Verilen ayar sıcaklığına ısıtılan veya ısıtılacağı varsayılan alan veya çevrelenmiş hacim.

3.2.2 Soğutulan Mekân

Verilen ayar sıcaklığına soğutulan veya soğutulacağı varsayılan alan veya çevrelenmiş hacim.

3.2.3 İklimlendirilen Mekân

Isıtılan ve/veya soğutulan mekân.

Not - Isıtılan ve/veya soğutulan mekânlar ısıl zonlar ve ısıl kabuğun sınırlarını tanımlamak için kullanılır.

3.2.4 İklimlendirilmeyen Mekân

İklimlendirilen mekânın bir parçası olmayan alan veya çevrelenmiş hacim.

3.2.5 İklimlendirilen Zon

Verilen ayar sıcaklığına veya sıcaklıklarına iklimlendirilen, aynı kullanım modeline sahip olan, iç sıcaklıklarının mekan içerisinde homojen olduğu varsayılan ve tek ısıtma, soğutma ve/veya

havalandırma sistemi ile veya aynı enerji performansına sahip farklı sistemlerle kontrol edilen hacim.

3.2.6 İklimlendirilen Alan

İklimlendirilen tüm mekânların zemin alanları.

3.2.7 Bağımsız Çok Zonlu Hesaplama

Zonlar arasında iletim ve taşınım ile ve/veya havalandırma/sızıntı ile ısı geçişinin ihmal edildiği her zonun enerji ihtiyacının ayrı ayrı birbirinden bağımsız ardışık hesaplandığı yöntem.

3.3 Sıcaklıklar

3.3.1 Dış sıcaklık

Dış hava sıcaklığı.

3.3.2 İç Sıcaklık

İç sıcaklık olarak tanımlanan operatif sıcaklık, zonun veya mekânın merkezindeki hava sıcaklığının ve ortalama ısıma sıcaklığının ağırlıklı ortalamasıdır. Bu hesaplama yönteminde kullanılan operatif sıcaklığın hesaplama yöntemi ileriki bölümlerde açıklanmaktadır.

3.3.3 Ayar Sıcaklığı

Normal ısıtma modelinde kontrol sistemi ile sabitlenen, istenilen en düşük iç sıcaklık veya normal soğutma modelinde kontrol sistemi ile sabitlenen, istenilen en yüksek iç sıcaklık.

3.4 Enerji

3.4.1 Isıtma veya Soğutma İçin Enerji İhtiyacı

Verilen bir zaman dilimi süresince istenilen sıcaklıkta konfor şartlarının sürdürülebilmesi için iklimlendirilen mekâna verilmesi veya mekândan alınması gereken ısı.

3.4.2 Bina Hizmetleri

Bina teknik sistemleri ve cihazlar tarafından iç iklimsel şartları, sıcak suyu, aydınlatmayı sağlayan hizmetler ve binanın kullanımına ilişkin diğer hizmetler.

3.5 Isı Geçişi

3.5.1 Isı Geçiş Katsayısı

Sıcaklık farkı olan iki ortam arasında birim yüzey alanından birim zamanda geçen ısı miktarının sıcaklık farkına bölünmesi ile elde edilen katsayı.

3.5.2 İletim ve Taşınım ile Isı Geçiş Katsayısı

Sıcaklık farkı olan iki ortamı ayıran yapı bileşeninin toplam alanından birim zamanda geçen ısı miktarının sıcaklık farkına bölünmesiyle elde edilen katsayı.

3.5.3 Havalandırma İçin Isı Geçiş Katsayısı

Mekânda sızıntı veya havalandırma yoluyla geçen ısı miktarının iç hava sıcaklığı ile besleme havası sıcaklığı arasındaki farka bölümü.

Not - Doğal havalandırma durumunda sıcaklık farkı, besleme havası doğrudan dış hava olduğu için, iç ve dış sıcaklık arasındaki fark olarak alınır.

3.6 Bina Isı Kazançları

Isıtma, soğutma veya sıcak su hazırlanması için kullanılan başka ısı kaynakları tarafından iklimlendirilen mekân içinde üretilen veya mekâna giren ısı.

Not - Bu ısı, iç ısı kazançlarını ve güneş enerjisi kazançlarını içerir.

3.6.1 İç Kazançlar

Isıtma, soğutma veya sıcak su hazırlanması için sağlanan ısı dışında, bina veya zon içinde bulunan insanlardan kaynaklanan ısı (metabolik ısı) ve binalarda veya zonlarda kullanılan cihazlardan, büro donanımlarından ve benzeri sağlanan ısıdır.

3.6.2 Güneş Kazançları

Doğrudan (saydam bileşenlerden doğrudan iç ortama geçen) veya dolaylı (bina elemanları tarafından soğurulduktan sonra iç ortama geçen) olarak pencerelerden, opak yüzeylerden veya güneş odası (güneş serası) gibi pasif elemanlardan giren güneş ışımının sağladığı ısıdır.

Not - Güneş enerjisi kolektörleri gibi güneşe ilişkin aktif aygıtlar bina teknik sisteminin parçası olarak değerlendirilir.

3.6.3 Güneş Işınımı

Yüzeyin birim alanına düşen güneşten gelen ışıdır.

3.7 Boyutlandırma Yöntemi

Binanın dış ölçülerine göre hesaplanan brüt alan ile bina enerji sınıfı kWh/m².yıl ve kg.eşdeğerCO₂/m².yıl olarak hesaplanır. Ayrıca; aydınlatma, havalandırma, iç kazançlar, kütle alanı gibi hesaplamalarda net alanlar veya net hacimler kullanılmıştır. Net alanların ve net hacimlerin hesaplanmasında, iç boyutlar baz alınmaktadır.

4. SEMBOLLER

Tablo 4.1 – Semboller ve birimler

Sembol	Açıklama	Birim
A	Alan	m ²
α	Güneş ışıını için bir yüzeyin soğurma katsayısı	
A_m	Etkin kütle alanı	m ²
α_{ob}	Karşı engel açısı	°
α_{oy}	Yatay engel açısı	°
B	Düzeltilme faktörü	
B	Fanların çalıştığı sürenin toplam süreye (24 saat) oranı	
B'	Döşemenin karakteristik ölçüsü	m
β_{in}	Düşey engel açısı	°
C	Özgöl ısı kapasitesi	J/(kg.K)
C	İklimlendirilmiş bir mekânın etkin ısı kapasitesi	J/K
D	Katman kalınlığı	m
$\Delta\theta_{er}$	Dış hava sıcaklığı ile görünür gökyüzü sıcaklığının ortalama farkı	C°
ε	Opak bileşen dış yüzeyi ışıının salınım faktörü	W/m ² K
F	Faktör	
Φ	Isıl güç	W
$F_{r,k}$	Yüzey ile gökyüzü arasındaki ışıınımsal biçim faktörü	
γ	Yüzey azimut açısı	°
G	Bina elemanının toplam güneş enerjisi geçirgenlik faktörü	
γ_s	Güneş azimut açısı	°
H	Isı geçiş katsayısı	W/K
H	Yükseklik	m
H	Yüzey ısı taşıınım katsayısı	W/m ² K
I	İşınım miktarı	W/m ²
λ	Isıl iletkenlik değeri	W/mK

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

L	Uzunluk	m
N	Sayı	
N	Hava değişim sayısı	1/h
N ₅₀	50 Pa basınç altında hava değişim katsayısı	1/h
P	Çevre	m
ρ	Yoğunluk	kg/m ³
τ_{gl}	Gün ışığı geçirgenlik faktörü	
$\dot{V}$	Hacimsel hava debisi	m ³ /h
R	Isıl direnç	m ² K/W
S	Yüzey eğim açısı	°
T	Saat	h
U	Isıl geçirgenlik katsayısı	W/m ² K
V	Hacim	m ³
W	Bağıl nem	
W	Duvar toplam kalınlığı	m
ψ	Doğrusal ısıl geçirgenlik	W/mK
Z	Zenit açısı	°
Z	Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği	m
Λ	İç yüzey alanı ile döşeme alanı arasındaki oran	
θ	Sıcaklık	°C
X	Noktasal ısıl geçirgenlik	W/K
* Hesaplamaların cinsine göre zaman dilimi olarak megasaniye (Ms) veya saat kullanılmaktadır. Birimler formüllerin altında belirtilmiştir.		

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo 4.2 – Alt indisler

A	Hava	H _{nd}	Isıtma ihtiyacı	ov	Yatay engel
Ac	Gerçek (verilebilen)	HC, nd	Isıtma-soğutma ihtiyacı	p	Kişi
Air	Hava	HI	Hafta içi günler	p	İzdüşüm
App	Cihazlar	hor	Yatay,ufuk	r	Işınımsal
At	Bağlaşım terimi	hr	Saat	r	Sağ
Aw g	Ortalama	hru	Isı geri kazanım	s	Yüzey
Bf	Bodrum kat döşemesi	HS	Hafta sonu günler	S	Güneş
Bw	Bodrum kat duvarı	i	İç (sıcaklık)	se	Yüzey, dış
C	Soğutma, kapasite	ia	İç hava	sen	Duyulur
C	Opak eleman	i,j,k,n	Temsili tamsayılar	set	Ayar (sıcaklık,nem)
D	Tasarım	i,j,k,n	Temsili tamsayılar	sh	Gölgeleme
D	Diğer (konutlarda mutfak ve salon dışındaki)	int	İç (ısı)	shut	Kepenk
Dif	Yayınık	is	İletkenlik terimi	si	Yüzey, iç
Dir	Direkt	k	Zon indisi	sol	Güneş
Do	Kapı	/	Sol	st	Yüzey sıcaklığı
E	Dış	L	Aydınlatma (Sistemi)	stnd	Standart
Em	Salın,Yayma	lat	Gizli	sub	Besleme (hava)
Enk	Enkandesan aydınlatma aygıtı	lg	Aydınlatma aygıtı	tot	Toplam
Ex	Egzos sistemi	m	Kütle	tr	İletim (ısı geçişi)
F	Döşeme	mn	Ortalama (zaman, mekan)	u	Şartsız
F	Çerçeve	M	Mutfak ve salon	un	Sınırsız
F	Fan	max	Azami, en fazla	unit	Birim
F	Isı geri kazanım faktörü	min	Asgari, en az	V	Havalandırma (sistem)
Fin	Düşey engel	ms	İletkenlik terimi	ve	Havalandırma (ısı geçişi)
Flo	Flouresan lamba	n	Hava değişim sayısı	w	Duvar
Fo	Temel	nd	İhtiyaç	W	Sıcak su
Frac	Oran	ob	Dış engel	win	Pencere
G	Toprak	Oc	İnsanlar (Kişi)	x'	Fanın kapalı olma durumu
Gap	Hava boşluğu	Of	Ofis		
gl	Cam, saydam eleman	op	Opak		
H	Isıtma	opr	Operatif		

5. HESAPLAMA YÖNTEMİNİN ANA HATLARI

Isıtma ve soğutma net enerji hesaplama yöntemi için gerekli olan başlıca girdiler aşağıda belirtilmiştir:

- İklim verileri.
- Bina geometrisi.
- Binanın havalandırma ve ısı özellikleri.
- Binanın iç kazançlar ve güneş enerjisinden kazançlara bağlı özellikleri.
- Bina malzemelerinin ve bina bileşenlerinin tanımı.
- Bina fonksiyonuna bağlı iç konfor şartları (sıcaklık ve nem ayar değerleri, havalandırma miktarı).
- Bina tipolojisine bağlı zonlama yöntemleri ve zon bilgileri.

Bu bölümde ısıtma ve soğutma için net enerji ihtiyacının hesaplamasında kullanılan yöntemin ana hatları açıklanmaktadır.

5.1 Bina Enerji Dengesi

5.1.1 Giriş

Duruma bağlı olarak, bina zonlara bölünür veya tek zon olarak işleme tabi tutulur. Bina zonlama modeli Bölüm 7' de açıklanmaktadır.

Enerji dengesi, bina seviyesinde net enerji ve sistem seviyesinde enerji olarak ikiye ayrılır.

Binanın ısıtılması ve soğutulması için net enerji ihtiyacı, bina zonlarının ısı dengesi esas alınarak hesaplanır.

Binanın ısıtılması ve soğutulması için net enerji ihtiyacı, bina sistemlerinin enerji dengesi için veri oluşturur.

Toplam enerji dengesi (enerji kullanımı) için basitleştirilmiş yöntem kullanılır. Alt sistem hesaplamalarındaki geri kazanılabilir termal kayıplar (mekanik sistemler) konvansiyonel geri kazanım faktörü olan 0.9 ile çarpılarak geri kazanılır ve her alt sistem için toplam termal sistem kayıplarından çıkarılır.

5.1.2 Bina Zon Seviyesinde Enerji Dengesi

Bina zon seviyesinde enerji dengesi aşağıda verilen maddeleri içerir:

- İklimlendirilen mekân ile dış ortam arasında iletim ve taşınım ile ısı geçişi, iklimlendirilen mekân ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı ile bu ortamları ayıran yapı bileşenlerinden geçen ısı olarak hesaplanır.

- Havalandırma için ısı geçişi, iklimlendirilen zonun sıcaklığı ile doğal havalandırmada dış hava sıcaklığı, mekanik havalandırmada ise besleme havası sıcaklığı arasındaki fark ile havalandırma boşluklarından ve çatlaklardan geçen ısı olarak hesaplanır.
- İklimlendirilen bir zon ile bitişik iklimlendirilmeyen zon arasında iletim/taşınım ve havalandırma için ısı geçişi, iklimlendirilmeyen zonun iletim/taşınım ve havalandırma için ısı kayıp/kazançlarının, belirli bir azaltım faktörü aracılığı ile iklimlendirilen zona aktarıldığı varsayılarak hesaplanır.
- İç ısı kazançları, örneğin kişiler, cihazlar ve aydınlatma ve sıcak su sistemlerinden yayılan veya soğurulan ısıdır.
- Güneşten ısı kazançları, pencerelerden doğrudan yolla ve/veya opak yapı bileşenlerinden soğurma yoluyla dolaylı olarak kazanılan ısıdır.
- Binanın ısıtılma kütlesinin ısıyı depolama veya depolanan ısıyı salması özelliği ısı dengesinde hesaba katılır.
- Isıtma için enerji ihtiyacı, zon ısıtılmaktaysa, ısıtma sisteminin iç sıcaklığı gerekli olan asgari seviyeye (ısıtma için ayar sıcaklığına) yükseltmek için sağladığı enerji miktarıdır.
- Soğutma için enerji ihtiyacı, zon soğutulmaktaysa, soğutma sisteminin iç sıcaklığı gerekli olan azami seviyeye (soğutma ayar sıcaklığına) düşürmek ve nemi konfor düzeyinde tutmak için sağladığı enerji miktarıdır.

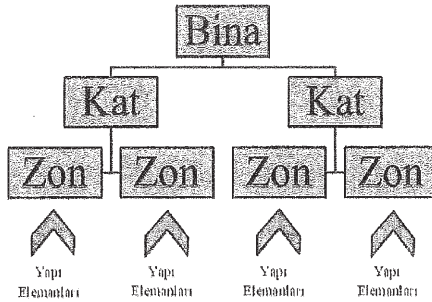
6. BİNA GEOMETRİSİ

Binaya ait enerji hesapları, metodolojide tanımlanan bina nesne geometrisi üzerinden tanımlanmış parametreler ile bina nesnelerini oluşturan alt bina elemanlarının geometrik parametreleri ile yapılmaktadır.

Binanın biçimini oluşturan geometrinin, metodolojide tanımlı hiyerarşik kurgu içerisinde enerji hesaplarında gerekli olan verileri karşılayacak şekilde girilmesi gerekmektedir.

6.1 Bina Geometrisinin Hiyerarşik Olarak Tanımlanması

Hesaplama metodolojisinde binaya ait enerji hesapları, bina elemanlarının (duvar, pencere v.s) hiyerarşik ilişkileri üzerinden yapılmaktadır. Bina, yöntem içerisinde Şekil 6.1’de gösterilen katmanlar düzeni içerisinde tanımlanmıştır. Her eleman, geometri bilgileri dışında enerji hesapları için gerekli olan diğer parametreleri de üzerinde taşımaktadır (malzeme ve benzeri). Hesap akışlarının doğru tanımlanması için elemanlar arasındaki ilişkinin, net bir biçimde tanımlı olması gereklidir.

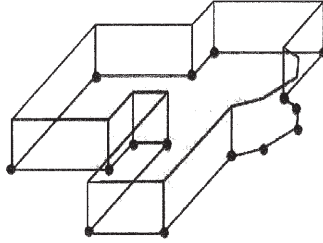


Şekil 6.1 Hiyerarşik katmanlar düzeni

Metodoloji içerisinde herhangi bir geometri oluşturmadan önce, geometrileri bir arada tutacak nesnelerin oluşturulması gerekmektedir. Şekil 6.1’de görüldüğü üzere bir projeye başlanıldığında öncelikle bir “bina” nesnesi oluşturulmalıdır. Bu nesnenin alt elemanları olarak kat nesneleri tanımlanır. Kat nesnelerinin ardından, katlara ait zonlar oluşturulur. Zonlar bir kat içerisindeki farklı iklimlendirilen mekânlar topluluğunu ifade etmektedir. Binayı oluşturan elemanlar bu zonların alt elemanları olarak tanımlanır. Bu hiyerarşik tanımlama sayesinde, bina içerisindeki tüm elemanların birbirleri ile olan ilişkileri tanımlanmış olur.

6.2 Çizime Dayalı Serbest Geometri Tanımı

Hesaplama yönteminde, bina geometrisine ait hiyerarşik yapı içerisindeki tüm elemanlar, doğrusal ve dairesel geometrilerin bir araya gelmesinden oluşan serbest formlara sahip olabilirler. (Şekil 6.2) Serbest formların tanımlanabilmesi için geometrik formu oluşturan noktalar dizisinin tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlamanın kolay bir biçimde yapılabilmesi için bir bilgisayar destekli çizim yazılımının kullanılması gerekmektedir.



Şekil 6.2 Noktalar dizisinden oluşan serbest form

6.2.1 Bina Geometrisinin Tanımlanmasında Yazılım Kullanılması

Hesaplama yönteminin bir yazılım içerisinde kullanılması durumunda bina geometrisini tanımlayacak tüm elemanların bir çizim editörü içerisinde çizilerek, binanın analitik olarak tanımlı hale getirilmesi gerekmektedir. Bina geometrisi bilgisayar ortamında iki biçimde tanımlanabilir;

- Hali hazırdaki CAD çiziminin program içerisinde altlık olarak kullanılıp, üzerinden BEP-TR formatında mimari elemanların oluşturulması,
- Herhangi bir CAD ortamında, bina geometrisinin BEP-TR formatında çizildikten sonra, BEP-TR içine aktarılarak, geometrilerin mimari eleman olarak tanıtılması.

Çizimin Altlık Olarak Kullanımı

Hâlihazırda çizili olan uygulama projesinin planları ilgili kat oluşturulduktan sonra, belirlenecek olan vektörel formatta BEP-TR yazılımı içine aktarılır. İlgili katta, yapı elemanlarına ait bir geometri oluşturmak için oluşturulacak çizim menüsü içindeki yapı elemanlarına ait çizim komutları çalıştırılarak, içe aktarılan vektörel çizim üzerindeki noktalar altlık olarak kullanılır ve bu noktalar aracılığı ile yapı elemanının geometrisi tanımlanır.

Projenin CAD Ortamında BEP-TR Formatında Tanımlanması

BEP-TR içindeki çizim modülü haricinde farklı bir CAD ortamında da proje geometrisinin tanımlanması mümkündür. Bu tanımlamayı yapabilmek için tüm katlar farklı CAD dosyaları içerisinde, aynı koordinat düzleminde, aynı başlangıç noktasından röperli olarak çizilmelidir. Tanımlanacak her eleman gerekli katmanda (layer) ve doğru yöntem ile çizilmelidir.

6.2.2 Serbest Geometrilere İlişkin Hesaplamalar

Doğrusal Geometrilere İlişkin Hesaplar

Doğru parçası, poligonlar ve poligonların yükseltilmesi ile oluşmuş katılar, hesaplama yöntemi içerisinde kullanılan doğrusal geometrik elemanlardır. Doğrusal elemanlar, doğru parçalarını oluşturan noktaların koordinatları ile tanımlanırlar. Nokta koordinatları yardımı ile doğrusal geometrik elemanların hesaplamaları yapılabilir. Bu geometrik elemanlara ait uzunluk, çevre, alan ve hacim hesapları aşağıda verilmiştir;

Doğru Parçası Uzunluğu

Doğru parçası uzunluğu, doğru parçasını oluşturan koordinatların arasındaki uzaklık hesaplanarak bulunur.

- dB_x : Doğru parçası başlangıcı x koordinatı
- dB_y : Doğru parçası başlangıcı y koordinatı
- dS_x : Doğru parçası sonu x koordinatı
- dS_y : Doğru parçası sonu y koordinatı

$$\text{Doğru Parçası Uzunluğu} = [(dS_x - dB_x)^2 + (dS_y - dB_y)^2]^{1/2}$$

Poligon Çevresi

Poligonların çevresi, poligonu oluşturan doğru parçalarının uzunluklarının toplanması ile hesaplanır.

- n : Poligonun kenar sayısı
- dK :Poligon kenarlarının uzunluğu

$$\text{Poligon Çevresi} = \sum [dK_1 + dK_2 + dK_3 + dK_n]$$

Poligon Alanı

Poligonların alanı ‘Gauss Alan Formülü’ ile hesaplanır.

- **pA**: Poligon Alanı
- **n**: Poligonun kenar sayısı
- **(x_i,y_i)** : Poligon köşelerinin koordinatları ise;

$$pA = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=1}^{n-1} x_i y_{i+1} + x_n y_1 - \sum_{i=1}^{n-1} x_{i+1} y_i - x_1 y_n \right|$$

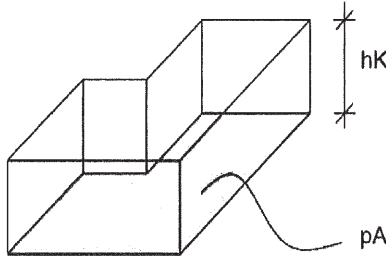
$$= \frac{1}{2} |x_1 y_2 + x_2 y_3 + \dots + x_{n-1} y_n + x_n y_1 - x_2 y_1 - x_3 y_2 - \dots - x_n y_{n-1} - x_1 y_n|$$

Poligonların Yükseltilmesi ile Oluşmuş Katıların Hacmi

Poligon alanının, katı yüksekliği ile çarpılması ile hesaplanır. (Şekil 6.3)

- **pA** : Poligon Alanı.
- **hK** : Katı Yüksekliği

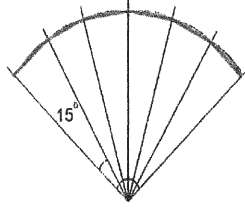
$$\text{Katı Hacmi} = pA \times hK$$



Şekil 6.3 Katıların hacim hesabı (parametreler)

Dairesel Geometrilere İlişkin Hesaplar

Hesaplama yönteminde, dairesel formlar merkezden 15° lik açılara bölünerek doğru parçaları ile tanımlanmaktadır. (Şekil 6.4)



Şekil 6.4 Dairesel formun doğru parçaları ile tanımlanması

6.3 Bina Geometrisini Tanımlayan Elemanlar

6.3.1 Bina

Bina, projenin tüm elemanlarını ve ilişkilerini barındıran en büyük eleman olarak tanımlanmıştır. Bina, katlardan, zonlardan ve bu zonları oluşturan yapı elemanlarından oluşur. Bu sebeple binanın geometrisini tanımlamak için binaya ait alt elemanların geometrilerini tanımlamak gerekir. Alt elemanların bir araya gelmesi sonucunda bina geometrisi oluşur.

Binaya ait geometrik bilgiler (alan, hacim, çevre ve benzeri) binanın alt elemanlarının geometrik bilgileri kullanılarak hesaplanır.

6.3.2 Katlar

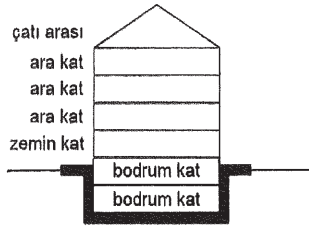
Katların geometrik özellikleri ve formu, katların alt elemanlarının geometrik tanımları ile oluşturulur. Dolayısıyla kata ait geometrik hesaplamalar da alt elemanların parametreleri kullanılarak yapılır.

Hesaplama yönteminde 5 farklı kat tipi tanımlanmıştır. Bu tipler aşağıda açıklanmıştır:

Bodrum Kat

Bu hesaplama yönteminde, zemin katın altındaki toprak temaslı dış duvar veya duvarları olan tüm katlar bodrum kat olarak alınır. (Şekil 6.5)

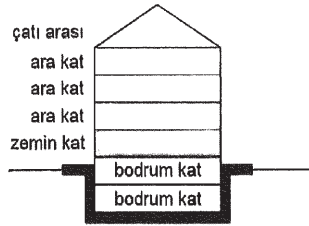
NOT: Subasman yüksekliği 1. bodrum katta tanımlanır.



Şekil 6.5 Bodrum katlar

Zemin Kat

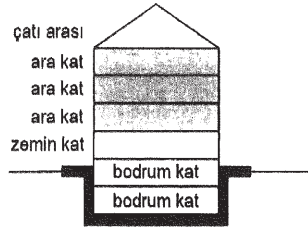
Binanın ana girişinin bulunduğu ve varsa bodrum katın üzerinde yer alan kattır. (Şekil 6.6)



Şekil 6.6 Zemin kat

Ara Kat

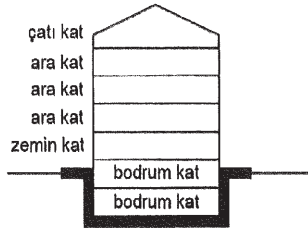
Ara kat, zemin kat ile varsa çatı katı veya çatı arası katı yoksa en üst kat arasında bulunan katların her biridir. (Şekil 6.7)



Şekil 6.7 Ara katlar

Çatı Kat

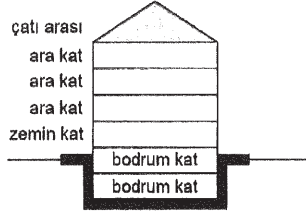
Binada en üst ara katın üzerinde yer alan ve yaşanan kırma/beşik çatılı kattır.(Şekil 6.8)



Şekil 6.8 Çatı kat

Çatı Arası

Binada en üst katın üzerinde yer alan yaşanmayan kırma/beşik çatılı hacimdir. (Şekil 6.9)



Şekil 6.9 Çatı arası

6.3.3 Zonlar (Bölgeler)

Binada kullanılan mekânlar, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin çalışma özellikleri, mekândaki aktivite durumu, kullanıcı profilleri, iç kazançlardaki farklılıklar gibi ısı etmenlere göre farklı gruplara ayrılırlar. Benzer özellikler gösteren her bir grup zon olarak isimlendirilir.

Zonları oluşturan geometrik parametreler (en, boy, yükseklik, alan, hacim) hesaplama yöntemi içerisinde sıkça kullanılmaktadır. Zonların alan, hacim gibi parametrelerinin yanında birbirleri ile olan ilişkileri de (komşulukları) hesaplama yöntemi için önemlidir. Geometrik ilişkiler ile tanımlanmış komşuluk değerleri (alan, uzunluk) net enerji hesabında kullanılmaktadır.

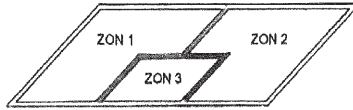
İç kazançlar, mekanik ve aydınlatma hesaplamaları için farklı zon tipleri kullanılmaktadır. Kullanılan zon tipleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Daire
2. Çekirdek
3. Sera
4. İşyeri ofisi
5. Kişisel ofis (tek kişilik)
6. Grup çalışma ofisi (en fazla 6 kişilik)
7. Açık ofis (7 ve üstü kişilik)

8. Toplantı, seminer ve konferans odası
9. Lobi / giriş holü
10. Mağaza
11. Mağaza / depo
12. Derslik
13. Konferans odası, oditoryum
14. Hasta odası
15. Otel yatak odası
16. Kantin
17. Restoran / yemek holü
18. Mutfak
19. Mutfak (hazırlık odası veya depo)
20. Tuvalet
21. Diğer yaşanan odalar (personel ve dinlenme odası-bekleme odası)
22. Yardımcı mekanlar (yaşanmayan odalar, vestiyer odası, arşiv, koridor)
23. Sirkülasyon alanları / koridorlar
24. Teknik ekipman odası, arşiv ve depo
25. Sunucu odası, bilgisayar merkezi
26. Atölye, imalathane
27. İzleyici ve dinleyici alanları
28. Fuaye
29. Sahne (tiyatro ve benzeri)
30. Fuar / kongre mekanı
31. Müze ve sergi salonları
32. Kütüphane (okuma odası)
33. Kütüphane (açık raf alanı)

34. Kütüphane (dergi ve depo)
35. Spor salonu (tribün olmayan)
36. Otopark (ofisler ve özel kullanım)
37. Otopark
38. Poliklinik odaları
39. Kitap okuma salonu
40. Diğer

Zona ait alan ve hacim hesapları zona ait elemanların boyutları kullanılarak yapılır. Komşuluk ile ilgili hesaplarda ise zon elemanlarını tanımlayan poligonların birbirleri ile kesişimlerinden faydalanılır. (Şekil 6.10)

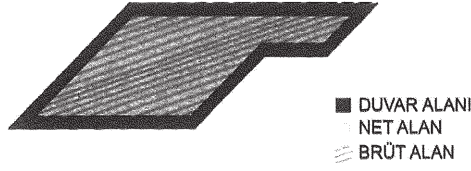


Şekil 6.10 Zon komşulukları

Zonlar duvarlar ile sınırlandırılmış hacimlerdir. Zonların geometrisi duvarların bir araya gelişleri ile tanımlanır. Zonu oluşturan her bir duvarı zon geometrisini oluşturan poligonun bir kenarı olarak tanımlamak mümkündür.

Zon ile ilgili geometrik bilgiler bina geometrisi için büyük önem taşır, çünkü binaya ait tüm alan, hacim, çevre ve komşuluk ilişkileri hesapları zonun geometrik bilgileri üzerinden yapılır.

Zonun brüt alanı Bölüm 6.2' de verilen Gauss Alan Formülü ve zonü tanımlayan duvarların oluşturduğu poligon ile hesaplanır. Hesap sonucunda çıkan brüt alandan, duvar alanları çıkarılarak net alan hesaplanır. (Şekil 6.11)



Şekil 6.11 Net Zon Alanı

Zon hacmi ise zon net alanının, zon net yüksekliği ile çarpılması sonucu bulunur. Zon net yüksekliği ise kat yüksekliğinden döşeme kalınlığının çıkarılması biçiminde hesaplanır.

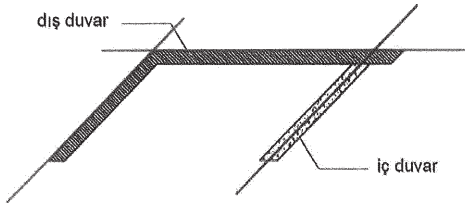
Zon çevresi, zonlu oluşturan duvarların uzunluklarının toplanması ile hesaplanır.

Zon komşulukları, aynı kat içerisinde bulunan tüm zonların iz düşüm poligonlarının birbirleri ile kesişimlerinin hesaplanması yöntemi ile bulunur. Kesişim hesapları sonucunda çıkan uzunluk değerleri zon komşuluk ilişkileri açısından önemlidir.

6.3.4 Duvarlar

Duvar alanları ısı transferi hesaplamalarında dış boyutlarıyla tanımlanır. Duvarlar, zonların ve dolayısıyla tüm binanın geometrik sınırlarını belirleyen elemanlardır. Binaya ait kapalı alanların tanımı ancak kapalı alanı oluşturan duvarların tanımlanması ile mümkündür. Pencere ve kapı elemanları, duvar elemanının alt elemanları olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple duvar elemanının geometrisi, pencere ve kapı elemanlarının geometrisini de etkilemektedir.

Her bir duvar elemanının geometrisi, duvar elemanını oluşturan aksın başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları ve duvar kalınlığı ile tanımlanır. Tanımlanacak duvarın tipine bağlı olarak duvarın dış yüzü ya da duvarın orta aksı duvar aksı olarak kullanılır. (Şekil 6.12)



Şekil 6.12 Duvar Aksları

Duvarlara ait ihtiyaç duyulan geometrik veriler aşağıdaki biçimde hesaplanır:

Duvar Uzunluğu

Duvar uzunluğu, duvar doğrusunu oluşturan koordinatların arasındaki uzaklık hesaplanarak bulunur.

- dB_x : Duvar başlangıcı x koordinatı
- dB_y : Duvar başlangıcı y koordinatı
- dS_x : Duvar sonu x koordinatı
- dS_y : Duvar sonu y koordinatı

$$\text{Duvar Uzunluğu} = [(dS_x - dB_x)^2 + (dS_y - dB_y)^2]^{1/2}$$

Duvar Brüt Alanı

Duvar brüt alanı, duvar uzunluğu ve kat yüksekliğinin çarpılması ile bulunur.

- uD : Duvar uzunluğu
- $katH$: Kat yüksekliği

$$\text{Duvar Brüt Alanı} = uD \times katH$$

Duvar Net Alanı

Duvar net alanı, duvar brüt alanından, o duvar üzerinde olan pencere, giriş ve kolonların yüzey alanlarının çıkarılması ile hesaplanır.

- $\sum pA[i]$: Duvar üzerindeki pencere alanlarının toplamı.
- $\sum kA[i]$: Duvar üzerindeki kapı alanlarının toplamı.
- $\sum klnA[i]$: Duvar üzerindeki kolonların duvar ile hemiyüzlerinin yüzey alanlarının toplamı.
- $\sum krsA[i]$: Duvar üzerindeki girişin duvar ile hemiyüz olan yüzeyinin alan toplamı.
- $\sum krsA[i] = \text{Giriş Yüksekliği} \times \text{Duvar Uzunluğu}$

$$\text{Duvar Net Alanı} = \text{Duvar Brüt Alanı} - (\sum pA[i] + \sum kA[i] + \sum klnA[i] + \sum krsA[i])$$

6.3.5 Pencereleler

İletim ve taşınım ile ısı geçişinin ve güneş kazançlarının hesaplanmasında, bina üzerindeki saydam alanların geometrik bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Pencereleler duvarlar üzerinde tanımlanan saydam alanlardır. Pencereleler, duvarların alt elemanları olarak tanımlanır. Pencerenin geometrik tanımlarında da duvarlarda olduğu gibi pencerenin plan üzerindeki iz düşümü bir doğru parçası halinde iki nokta ile belirlenir. Pencere yüksekliği ve pencereye ait parapet yüksekliği bilgileri ise sayısal olarak alınır. Balkonlarda veya benzeri alanlarda kullanılan, üzerinde saydam bölmeler bulunan kapılar da pencere olarak tanımlanır.

Pencereye ait ihtiyaç duyulan geometrik veriler, pencerenin konumu, pencerenin alanı ve gölgelenme hesaplarının yapılabilmesi amacı ile pencerenin orta noktasıdır. Pencereye ait hesapların açıklamaları aşağıda verilmiştir:

Pencere Alanı

Pencere alanı net yöntem içerisinde, iletim ve taşınım ile ısı geçişi ve güneş kazançları hesaplarında kullanılmaktadır. Pencere alanı, pencere uzunluğu ve pencere yüksekliğinin çarpılması sonucu hesaplanır.

- **uP** : Pencere uzunluğu
- **hP** : Pencere yüksekliği

$$\text{Pencere Alanı} = uP \times hP$$

Pencere Orta Noktası

Güneş kazançları ile ilgili hesaplamalarda, saydam alanlardaki gölgeleme etkisinin bulunabilmesi için saydam alanların orta noktalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Bkz. Bölüm 11. Gölgeleme). Pencerenin orta noktası yatay ve düşey düzlemde ayrı ayrı hesaplanarak iki farklı parametre olarak hesaplama yöntemi içerisinde kullanılır.

Pencere Yatay Gölgeleme Açısı (Kesitte)

Güneş kazançları ile ilgili hesaplamalarda, saydam alanlardaki gölgeleme etkisinin bulunabilmesi için saydam alanların yatay gölgeleme açılarına ihtiyaç duyulur. Yatay gölgeleme açılarının hesaplanması için kesitte pencereye gölge düşürebilecek elemanlar, kullanıcı tarafından belirlenir.

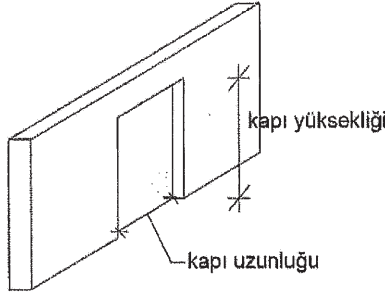
Belirlenen elemanların boyutları kullanılarak yatay gölgeleme açısı Bölüm 11.2’de açıklanan biçimde hesaplanır.

Pencere Düşey Gölgeleme Açısı (Plan düzleminde)

Güneş kazançları ile ilgili hesaplamalarda, saydam alanlardaki gölgeleme etkisinin bulunabilmesi için saydam alanların düşey gölgeleme açlarına ihtiyaç duyulur. Pencere güneş açılarının hesaplanmasına ilişkin algoritma kullanılarak düşey gölgeleme açısı hesaplanır.

6.3.6 Kapılar

Kapılar duvarlar üzerinde tanımlanan mekânlar arası geçişi sağlayan, açılıp kapanabilen elemanlardır. Kapılar, duvarların alt elemanları olarak tanımlanır. Kapıların geometrik tanımlarında da duvarlarda olduğu gibi kapıların plan üzerindeki iz düşümü bir doğru parçası halinde iki nokta ile belirlenir. Kapı yüksekliği ise sayısal olarak alınır. Kapıya ait ihtiyaç duyulan geometrik bilgi yalnızca kapının alanı ve konumudur. Kapının konumu kapıyı tanımlayan izdüşüm çizgisinin koordinatları sayesinde bulunur. Kapının alanı ise kapı uzunluğu ve kapı yüksekliğinin çarpılması sonucu hesaplanır. (Şekil 6.13)



Şekil 6.13 Kapı Hesabı İçin Gerekli Parametreler

6.3.7 Döşemeler

Döşeme, zonların sınırlarını oluşturan temel elemanlardan biridir. Döşemeye ait geometrik parametreler (döşemenin izdüşüm poligonu, döşemenin alanı ve döşemenin kalınlığı) hesaplama yöntemi içerisinde veri olarak kullanıldığından önem taşır.

Eğer döşemenin üzerinde herhangi bir boşluk yok ise, döşeme alanı, döşeme izdüşüm poligonu aracılığıyla Gauss Alan Formülü kullanılarak hesaplanır. Eğer döşeme üzerinde bir boşluk var ise, döşemenin boşluğunun çizilmesi ve boşluk alanının da aynı yöntem ile hesaplanarak, döşeme toplam alanından düşülmesi gereklidir.

6.3.8 Kolonlar

Kolonlar binanın taşıyıcı sistemini oluşturan düşey elemanlardır. İletim ve taşınım ile ısı geçişi ve opak bileşenler için ısı köprülerinin hesaplanmasında, binanın taşıyıcı sistemini oluşturan kolonların açık havaya temas eden yüzey alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple yapının taşıyıcı sistemini oluşturan tüm kolonların çizilmesi ve açık havaya temas eden yüzeylerinin tespit edilmesi gereklidir.

Kolonların açık havaya temas eden yüzey alanlarının hesaplanabilmesi için öncelikle açık havaya temas eden kolonların tespit edilmesi gereklidir. Bu tespitin yapılabilmesi için zon içerisindeki tüm kolonların izdüşüm poligonlarının kenarları, zona ait dış duvarlar ile karşılaştırılır. Kolon kenarlarından dış duvarlar ile kesişenler bir kolon dizisi içerisinde toplanır. Dizin uzunluğu zona ait dış temaslı kolon adetini verir. Kesişen kenar uzunlukları, kat yüksekliğinden giriş yüksekliğinin çıkarılması ile bulunan kolon yüksekliği ile çarpılarak, kolon açık hava temas yüzey alanı hesaplanır.

6.3.9 Balkonlar

Balkonlar genellikle çıkma olarak oluşturulmuş, yarı açık mekânlardır. Opak bileşenler için ısı köprülerinin hesaplanmasında ihtiyaç duyulan geometrik bilgi, balkonun bina döşemesine temas ettiği yüzeyin uzunluğudur. Balkona ilişkin gerekli bilgilerin elde edilebilmesi için balkonun plan düzlemindeki iz düşüm poligonunun çizilmesi gereklidir.

Opak bileşenler için ısı köprülerinin hesaplanmasında kullanılacak bina döşemesine temas eden balkon yüzeylerinin tespit edilmesi gereklidir. Bu tespitin yapılabilmesi için balkonun bulunduğu zona ait dış duvarlar ve balkonun izdüşümünü oluşturan poligonun kenarları karşılaştırılır. Balkon poligonunun zon dış duvarları ile kesişen kısmının uzunluğu, balkonun bina döşemesine temas eden yüzeylerinin uzunluğunu vermektedir.

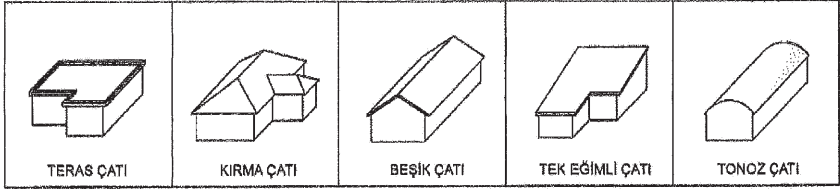
6.3.10 Çatılar

Binaların en üst katının üzerinde bulunan hacimler çatı olarak isimlendirilir. Tüm binalar en az bir kat ve bir çatıdan oluşmak zorundadır. Çatı yaşanmayan alanlar olarak değerlendirilir. Bu alanlar genellikle iklimlendirilmemelerine karşılık, açık hava ve yaşanan katlar arasında bir tampon bölge özelliği gösterdiği için bir zon olarak kabul edilir. Bu sebeple çatıların yüzey alanlarına ve hacimlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Hesaplama yönteminde 5 tip çatı tanımlanmıştır. Bu tipler;

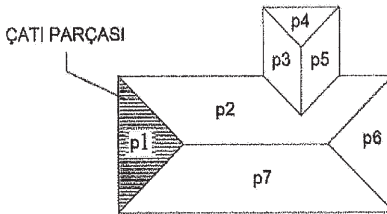
- Teras çatı,
- Kırma çatı,
- Beşik çatı,
- Tek eğimli çatı,
- Tonoz çatı,

olarak isimlendirilir. (Şekil 6.14)



Şekil 6.14 Çatı tipleri

Tüm çatı tiplerine ait alan ve hacim hesaplarının yapılabilmesi için çatı geometrisinin çizilerek tanımlanmış olması gerekmektedir. Kompleks çatı formlarında çizimi ve hesaplamaları kolaylaştırmak amacı ile çatı, parçalar halinde çizilir. Alan ve hacim hesaplarında aşağıdaki yöntem ve formüller kullanılır. (Şekil 6.15)



Şekil 6.15 Çatı Parçaları

Teras Çatı Parçaları

Teras çatılar en üst kat üzerinde bir hacim oluşturmadığından, teras çatı tipinde çatı hacmi hesabı yapılmaz.

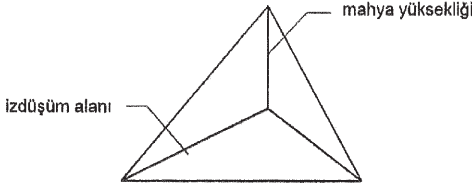
Teras çatı alanı ise Gauss Alan Formülü ile bulunur;

Teras çatılarda çatı eğimi %0 olarak kabul edilir.

Kırma, Beşik ve Tek Eğimli Çatı Parçaları

Kırma, beşik ve tek eğimli çatıların hacmi, çatıyı oluşturan çatı parçalarının hacimlerinin toplanması ile elde edilir. Çatı parçalarının hacim hesaplarında ise iki farklı hesap kullanılmaktadır. Eğer çatı parçasının poligonu 3 kenarlı ise;

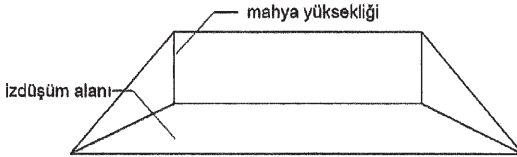
Çatı Parçası Hacmi = (Çatı Parçası İzdüşüm Alanı x Çatı Parçası Mahya Yüksekliği) /3 olarak hesaplanır. (Şekil 6.16)



Şekil 6.16 Çatı Parçası Hacmi (Parametreler)

Eğer çatı parçasının poligonu 3'ten daha fazla kenara sahip ise;

Çatı Parçası Hacmi = (Çatı Parçası İzdüşüm Alanı x Çatı Parçası Mahya Yüksekliği) /2 olarak hesaplanır. (Şekil 6.17)



Şekil 6.17 Çatı Parçası Hacmi (Parametreler)

NOT: Çatı parçası izdüşüm alanları Gauss Alan Formülü ile hesaplanmalıdır.

Kırma, beşik ve tek eğimli çatılarda çatı parçalarının yüzey alanları ise parça izdüşüm alanı ve çatı eğimi ile hesaplanır. Çatı parçası izdüşüm alanı, yukarıda “Teras Çatılar” alt başlığında anlatılan Gauss Alan Formülü ile hesaplanır. Hesaplanan alan eğim ve pisagor hipotenüs teoreminden faydalanarak;

Çatı Parçası Yüzey Alanı = {Çatı Parçası İz düşüm Alanı x $[(1+(\text{Çatı Eğimi})^2)^{1/2}]$ olarak hesaplanır. Kırma, beşik ve tek eğimli çatılarda çatı eğimi projede verildiği gibi kullanılmalıdır.

Tonoz Çatılar

Tonoz hacminin ve alanının hesaplanabilmesi için tonozun kesitini oluşturan çember parçasının yarıçapının ve açısının bilinmesi gereklidir.

Tonoz çatının hacmi, tonoz çatıyı oluşturan çatı parçalarının hacimlerinin toplanması ile elde edilir. Tonoz çatı parçalarının hacmi ise,

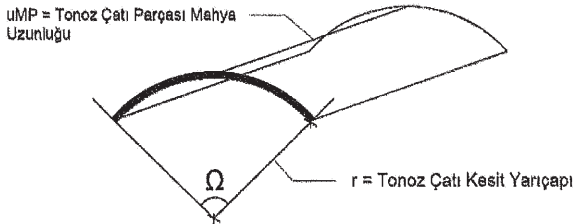
- uM = Tonoz Çatı Mahya Uzunluğu
- r = Tonoz Çatı Kesit Yarıçapı
- Ω = Tonoz Çatı Kesit Açısı (derece)

Tonoz Çatı Hacmi = $uM \times [1/2 \times r^2 \times (\Omega - \sin \Omega)]$ olarak hesaplanır.

Tonoz çatıyı oluşturan çatı parçalarının alanları ise;

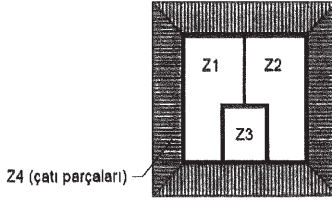
- uMP = Tonoz Çatı Parçası Mahya Uzunluğu
- r = Tonoz Çatı Kesit Yarıçapı
- Ω = Tonoz Çatı Kesit Açısı (derece)

Tonoz Çatı Parçası Alanı = $uMP \times [(2r \times \pi) \times (\Omega/360)]$ olarak hesaplanır. (Şekil 6.18)



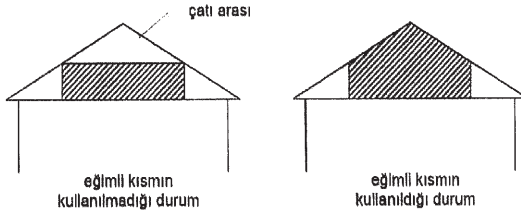
Şekil 6.18 Tonoz çatı parçası alanı (parametreler)

Çatı aralarında yaşanan hacimlerin bulunması durumunda, bu alanlar çatı katı olarak isimlendirilir. Binada çatı katı bulunması durumunda çatı katı proje içinde bir kat olarak oluşturulur. Oluşturulan çatı katı içerisindeki mahaller standart prosedür ile çizilir (duvar, zon vs.). Standart mahal çizimleri tamamlandıktan sonra mahallerin etrafındaki çatı parçaları çizilir ve bir zon olarak tanımlanır. (Şekil 6.19)



Şekil 6.19 Yaşanan Çatı Katı ve Çatı Parçaları

Eğer projede çatı katı bulunuyor ise, çatı, çatı katındaki duvarların üzerinde tanımlanır. Eğer çatının eğimli bölümü çatı katındaki mahaller ile birlikte kullanılıyor ise bu hacimler çatı katı hacmine eklenir. (Şekil 6.20)



Şekil 6.20 Çatı Arası ve Çatı Katı

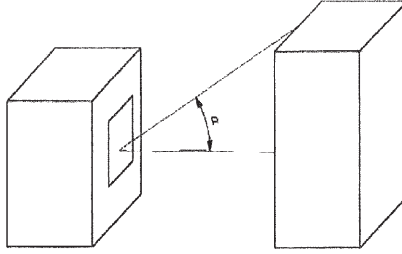
6.3.11 Çevre Binalar

Net enerji hesabının, güneş kazançları ile ilgili bölümünde, çevre binaların gölgeleme etkisinin hesaplanmasında, çevre binaların geometrik bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. İhtiyaç duyulan geometrik bilgiler, çevre binaların plan düzlemindeki formu, hesap yapılan binaya göre pozisyonu ve yüksekliğidir.

Çevre binaların plan düzlemindeki izdüşümleri Bölüm 6.1’de anlatıldığı biçimde çizilerek hesaplama yöntemi içerisine alınır. Çevre bina yüksekliği ise hesaplama yapılan binanın zemin kat döşeme kotu ± 0.00 alınarak hesaplanır.

Çevre binaların gölgeleme etkisinin hesaplanabilmesi için aşağıdaki parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır;

- Gölgeleme Açısı (α): Pencerenin orta noktası ile çevre binanın en üst noktasının kesit düzleminde yaptığı açıdır. (Şekil 6.21)



Şekil 6.21 Gölgeleme Açısı (α açısı)

- α açısının hesaplanabilmesi için; hesap yapılan pencerenin orta noktasının çevre binaya olan dik uzaklığı U ,
- α açısının hesaplanabilmesi için; hesap yapılan pencerenin orta noktasının yüksekliği ve çevre bina yüksekliğinin farkı V ,
- Gölgeleme Açısı (α) = $\arctan (U/V)$ olarak hesaplanır.

7. BİNA ZONLARI

7.1 Genel

Isıtma ve soğutma enerjisinin hesaplanması için binanın sınırları tanımlanmalıdır. Binalarda enerji performansının derecelendirilmesi amacıyla ilgili standartlara uygun olarak, birim döşeme alanı başına ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su ihtiyaçlarının belirlenmesi için zemin alanının bilinmesi gerekir. Zemin alanı net döşeme alanıdır.

7.2 Hesaplama İçin Binanın Sınırları

Isıtma ve/veya soğutma için enerji ihtiyacının hesaplanmasında binanın sınırları, değerlendirilmekte olan iklimlendirilen mekânı dış ortamdan (hava, zemin veya su) veya bitişik binalardan veya iklimlendirilmeyen mekânlardan ayıran bütün bina elemanları oluşturur.

7.3 Isıl Zonlar

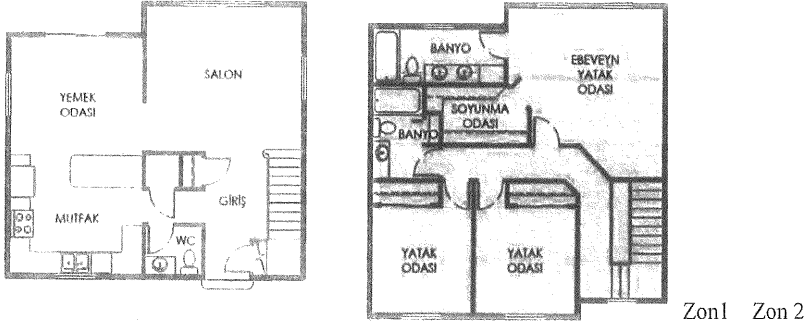
Binada kullanılan mekânlar, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin çalışma özellikleri, mekândaki aktivite durumu, kullanıcı profilleri, iç kazançlardaki farklılıklar gibi ısı etmenlere göre farklı gruplara ayrılırlar. Benzer özellikler gösteren her bir grup zon olarak isimlendirilir ve her bir zon bağımsız birim olarak hesaplama yönteminde ayırt edici özellikleriyle tanımlanmalıdır.

Zonlara ayırma kriterleri bina fonksiyonlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak tüm fonksiyonlarda katlar arasında alanlar ve engel durumu değişiklik gösterebileceğinden, katlar arasında sistemler, iç kazançlar ve konfor sıcaklık değerleri aynı olsa bile her kat ayrı birer zon olarak ele alınmaktadır. Bu yöntemde kullanılan çok zonlu hesaplama için (bağımsız çok zonlu hesaplama), iklimlendirilen zonlar arasında iletim/taşıyım ile ve hava hareketi/sızıntısı ile ısı geçişi hesaba katılmaz. Her zon için ayrı ayrı yapılan hesaplama bağımsız tek zonlu hesaplamalar serisi olarak kabul edilir. Aynı ısıtma ve soğutma sistemlerini paylaşan zonlarda, ısıtma ve soğutma için enerji ihtiyacı, bağımsız zonlar için hesaplanan enerji ihtiyacının toplamıdır.

7.3.1 Konutlar

7.3.1.1 Müstakil Konutlar

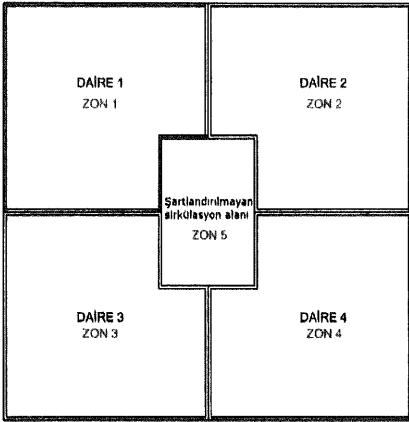
Müstakil konutlarda (Villa tipi tekil aile konutları), iklimlendirilen zonlar içerisinde yer alan küçük iklimlendirilmeyen mekanlar (tuvaletler, kilerler ve benzeri) kapıların sık sık açık kalması durumu göz önünde bulundurularak iklimlendirilen mekânlar olarak sayılmaktadır. İklimlendirilmeyen bağımsız bodrum katı gibi mekanlar ise iklimlendirilmeyen zon olarak ele alınır. Müstakil konutlar için zonlama örneği **Şekil 7.1**'de görülmektedir.



Şekil 7.1 Müstakil Konut Zonlama Örneği

7.3.1.2 Apartmanlar

Birden fazla daireleri olan apartman tipi konut binalarında her daire ayrı bir zon olarak kabul edilir. Bu uygulama, zonlar arasında ısıl etkileşim olmaksızın bağımsız çok zonlu hesaplama olarak adlandırılmaktadır. Apartman tipli konut zonlama örneği Şekil 7.2.'de verilmiştir.



ZON 1¹: Farklı mülkiyete sahip tek bir daire.

ZON 2¹ : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire.

ZON 3¹ : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire.

ZON 4¹: Farklı mülkiyete sahip tek bir daire.

ZON 5:Dış ortamla bağlantısı olmayan iklimlendirilmeyen çekirdek alan (düşey sirkülasyon alan).

Şekil 7.2 Apartman tipli konut zonlama örneği

7.3.1.3 Rezidanslar

Rezidanslarda katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç

¹Daire içerisinde yer alan tüm mekanların iklimlendirildiği kabul edilmiştir.

kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir.

7.3.2 Diğer Binalar

Ofisler, eğitim binaları, oteller, sağlık binaları, alışveriş ve ticaret merkezleri ile diğer tüm binalarda yer alan katlarda ısı, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su ihtiyaçlarına ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama yapılır. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir.

Not 1 - İç kazançların üretiminin baskın olduğu mekânlar (örneğin, bina içi yüzme havuzu, bilgisayar/sunucu odası veya konut dışı mutfak gibi) referans binada da aynen tanımlanarak binanın alacağı belgenin sınıfını değiştirmeyecektir.

Not 2 - Bağıl nem konfor değeri kış ve yaz % 50 olarak kabul edilmektedir.

7.4 İklimlendirilen Zemin Alanının Tayini, Ar

Binanın sınırları içindeki mekânların döşeme alanı, binanın iklimlendirilen zonunun döşeme alanıdır.

Bütün iklimlendirilen zonların döşeme alanlarının toplamı, binanın iklimlendirilen zonlarının net döşeme alanlarının (duvarlar hariç içten içe ölçüler) toplamına eşit olmalıdır.

8. İLETİM VE TAŞINIM İLE ISI GEÇİŞİ

Sıcaklığı farklı ortamları ayıran yapı bileşenlerinden iletim ve taşınım yoluyla geçen ısı miktarının hesaplama yöntemi aşağıda özetlenmiştir.

8.1 Hesaplama Yöntemi

Basit saatlik hesaplama yönteminde binanın ele alınan zonu için yapı bileşenlerinin toplam iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı “W/K” cinsinden hesaplanır. Bu değer hesaplama algoritmasında H_{tr} sembolü ile temsil edilmektedir. Zonu oluşturan farklı elemanların (duvarlar, çatı yüzeyleri, döşeme) ve bu elemanları oluşturan farklı bileşenlerin H_{tr} değerleri ayrı ayrı hesaplanarak toplanır, bu yolla zonun opak yüzeylerinden iletim ve taşınım ile toplam ısı geçiş katsayısı ($H_{tr,op}$) ve saydam yüzeylerden iletim ve taşınım ile toplam ısı geçiş katsayısı ($H_{tr,wind}$) değerlerine ulaşılır.

8.2 İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayısı

8.2.1 Opak Bileşenler

Opak bir bileşenin ısıl geçirgenlik katsayısı bağıntı (8.1) ile hesaplanır. $U_{op,stand,i}$ bir opak bileşenin iç ve dış yüzey ısıl direnç katsayıları, $(1 / h_{si}) = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ ve $(1 / h_{se}) = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ referans alınarak hesaplanan ısıl geçirgenlik değeridir. Bağıntı (8.1), her eleman için, elemandaki her bileşen için hesaplanır.

$$U_{op,stand,i} = 1 / (1 / h_{si} + \sum_{l=1}^n \frac{d_l}{\lambda_l} + 1 / h_{se} + R_{gap}) \quad (8.1)$$

h_{si} : İç yüzey ısıl taşınım katsayısı, W/(m².K)

h_{se} : Dış yüzey ısıl taşınım katsayısı, W/(m².K)

d_l : l nci malzemenin kalınlığı, m

λ_l : l nci malzemenin ısıl iletkenlik hesap değeri, W/(m.K)

$U_{op,stand,i}$: Opak bileşen standart ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m²K

R_{gap} : Opak bileşen malzemeleri arasındaki boşluğun ısıl direnci, m²K/W

$1 / h_{si} = R_{sive1} / h_{se} = R_{se}$ değerleri bileşen tipine göre **Tablo 8.1**'den alınır. Tablodaki tüm tipler **Şekil 8.1**'de gösterilmiştir.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo 8.1 Yapı bileşenleri için yüzey ısı direnç katsayıları

TİP NO	Yapı bileşen tipi	Yüzey ısı direnci	
		$R_{s\ f}$ (m ² K/W)	$R_{s\ e}$ (m ² K/W)
TİP1	(DIŞ YÜZEY) - DIŞ HAVA TEMASLI İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri.	0,13	0,04
TİP2	(İÇ YÜZEY) - DIŞA AÇIK İKLİMLENDİRİLMİYEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir başka zon ile arasındaki opak ve saydam bileşenleri.	0,13	0,08
TİP3	(DIŞ DUVAR) - TOPRAK TEMASLI İklimlendirilen bir bodrum katın toprak temaslı dış duvarı.	0,13	0
TİP4	(DÖŞEME) - TOPRAK TEMASLI YÜZER DÖŞEME Altında bodrum olmayan, iklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bir zonun zemine oturan yüzer döşemesi.	0,17	0
TİP5	(DÖŞEME) – TOPRAK TEMASLI İKLİMLENDİRİLMİYEN HACİM TEMASLI Toprağa yarı gömülü iklimlendirilen zonun temel boşluğu ile temas eden döşemesi.	0,17	0,17
TİP6	(DÖŞEME) Altında bodrum olmayan iklimlendirilen zonun toprak temaslı tabanı.	0,17	0
TİP7	(İÇ YÜZEY) – SERA İklimlendirilen bir zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir sera (kış bahçesi) ile arasındaki iç yüzeyler.	0,13	0,08
TİP8	(DÖŞEME) – KONSOL İklimlendirilen bir zonun dış hava ile sınırını oluşturan çıkma döşemesi.	0,17	0,04
TİP9	(İÇ YÜZEY) - DIŞA AÇIK OLMAYAN İKLİMLENDİRİLMİYEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zonun dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zon ile temas eden iç yüzeyleri (örneğin; çekirdeğe bakan duvarlar).	0,13	0,13
TİP10	(DÖŞEME) - İKLİMLENDİRİLEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zon ile başka bir iklimlendirilen zonu ayıran döşemeler.	0,13	0,13
TİP11	(DÖŞEME) – TOPRAĞIN ALTINDAKİ DÖŞEME İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun toprak altındaki döşemesi.	0,13	0,04

Tablo 8.2 Yapı malzemeleri arasındaki boşluk (hava olması durumu) için ısı direnç katsayıları

Tip	Boşluk Kalınlığı (mm)	R _{gap} (m ² K/W)
Düşey	0,1-10	0,14
Düşey	11-20	0,16
Düşey	21-50	0,18
Düşey	51-100	0,17
Düşey	>100	0,16
Yatay	0,1-10	0,14
Yatay	11-20	0,15
Yatay	>20	0,16

Ele alınan zonu çevreleyen tüm opak bileşenlerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Isı köprüleri Tablo 8.3' ten alınır.

$$H_{tr,op} = \sum A_{op} \cdot U_{op} + \sum L_{op} \cdot \psi_{op} + \sum x_{op} \quad (8.2)$$

$H_{tr,op}$: Zonu çevreleyen opak yüzeylerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı, W/K

A_{op} : Opak yüzeyin alanı, m²

U_{op} : Opak bileşenin ısıl geçirgenlik katsayısı, W/(m²·K)

L_{op} : Doğrusal ısı köprüsü uzunluğu, m

ψ_{op} : Doğrusal ısı köprüsü birim uzunluk başına ısı geçiş katsayısı, W/(m.K)

x_{op} : Noktasal ısı köprüsü ısı geçiş katsayısı, W/K

8.2.1.1 Opak Bileşenler İçin Isı Köprülerinin Hesaplanması

Hesaplama metodunda ısı köprüleri TS EN ISO 14683 standardının öngördüğü yöntemle göre hesaba katılmaktadır. Bina bileşenlerinin birleşim noktalarında oluşan doğrusal ısı akılarının

belirlenmesi için basit bir metod tanımlanmıştır. Bu yaklaşımda noktasal ısı köprüleri de doğrusal ısı köprüleri içerisinde hesaba katılmaktadır. Farklı tipteki ısı köprüleri **Tablo 8.3'te** verilmektedir.

Tablo 8.3 Isı köprüsü tipleri

Kısaltma	Ad
C	Çatı
B	Balkon
AK	Asma Kat
TUD	Toprak Üstü Yüzer Döşeme
AGK	Asma Giriş Kat
KL	Kolon
P	Kapı Pencere Açıklıkları

8.2.2 Saydam Bileşenler

Saydam bileşenler için iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır:

- 1) Saydam bileşende kullanılan cam malzemesi **Tablo 8.4'den** seçilir. Bu tablodan camın ısı geçirgenlik katsayısı (U_{gl}) alınır.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo 8.4 Ara Boşluk Dolgusuna Göre Çok Katlı Camların Isı Geçirgenlik Kat Sayıları

Cam				Ara boşluk dolgusu cinsi (Gaz konsantrasyonu ≥ 90)			
Tip	Cam	Normal Yayınlım derecesi (Emissivite, ϵ)	Ölçüler mm	Hava	Argon	Kripton	SF6
Çift cam	Kaplamasız cam (Normalcam)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0
			4-9-4	3,0	2,8	2,6	3,1
			4-12-4	2,9	2,7	2,6	3,1
			4-15-4	2,7	2,6	2,6	3,1
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1
	İtek kaplamalı cam	$\leq 0,4$	4-6-4	2,9	2,6	2,2	2,6
			4-9-4	2,6	2,3	2,0	2,7
			4-12-4	2,4	2,1	2,0	2,7
			4-15-4	2,2	2,0	2,0	2,7
			4-20-4	2,2	2,0	2,0	2,7
	Tek kaplamalı cam	$\leq 0,2$	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3
			4-9-4	2,3	2,0	1,6	2,4
			4-12-4	1,9	1,7	1,5	2,4
			4-15-4	1,8	1,6	1,6	2,5
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5
	Tek kaplamalı cam	$\leq 0,1$	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1
			4-9-4	2,1	1,7	1,3	2,2
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3
			4-15-4	1,6	1,4	1,3	2,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,3	2,3
	Tek kaplamalı cam	$\leq 0,05$	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0
			4-9-4	2,0	1,6	1,3	2,1
			4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,2
			4-15-4	1,5	1,2	1,1	2,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2
Üçlü cam	Kaplamasız cam (Normalcam)	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	2,0
			4-9-4-9-4	2,0	1,9	1,7	2,0
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,4$	4-6-4-6-4	2,0	1,7	1,4	1,6
			4-9-4-9-4	1,7	1,5	1,2	1,6
			4-12-4-12-4	1,5	1,3	1,1	1,6
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,2$	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3
			4-9-4-9-4	1,4	1,2	0,9	1,3
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,4
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,1$	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,2
			4-9-4-9-4	1,3	1,0	0,8	1,2
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2
	İki kaplamalı cam	$\leq 0,05$	4-6-4-6-4	1,6	1,3	0,9	1,1
			4-9-4-9-4	1,2	0,9	0,7	1,1
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1

2) Saydam bileşenin g_{gl} değeri **Tablo 8.5'**ten seçilir:

Tablo 8.5 Yaygın olarak kullanılan cam türlerinin, yüzeye dik doğrultuda güneş enerjisi geçirgenlik faktörünün düzeltilmiş değerleri

Cam Tipi	g_{gl}
Tek cam	0,85 x 0,80
Çift cam	0,75 x 0,80
Seçici düşük yayınlımlı kaplamalı çift cam	0,67 x 0,80
Üçlü cam	0,70 x 0,80
Seçici düşük yayınlımlı çift kaplamalı üçlü cam	0,50 x 0,80
Çift pencere	0,75 x 0,80

3) Saydam bileşenin çerçeve tipi (doğrama türü) seçilir. Bu seçim ile çerçevenin malzemesinin ısı geçirgenlik katsayısı (U_F) elde edilir. Bu katsayılar doğrama malzemesine göre **Tablo 8.6'**da verilmiştir.

Tablo 8.6 Saydam bileşen çerçevelerinin ısı geçirgenlik katsayısı

Çerçeve tipi	$U_F(W/m^2K)$
Ahşap	3,4
Polivinil (PVC) (2 Odacıklı)	1,8
Polivinil (PVC) (3-4 Odacıklı)	1,4
Polivinil (PVC) (5-6 Odacıklı)	1
Alüminyum	2,6

Not: Polivinil (PVC) çerçevenin ısı geçirgenlik katsayısı yapısal özelliklerine (odacık sayısı) göre değişiklik gösterebilir.

4) Pencere için ısı geçirgenlik (U_{win}) katsayısı **Tablo 8.7'**de cam ve çerçeve özelliklerine bağlı olarak verilmiştir. **Tablo 8.7'**de yer alan U_F değerlerinden en yakın olan seçilir. U_{gl} değerinde lineer enterpolasyon yapılarak pencerenin U_{win} değeri bulunur.

5) **Tablo 8.7'**den seçilen U_{win} değeri aşağıdaki hesapta kullanılır ve bu hesapla saydam bileşenin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısına ($H_{tr,win}$) ulaşılır.

$$H_{tr,win} = A_{win} \cdot U_{win} \quad (8.3)$$

$H_{tr,win}$: Bir zonu çevreleyen saydam bileşenlerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı, W/K

A_{win} : Saydam bileşenin alanı, m^2

U_{win} : Saydam bileşenin ısı geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2 \cdot K)$

Not 1 - Camlı balkon kapıları için pencere kabulü yapılmaktadır.

Not 2 - Pencereelerde gece yalıtımı olması durumunda U_{win} , pencere bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısı, Bölüm 11' de açıklanan güneş kazançlarının gerçekleşmediği (günbatımından gün doğuşuna kadar) süre içerisinde gece yalıtımı etkisi ile tekrar hesaplanır. Bu hesaba pencere

bileşenin ısı geçirgenlik katsayısının yanında gece yalıtımı ile pencere bileşeni arasındaki hava boşluğu ve gece yalıtımı için kullanılan bileşenin ısı geçirgenlik katsayısı hesaba katılır.

Tablo 8.7 Çerçeve ve cam özelliklerine bağlı saydam bileşen ısı geçirgenlik katsayısı

Cam tipi	U_{gl} (W/m ² K)	U_F (W/m ² K)									
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
TEK CAM	5,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,9	U_{win} (W/m ² K)
ÇİFT CAM	3,3	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	4,0	
	3,1	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9	
	2,9	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,0	3,1	3,2	3,7	
	2,7	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,6	
	2,5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,4	
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,3	
	2,1	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	3,0	
	1,7	1,7	1,8	1,8	2,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8	
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6	
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5	
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
ÜÇLÜ CAM	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	3,2	
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,9	
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,8	
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6	
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5	
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	2,2	
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	
	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,8	

8.2.2.1 Pencercelerde Kepenk Olması Durumu

Bu hesaplama yönteminde pencere kepenkleri, gece yalıtımı sağlaması için kullanılmıştır. Bu nedenle kepenk, yalnızca güneşin batmış olduğu ve dış hava sıcaklığının 10° C' nin altında olması durumunda aktif (kapalı) kabul edilir ve U_{win} değeri eşitlik (8.4) ile hesaplanır.

$$U_{win} = U_{win+shut} = 1 / (1 / U_{win} + d_{shut} / \lambda_{shut} + R_{gap}) \quad (8.4)$$

Elde edilen $U_{win+shut}$ ile $H_{tr,win}$ hesaplanır.

$$H_{tr,win} = A_{win} \cdot U_{win+shut} \quad (8.5)$$

$H_{tr,win}$: Bir zonü çevreleyen saydam bileşenlerin iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K

A_{win} : Saydam bileşenin alanı, m²

$U_{win+shut}$: Saydam bileşenin ve kepengin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı, W/(m²·K)

Tablo 8.8 Hava tabakalarının ısıl geçirgenlik direnci hesap değeri

Hava tabakasının			
Sıra No		Kalınlık (d _{gap}) mm	Isıl İletkenlik Direnci (R _{gap}) m ² K/W
1	Düşey	d _{gap} ≤ 10	0,14
		11 < d _{gap} < 20	0,16
		21 < d _{gap} < 50	0,18
		51 < d _{gap} < 100	0,17
		d _{gap} ≥ 100	0,16
2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya)	d _{gap} ≤ 10	0,14
		11 < d _{gap} < 20	0,15
		d _{gap} ≥ 20	0,16
3	Yatay (ısı akışı yukarıdan aşağıya)	d _{gap} ≤ 10	0,15
		11 < d _{gap} < 20	0,18
		d _{gap} ≥ 20	0,21

8.2.3 Kapı Bileşenleri

Kapı bileşenleri için ısıl geçirgenlik katsayısı Tablo 8.9'dan seçilir.

Tablo 8.9 Kapı bileşenleri için ısıl geçirgenlik katsayısı

Kapı seçiminde kullanılacak doğrama tipleri		Isıl geçirgenlik katsayısı U _{do} (W/m ² K)
DIŞ KAPI	Ağaç, plastik	3,5
	Metal (ısı yalıtımlı)	4
	Metal (ısı yalıtımsız)	5,5

Tablo 8.7' den seçilen U_{do} değeri aşağıdaki hesapta kullanılır ve kapı bileşeninin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısına ($H_{tr,do}$) ulaşılır.

$$H_{tr,do} = A_{do} \cdot U_{do} \quad (8.6)$$

$H_{tr,do}$: Bir zonda yer alan kapı bileşenlerinden iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı,

W/K

A_{do} : Kapı yüzeyinin alanı, m²

U_{do} : Kapı bileşeninin U katsayısı, W/(m²·K)

8.2.4 İklimlendirilen Zonun Döşeme Karakteristik Ölçüsünün Belirlenmesi

Döşemeden ısı geçişinin ifade edilebilmesi için döşemenin alanının, çevresinin yarısına oranı ile tanımlanan “karakteristik ölçü” nün belirlenmesi gerekir.

$$B' = A / 0,5 P \quad (8.7)$$

A : Ele alınan zonun alanı, m²

P : Ele alınan zonun çevresi, m

B' : Ele alınan zon için döşemenin karakteristik ölçüsü, m

Bu yöntemde ifade edilen P değeri, iklimlendirilen zonun çevreleyen ortamlardan ayıran duvarların uzunluğudur. Bu nedenle:

- Tüm bina için; P değeri binanın tüm çevresini, A ise toplam döşeme alanını ifade eder.
- Binanın bir zonunda ısı geçişini hesaplamak için; P yalnızca iklimlendirilen alanı çevreleyen ortamlardan ayıran duvarların uzunluğunu, A ise hesaplanan zonun toplam döşeme alanını ifade eder.
- Binanın iklimlendirilen zonuna bitişik bir iklimlendirilmeyen zon olması durumunda (garajlar, depolar); P ve A hesaplarında iklimlendirilmeyen zon hariç tutulur (iklimlendirilen hacim ile iklimlendirilmeyen hacim arasındaki duvarlar P' ye eklenir, alan hesabında iklimlendirilmeyen hacmin alanı A' ya eklenmez).

Not-1 P ve A hesaplanırken kullanılan uzunluklar dıştan dışa alınacaktır.

Not-2 Komşu iklimlendirilmiş zonlarda ortak zemin ya da ortak bodrum olması halinde, iklimlendirilmiş zonlar arasındaki ortak kısmın uzunluğu, P toplam çevre hesabına dahil edilmemelidir.

8.2.5 İklimlendirilen Zonda Yapı Bileşenlerinin Eşdeğer Kalınlıklarının Belirlenmesi

“Eşdeğer kalınlık” ifadesi, toprak temaslı yapı bileşenleri için ısıl geçirgenlik ifadelerinin basitleştirilmiş yöntem ile hesaba katılmasında kullanılmaktadır. Isıl direnç, bu eşdeğer kalınlık ile ifade edilmektedir.

$$d_f = W_{op} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad (8.8)$$

d_f : Döşeme toplam eşdeğer kalınlığı, m

W_{op} : Duvar toplam kalınlığı (tüm katmanları içeren), m

λ_g : Toprak ısı iletkenlik hesap değeri, W/m.K

R_f : Tüm döşeme malzemelerinin (içerideki veya dışarıdaki yalıtım dâhil tüm katmanlar) ısıl direnç katsayısı, m².K/W

R_{si} : Döşeme için iç yüzey ısıl direnç katsayısı, m².K/W

R_{se} : Döşeme için dış yüzey ısıl direnç katsayısı, m².K/W

Not 1 - Döşeme tablası altındaki sıkıştırılmış toprak, çakıl R_f değerine dâhil değildir. Bu katmanlar toprak ısı iletkenlik hesap değerine eş tutulur ve λ_g ile birlikte hesaba katılır.

Not 2 - Toprak ısı iletkenlik hesap değeri 2 W/m.K olarak sabit kabul edilmektedir.

Toprak altı seviyedeki zonlar için, duvarların toplam eşdeğer kalınlığı bağıntı(8.9) ile hesaplanır.

$$d_w = \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{bw} + R_{se}) \quad (8.9)$$

d_w : Bodrum kat toprak altı seviyedeki duvarların eşdeğer kalınlığı, m

λ_g : Toprak ısı iletkenlik hesap değeri, W/m.K

R_{bw} : Bodrum kat duvarları ısıl direnci, m².K/W

Bodrum kat döşemesi, Madde 8.3.5’de verilen toprağa yarı gömülü iklimlendirilen bir zonun temel boşluğu ile temas eden döşemesi olması durumunda bağıntı (8.10)’da verilen, temelin eşdeğer kalınlığı hesaplanır.

$$d_g = W_{op} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_g + R_{se}) \quad (8.10)$$

d_g : Bodrum kat, temel toplam eşdeğer kalınlık, m

R_g : Bodrum kat temelinin ısıl direnci, $m^2.K/W$

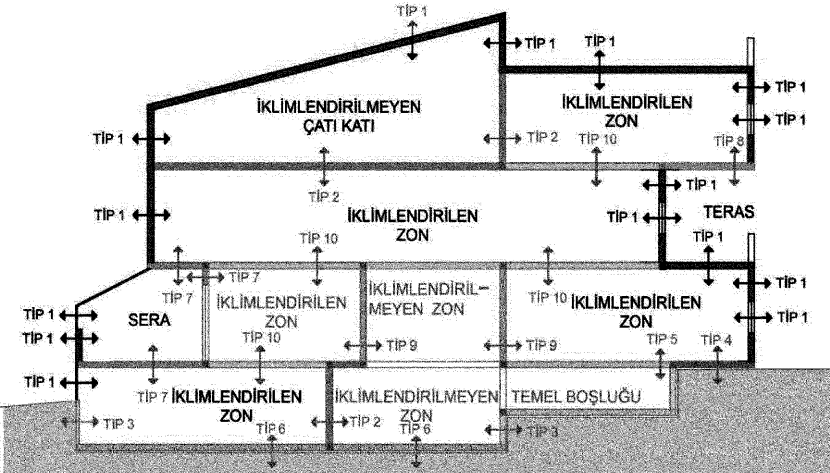
W_{op} : Duvar toplam kalınlığı (tüm katmanları içeren), m

8.3 Farklı Isıl Şartları Olan Bileşenlerin İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayıları

Bu bölümde Şekil 8.1’de tanımlanan yapı bileşenlerinin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayılarının belirlenme yöntemi anlatılmaktadır.

8.3.1 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Zonun Dış Hava Temaslı Opak ve Saydam Bileşenleri

İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak bileşenleri TİP1 Şekil 8.2’de gösterilmektedir ve bölüm 8.2.1’deki bağıntı (8.1) ve (8.2), bölüm 8.2.2’deki bağıntı (8.3), Bölüm 8.2.3’deki bağıntı (8.4) ile hesaplanır.



Şekil 8.2 TİP 1- İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri

8.3.2 İklimlendirilen Zon İle Dışa Açık İklimlendirilmeyen Bitişik Zonu Ayıran Duvarların Opak ve Saydam Bileşenleri

İklimlendirilen bir zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bitişik zon ile arasındaki bileşenler TİP 2 Şekil 8.3.'te gösterilir ve bu bileşenler için b_{tr} azaltım faktörü kullanılır. Düzeltme faktörü iklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki bileşenin ısı geçirgenlik katsayısının iklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki ısı geçirgenlik katsayısına oranına eşittir ve bağıntı (8.12) ve (8.14) ile hesaplanır.

$$H_{tr} = b_{tr} (\sum H_{tr,op} + \sum H_{tr,win} + \sum H_{tr,do}) \quad (8.11)$$

$$H_{iu,z} = \sum_1^n H_{T,iu,n} + \sum_1^n H_{V,iu,n} \quad (8.12a)$$

$$H_{iu} = \sum_1^z H_{iu,z} \quad (8.12b)$$

$$H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue} \quad (8.13)$$

$$b_{tr} = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}) \quad (8.14)$$

H_{tr} : İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bitişik zonun ayıran opak ve saydam bileşenlerinin toplam iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{T,iu}$: İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{V,iu}$: İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki havalandırma ısı geçiş

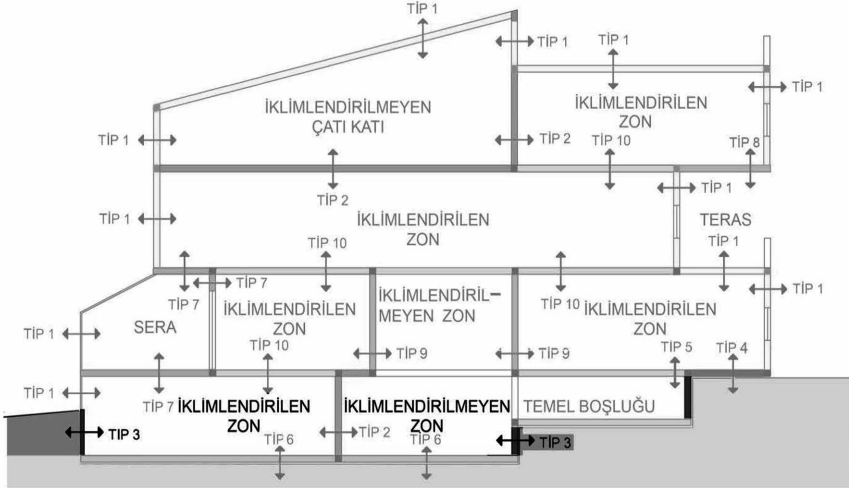
$$d_w \geq d_f \text{ ise}$$

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5 d_f}{d_f + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \quad (8.15)$$

$$d_w < d_f \text{ ise}$$

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5 d_w}{d_w + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \quad (8.16)$$

- d_f : Döşeme toplam eşdeğer kalınlık, m
 d_w : Bodrum kat duvarı toplam eşdeğer kalınlık, m
 λ : Donmamış toprak ısı iletkenlik değeri, W/(m·K)
 z : Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği, m
 U_{bw} : Bodrum kat duvarı, ısı iletkenlik katsayısı, W/(m²·K)
 π : Sabit sayı



Şekil 8.4 TİP 3 - İklimlendirilen bir bodrum katının toprak temaslı dış duvarları

8.3.4 İklimlendirilen Zonun Toprak Temaslı Yüzer Döşemesi

Yüzer döşeme, altında bodrum olmayan bir zonun toprak temaslı zemin döşeme tablasıdır TİP 4

de yine TİP 5 olarak hesaba katılmaktadır.

$$U_x = 2x \frac{h \cdot U_{w,op}}{B'} \quad (8.19)$$

U_x :Döşeme altı boşluğu ile dış ortam arasındaki eşdeğer ısıl geçirgenlik, $W/(m^2.K)$

h :Döşeme üst noktasının toprak seviyesinden yüksekliği (subasman yük.), m
(Şekil 8.6a.'da belirtilmiştir.)

$U_{w,op}$:Toprak seviyesi üstündeki duvarların ısıl geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2.K)$

B' :Döşemenin karakteristik ölçüsü, m

$$U_g = \frac{2 \lambda_g}{\pi B' + d_g} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_g} + 1 \right) \quad (8.20)$$

U_g :Temelden toprağa ısı geçişi için ısıl geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2.K)$

λ_g :Donmamış toprak ısıl iletkenlik değeri, $W/(m.K)$

d_g :Bodrum kat, temel toplam eşdeğer kalınlık, m

Döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\frac{1}{U_{fo}} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad (8.21)$$

U_{fo} :İç ortam ile toprak arasındaki tüm yüzeylerin ısıl geçirgenliklerinin toplamını temsil eden ısıl geçirgenlik katsayısı $W/(m^2.K)$

U_f :İç ortam ile temel boşluğu arasında kalan döşemenin ısıl geçirgenlik

İse yalıtımsız veya orta derecede yalıtımlı bodrum kat döşemesidir ve döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı bağıntı (8.22) ile hesaplanır.

$$U_{bf} = \frac{2\lambda_g}{\pi B' + d_f + 0,5z} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_f + 0,5z} + 1 \right) \quad (8.22)$$

$$(d_f + 0,5z) \geq B'$$

İse iyi yalıtılmış bodrum kat döşemesidir ve döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı bağıntı (8.23) ile hesaplanır.

$$U_{bf} = \frac{\lambda_g}{0,457 B' + d_f + 0,5z} \quad (8.23)$$

U_{bf} :Bodrum kat toprak temaslı döşemesinin ısıl geçirgenlik katsayısı,

W/(m²·K)

λ_g :Donmamış toprak ısıl iletkenlik değeri, W/(m·K)

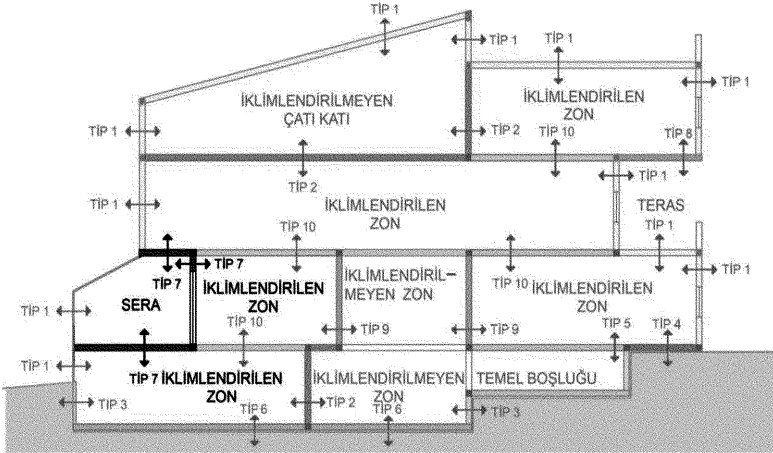
d_f :Döşeme toplam eşdeğer kalınlık, m

z :Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği, m

π :Sabit sayı

B' :Döşemenin karakteristik ölçüsü

$H_{T,iu}$	:İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K
$H_{V,iu}$	:İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki havalandırma ısı geçiş katsayısı, W/K
H_{iu}	:İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki toplam ısı geçiş katsayısı, W/K
$H_{T,ue}$	:İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K
$H_{V,ue}$	:İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki havalandırma ile ısı geçiş katsayısı, W/K
H_{ue}	:İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki toplam ısı geçiş katsayısı, W/K
b_{tr}	:İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen zona bitişik yüzeyleri için azaltım faktörü



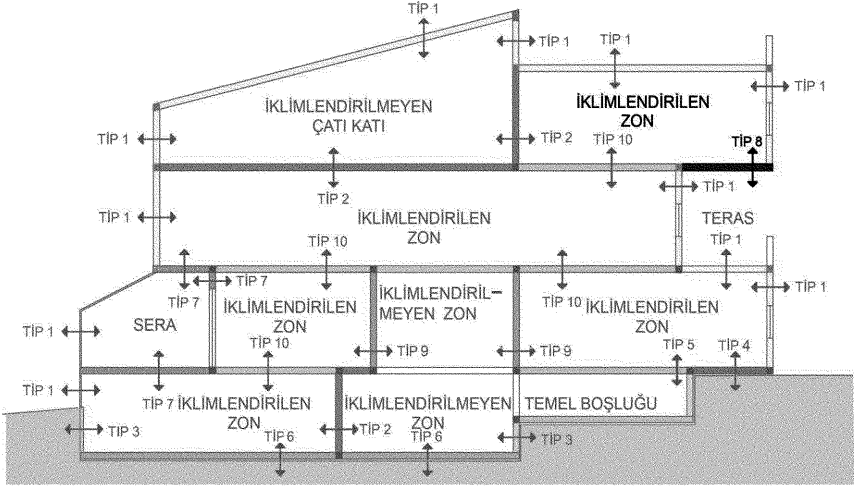
Şekil 8.8 TİP 7 - İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir seraya bakan duvarları

8.3.8 İklimlendirilen Zonun Dış Hava Teması Konsol Döşemesi

İklimlendirilen zonun dış hava ile sınırını oluşturan çıkma döşemesidir TİP 8 ve Şekil 8.9'da gösterilir. İletim ve taşınım ile ısı geçişi hesaplarında konsol döşeme elemanının $U_{op,stand}$ ısı geçirgenlik katsayısı hesaplanırken $1/h_{si}$ ve $1/h_{sc}$ değerleri **Tablo 8.1**'den alınır. Yapı bileşeni doğrudan dış ortamla ilişkili olduğu için temel olarak TİP 1 gibi hesaplanır.

$$U_{op,stand} = 1 / (1 / h_{si} + \sum_{l=1}^n \frac{d_l}{\lambda_l} + 1 / h_{se}) \quad (8.28)$$

$$H_{tr,op} = \sum A_{op} \cdot U_{op} + \sum l_{op} \cdot \Psi_{op} + \sum x_{op} \quad (8.29)$$



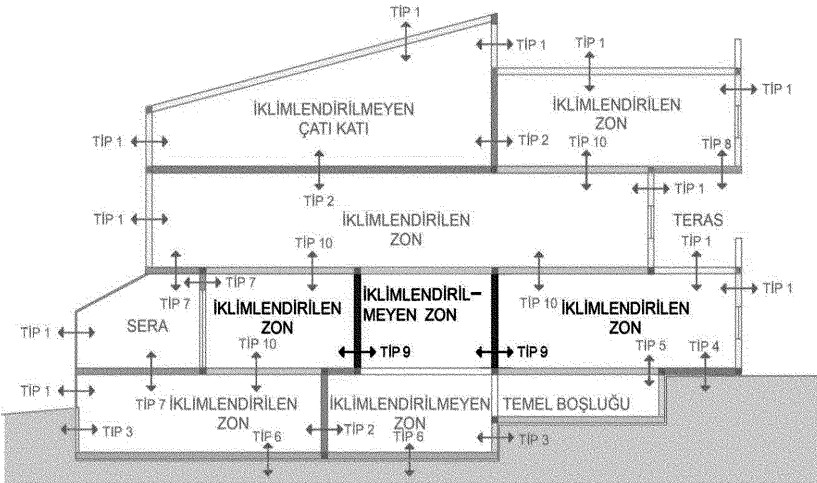
Şekil 8.9 TİP 8 - İklimlendirilen zonun dış hava teması konsol döşemesi

8.3.9 İklimlendirilen Zonun Dışa Açık Olmayan İklimlendirilmeyen Zona Bakan Bileşenleri

İklimlendirilen zonun dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan duvarları (örneğin; çekirdeğe bakan iç duvarlar) TİP 9 Şekil 8.10'da gösterilir. Bu yüzeyler için önce 8.3.1'de TİP 1 yapılan hesaplar uygulanır, dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona ısı geçişi değeri H_{op} 0,5 ile çarpılarak bulunur.

$$U_{op,stand} = 1 / (1 / h_{si} + \sum_{l=1}^n \frac{d_l}{\lambda_l} + 1 / h_{se}) \quad (8.30)$$

$$H_{tr} = 0,5 (\sum H_{tr,op} + \sum H_{tr,win} + \sum H_{tr,do}) \quad (8.31)$$

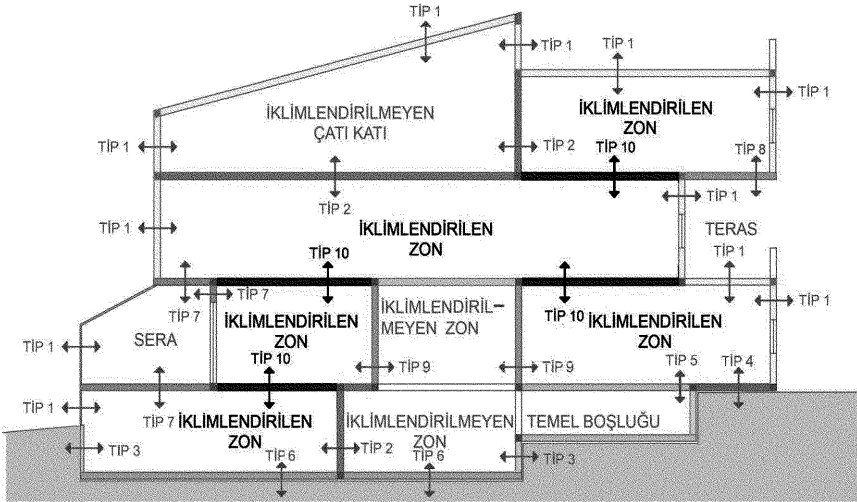


Şekil 8.10 TİP 9 - İklimlendirilen zonun, dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan duvarları

Not - Bitişik binalar arasındaki eleman TİP 9 ile aynı olup hesaplaması buna göre yapılır.

8.3.10 İklimlendirilen Zonun İklimlendirilen Başka Bir Zon İle İlişkili Bileşenleri

İklimlendirilen zonlu iklimlendirilen diğer zon ile ayıran opak bileşenler TİP 10 **Şekil 8.11'**de gösterilir. Bu hesaplama yönteminde, iklimlendirilen iki zon arasındaki ısı geçişi, bir zonun ısı kaybının diğer zonun ısı kazancı olması nedeniyle, binanın toplam enerji performansına yansıtılmaması öngörülmektedir, iklimlendirilen zonlar arasında ısı geçişi hesaba katılmamaktadır.



Şekil 8.11 TİP 10 - İklimlendirilen zonun iklimlendirilen başka bir zon ile ilişkili opak bileşenleri

8.3.11 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Zonun Toprak Altındaki Döşemesi

İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun toprak altı döşemesinin TİP 11 hesapları, TİP 1'in hesaplarının açıklandığı bölüm 8.3.1'deki gibi yapılır.

9. HAVALANDIRMA İÇİN ISI GEÇİŞİ

9.1 Minimum Havalandırma İhtiyacı

Binalarda hijyen ve konfor koşullarının sağlanabilmesi için gerekli olan minimum havalandırma ihtiyacı ($\dot{V}_{ve,min}$), (m^3/h) vardır. Bu ihtiyaç binanın tipi ve kullanım amacına göre değişiklik gösterir. Aşağıda bina tiplerine göre karakteristik veriler bulunmaktadır.

9.1.1 Müstakil Konutlar ve Apartmanlar

$$\dot{V}_{ve,min} = 0,3 \cdot V \quad (9.1)$$

$\dot{V}_{ve,min}$: Minimum hacimsel hava debisi, m^3 / h

V : Havalandırılan zonun hacmi, m^3

9.1.2 Ofisler

$$\dot{V}_{ve,min} = (N_p \cdot q_p) + (A \cdot q_m) \quad (9.2)$$

$\dot{V}_{ve,min}$: Minimum hacimsel hava debisi, m^3 / h

N_p : Kişi sayısı

q_p : Kişi başına gerekli taze hava miktarı, $m^3 / ki\ddot{s}i.h$

A : Zonun/mekânın alanı, m^2

q_m : m^2 başına gerekli taze hava miktarı, $m^3 / m^2.h$

Not - Veri tabanlarında yer alan mekân için gerekli taze hava miktarının kişi başına veya birim alan başına verilmesi durumunda diğeri yok sayılır.

9.1.3 Diğer Bina Tipolojileri

Bir zon içindeki her fonksiyonel mekân için minimum hacimsel hava debisi;

$$\dot{V}_{ve,min,i} = (N_p \cdot q_p) + (A \cdot q_m) \quad (9.3)$$

$\dot{V}_{ve,min,i}$: Bir zondaki i fonksiyonel mekân için minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h

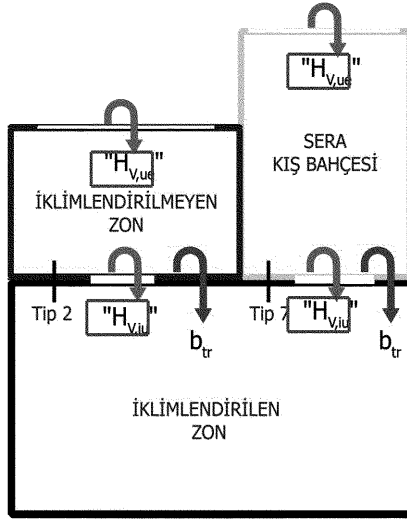
Bir zon içindeki tüm fonksiyonel mekânın minimum hava hacimsel debisi toplamı;

$$\dot{V}_{ve,min,tot} = \Sigma (\dot{V}_{ve,min,i}) \quad (9.3.a)$$

$\dot{V}_{ve,min,tot}$ = Bir zondaki tüm fonksiyonel mekanların toplam minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h

9.2 Özel Durumlar İçin Hesaplama

9.2.1 İklimlendirilen Zon İçin Bitişik İklimlendirilmeyen Zon Arasındaki Havalandırma İle Isı Geçiş Katsayısı



Şekil 9.1 TİP 2 ve TİP 7 elemanlara sahip iklimlendirilen ve iklimlendirilmeyen zon için havalandırma ısı geçiş katsayıları ile sıcaklık düzeltme katsayıları

Bir zonda TİP 2 veya TİP 7 elemanı var ise hesabı yapılan iklimlendirilen zona bitişik bir iklimlendirilmeyen zon veya sera (kış bahçesi) vardır. Bu durumda, iklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hava değişim sayısı (n_{uc}) aşağıdaki gibi hesaplanır. 50 Pa basınçtaki hava değişim oranının (n_{50}) belirlenmesi için **Tablo 9.1**'den yararlanılır.

TİP 7 ve TİP 2 elemanları için bağıntı (9.12)'de geçen sıcaklık düzeltme faktörü b_{ve} için 8.3.2 ve 8.3.7 maddelerinde verilen b_{tr} değerleri alınır.

$$n_{uc} = n_{50} / 20 \quad (9.4)$$

n_{ue} : İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hava değişim sayısı, 1 / h
 n_{50} : 50 Pa basınçtaki hava değişim oranı, 1 / h

Tablo 9.1 Bağımsız kaçak karakteri elemanları için düzeltme faktörleri ve farklı konstrüksiyon tipleri için temel hava sızdırma değerleri (50 Pa basınçta) ve eklenecek değerler

Konstrüksiyon Tipi Sızdırma Değeri	Ahşap Çerçevesi Yalıtılmış Alçak Bina n_{50} [h^{-1}]	Tuğla veya Blok Alçak Bina n_{50} [h^{-1}]	Beton veya Perde Duvar Yüksek Bina n_{50} [h^{-1}]
Temel Sızdırma Değeri	3	8	3
Eklenecek Sızdırma Değeri			
Birleşimleri Kötü Yapılmış	-	-	5
Polietilen Kaplama Yok	3	3	-
Bodrum / Çatı Arası / Yükseltilmiş Döşeme	1	1	-
Açık Baca	1	1	1
Kompleks (Dikdörtgen Olmayan Kat Planı)	1	1	1
Sızdırmaz Bant Olmayan Pencere ve Kapılar	1	1	1
Contalanmamış Servis Açıklıkları	1	1	1
Kanal Hava Sirkülasyonu	2	2	2
Bitişik Bina	-0,5	-1	-
Havalandırma Boşluğu / Teras	-1	-2	-
Ara Boşluğu İzolasyonlu Duvar	-	-1	-
Sıva Yapılmış Duvar	-	-1	-1
Sızdırmaz Contalı Pencere ve Kapılar	-1	-1	-1
Toplam n_{50}			

9.2.1.1 İklimlendirilmeyen Zon İle Dış Ortam Arasındaki Hacimsel Hava Debisi ($\dot{V}_{v,ue}$)

$$\dot{V}_{v,ue} = V_u \cdot n_{ue} \quad (9.5)$$

n_{ue} : İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hava değişim sayısı, 1/ h

V_u : İklimlendirilmeyen zonun hacmi, m³

9.2.1.2 İklimlendirilmeyen Zon İle Dış Ortam Arasındaki Havalandırma Isı Geçiş Katsayısı ($H_{V,ue}$)

$$H_{V,ue} = \rho_a \cdot c_a \cdot \dot{V}_{V,ue} \quad (9.6)$$

$H_{V,ue}$: İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasında havalandırma ısı geçiş katsayısı, W / K

$\rho_a \cdot c_a$: Havanın ısıtıl kapasitesi, J / (m³ · K) = 0,33 W · h / (m³ · K)

$\dot{V}_{V,ue}$: İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hacimsel hava debisi, m³ / h

9.2.1.3 İklimlendirilen Zonla İklimlendirilmeyen Zon Arasında Kapı ve/veya Pencere Varsa

İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava değişim sayısı (n_{iu}) değeri iklimlendirilmeyen zonu özelliğine göre **Tablo 9.2**'den alınır.

Tablo 9.2 İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava değişim sayısı

No	İklimlendirilmeyen Hava Sızdırmazlık Tipi	n_{iu}
1	Duvarlarda çatlak, kapı ve pencere yok	0,1
2	Duvarlarda çatlak yok, kapı ve pencerelerin sızdırmazlığı yüksek	0,5
3	Duvarlarda çatlak çok az	1
4	Hava sızdırmazlığı orta seviyede	3
5	Hava sızdırmazlığı çok kötü	10

$$\dot{V}_{ve,iu} = V \cdot n_{iu} \quad (9.7)$$

$\dot{V}_{ve,iu}$: İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hacimsel hava debisi, m³/h

V: Zonun hacmi

n_{iu} : İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki hava değişim sayısı, 1 / h

$$H_{V,iu,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot \dot{V}_{ve,iu} \quad (9.8)$$

$H_{V,iu,i}$: İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki iletimden havalandırma ısı

geçiş katsayısı, W / K

$\rho_a \cdot c_a$: Havanın ısı kapasitesi, $J / (m^3 \cdot K) = 0,33 \text{ W} \cdot h / (m^3 \cdot K)$

$$\dot{V}_{ve,infu} = \dot{V}_{ve,iu}$$

$\dot{V}_{ve,infu}$: İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hacimsel hava debisi, m^3/h

$\dot{V}_{ve,iu}$: İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hacimsel hava debisi, m^3/h

9.2.1.4 İklimlendirilen Zonla İklimlendirilmeyen Zon Arasında Kapı ve/veya Pencere Yoksa

İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasında rüzgar ve baca etkilerinin çok düşük olmasından dolayı bu iki zon arasındaki hacimsel hava debisi ($\dot{V}_{ve,iu}$) aşağıdaki gibi kabul edilir:

$$\dot{V}_{ve,iu} = 0 \quad (9.9)$$

$$H_{V,iu} = 0 \quad (9.10)$$

9.3 Doğal Havalandırma ve Sızıntı (İnfiltrasyon)

Tasarım hacimsel hava debisi ($\dot{V}_{ve,d}$) hesaplanırken, daha önce **Tablo 9.1**'den elde edilen binanın hava sızdırma değerine (n_{50}) göre **Tablo 9.3**'ten hava sızdırmazlık seviyesi belirlenir. Belirlenen hava sızdırmazlık seviyesi ile binanın korunma durumuna göre hava değişim oranı (n), bina tipolojisine bağlı olarak **Tablo 9.4** veya **Tablo 9.5**'ten alınacaktır.

Doğal havalandırma için hacimsel hava debisi, minimum havalandırma ihtiyacı hacimsel hava debisi ($\dot{V}_{ve,min}$) ile tasarım hacimsel hava debisi arasında ($\dot{V}_{ve,d}$) büyük olanı seçilerek alınır.

$$\dot{V}_{ve,d} = V \cdot n \quad (9.11)$$

$\dot{V}_{ve,d}$: Dizayn hava hacimsel debisi, m^3 / h

n : Zondaki hava değişim sayısı, $1 / h$

V : Zonun hacmi, m^3

$$\dot{V}_{ve,infe} = \max [\dot{V}_{ve,min}; \dot{V}_{ve,d}] \quad (9.11.a)$$

$\dot{V}_{ve,infe}$: Doğal havalandırma hacimsel hava debisi, m^3 / h

$\dot{V}_{ve,min}$: Minimum hacimsel hava debisi, m^3 / h

$\dot{V}_{ve,d}$: Dizayn hava hacimsel debisi, m^3 / h

Tablo 9.3 Hava sızdırmazlık seviyeleri

Hava Değişim Oranı (Toplam n_{50})		Sızdırmazlık
Apartmanlar, ofis ve diğer bina tipolojileri	Müstakil konut	
< 2	< 4	Yüksek
2 ile 5 arası	4 ile 10 arası	Orta
> 5	> 10	Düşük

Tablo 9.4 Apartmanlar, ofisler ve diğer bina tipolojilerinde doğal havalandırma hava değişim sayısı (n), (1/h)

Binanın Korunma Durumu	Dışa Bakan Birden Fazla Yüzey			Dışa Bakan Bir Yüzey		
	Binanın Sızdırmazlığı			Binanın Sızdırmazlığı		
	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Korunmasız (Açık alandaki ve şehir merkezindeki yüksek binalar)	1,2	0,7	0,5	1	0,6	0,5
Hafif Korunmalı (Ağaçlık alandaki ve şehir merkezinde az sıklıktaki binalar)	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Tam Korunmalı (Orman içindeki ve şehir merkezindeki sık binalar)	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tablo 9.5 Müstakil konutlar doğal havalandırma hava değişim sayısı (n), (1/h)

Binanın Korunma Durumu	Binanın Sızdırmazlığı		
	Düşük	Orta	Yüksek
Korunmasız (Açık alandaki ve şehir merkezindeki yüksek binalar)	1,5	0,8	0,5
Hafif Korunmalı (Ağaçlık alandaki ve şehir merkezinde az sıklıktaki binalar)	1,1	0,6	0,5
Tam Korunmalı (Orman içindeki ve şehir merkezindeki sık binalar)	0,7	0,5	0,5

$$H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_{k=1}^n (b_{ve,infk} \cdot \dot{V}_{ve,infk}) + (b_{ve,infu} \cdot \dot{V}_{ve,infu}) + (b_{ve,infss} \cdot \dot{V}_{ve,infss}) \quad (9.12)$$

H_{ve} : Havalandırma ısı geçiş katsayısı, W / K

$\rho_a \cdot c_a$: Havanın ısı kapasitesi, J / (m³ · K) = 0,33 W · h / (m³ · K)

$b_{ve,infk}$: Doğal havalandırma için düzeltme katsayısı

$\dot{V}_{ve,infk}$: Doğal havalandırma hacimsel hava debisi, m³ / h

$b_{ve,infu}$: İklimlendirilmeyen zondan havalandırma için düzeltme katsayısı

$\dot{V}_{ve,infu}$: İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hacimsel hava debisi, m³ / h

$b_{ve,infss}$: Sera ile iklimlendirilen zon arasındaki havalandırma için düzeltme katsayısı

$\dot{V}_{ve,infss}$: Sera ile iklimlendirilen zon arasındaki hacimsel hava debisi, m³ / h

TİP 7 ve TİP 2 elemanlar için yukarıdaki formülde geçen sıcaklık düzeltme faktörü b_{ve} için 8.3.2 ve 8.3.7 maddelerinde verilen b_{tr} değerleri alınır.

9.4 Mekanik Havalandırma

Binada mekanik havalandırma uygulanıyorsa, toplam hacimsel hava debisi aşağıdaki bağıntılardan faydalanılarak hesaplanır.

Toplam hacimsel hava debisi, sistem fanları çalışırken fanlardaki ortalama hacimsel hava debisi ve rüzgâr etkisi ile havalandırma açıklıklarından ve çatlaklardan sızma ile oluşan ilâve hacimsel hava debisinin toplamına eşittir.

$$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x \quad (9.13)$$

$\dot{V}$: Toplam hacimsel hava debisi, m³/h

$\dot{V}_f$: Sistem fanları çalışırken fanlardaki ortalama hacimsel hava debisi, m³/h

$\dot{V}_x$: Rüzgâr etkisi ile havalandırma açıklıklarından ve çatlaklardan sızma ile oluşan ilâve hacimsel hava debisi, m³/h

Sadece üfleme sistemlerinde, $\dot{V}_f$ üfleme hava debisi, q_{v1} 'e eşit alınır.

Sadece emiş yapılan sistemlerde, $\dot{V}_f$ egzoz hava debisi, q_{v2} 'ye eşit alınır.

Hem üfleme hem de emiş yapılan sistemlerde, $\dot{V}_f$ değeri büyük olana eşit alınır.

İlâve hacimsel hava debisi, $\dot{V}_x$ aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f \left[\frac{q_{v1} - q_{v2}}{V \cdot n_{50}} \right]^2} {e}} \quad (9.14)$$

V : Havalandırılan hacim, m³

n_{50} : İç ve dış ortamlar arasında 50 Pa basınç farkı varken hava değişim oranı, 1/h

- q_{v1} : Üfleme hava debisi, m³/h
 q_{v2} : Egzoz hava debisi, m³/h
 f : Tablo 9.6 'dan alınacak katsayı,
 e : Tablo 9.6 'dan alınacak katsayı,

Tablo 9.6 Mekanik havalandırmada sızıntı (infiltrasyon) katsayıları

Binanın Korunma Durumu	Katsayı	Dışa Bakan Birden Fazla Yüzey	Dışa Bakan Bir Yüzey
Korunmasız (Açık alandaki ve şehir merkezindeki yüksek binalar)	e	0,10	0,03
Hafif Korunmalı (Ağaçlık alandaki ve şehir merkezinde az sıklıktaki binalar)		0,07	0,02
Tam Korunmalı (Orman içindeki ve şehir merkezindeki sık binalar)		0,04	0,01
Tüm Koruma Sınıfları	f	15	20

Mekanik havalandırma sistemi zaman zaman kapatılıyorsa (kesintili çalışma), toplam hacimsel hava debisi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\dot{V} = (\dot{V}_0 + \dot{V}_x')(1 - \beta) + (\dot{V}_f + \dot{V}_x)\beta \quad (9.15)$$

$\dot{V}_0$: Mekanik havalandırma sistemi kanallarından geçen hava debisini de içeren doğal havalandırma hava debisi (varsayılan değer olarak 0 (sıfır) alınır), m³/h

β : Fanların çalıştığı sürenin toplam süreye (24 saat) oranı

$\dot{V}_x'$: Fanlar kapalı iken rüzgâr etkisinden dolayı oluşan ilave hava debisi (m³/h),

t_f : Fanların haftalık çalışma süresi (saat)

$$\beta = t_f/168 \quad (9.16)$$

$\dot{V}'_x$ değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\dot{V}'_x = V \cdot n_{50} \cdot e \quad (9.17)$$

9.5 Isı Geri Kazanımlı (Isı Değiştirici) Mekanik Havalandırma Sistemleri

Mekanik havalandırma sistemi, dışarı atılan havadaki ısı enerjisini ortama gönderilen havanın ön ısıtmasını sağlamak amacıyla kullanılacak bir ısı geri kazanım sistemine sahip ise mekanik havalandırma ile meydana gelecek ısı geçişinin hesaplanmasında bir azaltma faktörünün kullanılması gerekir. Bu amaçla fanlar çalışırken toplam hacimsel hava debisinin hesaplanmasında aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$$\dot{V} = \dot{V}_f(1 - \eta_v) + \dot{V}'_x \quad (9.18)$$

η_v : Isı geri kazanım sistemi genel verimi.

Isı geri kazanım ünitesinden gelen hava akışı için sıcaklık düzeltme faktörü, $b_{ve,k}$, aşağıdaki gibidir:

$$b_{ve,k} = 1 - f_{ve,frac,k} \eta_{hru} \quad (9.19)$$

sembol ifadeleri aşağıdaki gibidir:

$b_{ve,k}$: Isı geri kazanım ünitesinden geçen ve dikkate alınan hava akış elemanlarının (k) sıcaklık düzeltme katsayısı.

η_{hru} : Isı geri kazanım ünitesi verimi.

$f_{ve,frac,k}$: Isı geri kazanım ünitesinden geçen ve dikkate alınan hava akış elemanının (k) oranı.

Yukarıdaki bağıntı, ısı geri kazanım sistemi dışarı atılan havadan alınan ısı enerjisini, sıcak su sistemine veya ısı pompası gibi bir başka sistem aracılığıyla ısıtma sistemine iletiyorsa kullanılmaz. Bu durumlarda azaltma, ilgili sistemin enerji tüketiminin hesaplanması sırasında dikkate alınmalıdır.

10. İÇ KAZANÇLAR

10.1 Hesaplama Yöntemi

İç kazançlar, iç ısı kaynaklarından kazanılan ısıdır.

Bu hesaplama yönteminde göz önüne alınan iç kazançlar aşağıda belirtilenleri içerir:

- İnsanlardan, metabolik aktiviteye bağlı, duyulur ve gizli ısı kazançları.
- Cihazlardan yayılan duyulur ve gizli ısı kazançları.
- Sıcak su kaynaklı ısı kazançları.
- Aydınlatma aygıtlarından ısı kazançları.

İç kazançlar (insanlardan ve cihazlardan), hesabı yapılan zonun fonksiyonuna göre değişiklik göstermektedir. Zondaki aktiviteye bağlı olarak insanlardan ısı kazançları, hacimdeki ekipman yoğunluğuna bağlı olarak cihazlardan ısı kazançları hesaplanır. Ayrıca hesabı yapılan binanın fonksiyonuna göre binanın zonlaması farklılık gösterdiğinden toplam iç kazanç hesabı değişir. Bina fonksiyonuna bağlı hesap farklılıkları bölüm 10.2’de açıklanmıştır.

10.2 İnsanlardan ve Cihazlardan İç Kazançların Hesaplanması

Binada bulunan insan sayısı ve binanın fonksiyonuna göre insanlardan ve cihazlardan olan iç yükler hesaplanır. Konutlar için ayrıca sıcak su iç yükü bağıntı (10.11) ile hesaba katılır

10.2.1 Müstakil Konutlar ve Apartman Daireleri

Müstakil konutlar ve apartman dairelerinde toplam iç kazanç bağıntı (10.18) ile hesaplanacaktır. Konutlarda iç kazançlar mutfak ve salon alanları m^2 ile diğer mekanların alanları m^2 üzerinden hesaplanır. Mutfak ve salon ile diğer mekanlar ayrı tanımlanarak toplam konut alanındaki iç kazanç değerine ulaşılır.

$$A_f = A_{f,D} + A_{f,M} \quad (10.1)$$

A_f : Konut toplam döşeme alanı, m^2

$A_{f,M}$: Mutfak ve salon alanı, m^2

$A_{f,D}$: Konutun mutfak ve salon hariç kalan döşeme alanı, m^2

$$\Phi_{\text{int,scn,M}} = A_{f,M} \cdot \Phi_{\text{int,scn,M,unit}} \quad (10.2)$$

$\Phi_{\text{int,scn,M}}$: Mutfak ve salon için toplam duyulur ısı kazancı (insan+cihaz), W

$\Phi_{\text{int,scn,M,unit}}$: Mutfak ve salon için birim alandan (m²) duyulur ısı kazanç miktarı, W/m²

$$\Phi_{\text{int,scn,D}} = A_{f,D} \cdot \Phi_{\text{int,scn,D,unit}} \quad (10.3)$$

$\Phi_{\text{int,scn,D}}$:Mutfak ve salon dışındaki mekanlar için toplam duyulur (insan+cihaz), ısı kazancı W

$\Phi_{\text{int,scn,D,unit}}$: Mutfak ve salon dışındaki mekanlar için birim alandan (m²) duyulur ısı kazanç miktarı, W/m²

$$\Phi_{\text{int,scn}} = \Phi_{\text{int,scn,D}} + \Phi_{\text{int,scn,M}} \quad (10.4)$$

$\Phi_{\text{int,scn}}$: Toplam duyulur ısı kazancı, W

Banyo ve benzeri ıslak hacimlerden kazanılan iç yük, sıcak su iç yükü olarak ele alınır.Konutlarda sıcak su iç yükü aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\Phi_{\text{int,W}} = 25 + (15 \cdot N_p) \quad (10.5)$$

$\Phi_{\text{int,W}}$: Toplam sıcak su yükü ısı kazancı, W

Konutlar için iç yükler 24 saat boyunca var kabul edilir, ancak kazanç yoğunluğu saatlere göre farklılık göstermektedir. Konutlarda saatlere göre iç yük dağılımı **Tablo 10.1**'de verilmiştir.

Tablo 10.1 Konut ve apartman dairelerinde duyulur ısı kazançları saatlik zaman çizelgesi

Saat	Konutlar			
	Mutfak + Salon		Diğer alanlar	
	$\phi_{int, sen, M, unit} \cdot W/m^2$ ($\phi_{int, App, sen, M, unit} + \phi_{int, Oc, sen, M, unit}$)	$\phi_{int, App, sen, M, unit}$ $t, W/m^2$	$\phi_{int, sen, D, unit} \cdot W/m^2$ ($\phi_{int, App, sen, D, unit} + \phi_{int, Oc, sen, D, unit}$)	$\phi_{int, App, sen, D, unit}$ $t, W/m^2$
07:00 - 17:00	8	5,2	1	0
17:00 - 23:00	20	17,2	1	0
23:00 - 07:00	2	0	6	5

İnsanlar için kişi başına metabolik kazançlar **Tablo 10.2’de** verilmiştir.

Tablo 10.2 Konutlarda ve ofislerde insanlardan metabolik ısı kazançları için duyulur ve gizli ısı değerleri

Etkinlik Derecesi	$\Phi_{int, Oc, sen, unit}$ (W/kişi)
Oturma, çalışma	75

10.2.2 Ofisler

Ofisler için toplam iç kazanç bağıntı (10.14) ile hesaplanacaktır. Ofisin çalışma saatlerinde iç yükler aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır.

$$\phi_{int, Oc} = 75 \cdot N_p \quad (10.6)$$

N_p : Kişi sayısı

$\Phi_{int, Oc}$: Bir insandan kazanılan duyulur ısı kazancı, W

Ofis yoğunlukları, **Tablo 10.3** üzerinden kişi başına düşen m^2 ler aracılığı ile tanımlanacaktır.

Tablo 10.3 Ofis yoğunluklarının tanımı

	İnsan başına düşen alan (m ²)			
İnsan yoğunluğu	Az Yoğun	Orta Yoğun	Yoğun	Çok Yoğun
Ofis alanı	15,5	11,6	9,3	7,8

Cihazlardan olan ısı kazançları; ofisin yoğunluk durumuna bağlı olarak Tablo 10.4.'ten gelir.

Ofis cihazlarından kazanılan duyulur ısı miktarı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Ofislerde gizli ısı yayan cihaz ve benzeri durumlar için cihazlardan gizli kazançlar hesaba katılmamaktadır.

$$\Phi_{\text{int,App}} = A_f \cdot \Phi_{\text{int,App,unit}} \quad (10.7)$$

$\Phi_{\text{int,App,unit}}$: Cihazlardan m² başına kazanılan birim ısı, W/m²

A_f : Toplam zon net döşeme alanı, m²

$\Phi_{\text{int,App}}$: Cihazlardan toplam iç kazanç değeri, W

Tablo 10.4 Ofislerde cihazlardan ısı kazançları

	$\Phi_{\text{int,App,unit}}(\text{W/m}^2)$			
İnsan yoğunluğu	Az Yoğun	Orta Yoğun	Yoğun	Çok Yoğun
Ofis	5,4	10,8	16,1	21,5

10.2.3 Rezidanslar ve Diğer Bina Tiplerleri

Rezidanslar ve konut/ofis dışı diğer bina toplam iç kazanç bağıntı (10.15) ile hesaplanacaktır. Bu kategorideki bina tipolojisi; eğitim binaları, hastaneler, rezidanslar, oteller, alışveriş merkezi/ticaret merkezleri olarak sınıflandırılarak, yaklaşık 32 zon veya hacim fonksiyonu tanımlanmıştır. Hesaplama sırasında zon/hacimlerin kat içerisindeki alanları m² ile birim alana dayalı katsayıları çarpılarak toplam iç kazançlar aşağıdaki gibi belirlenir. Buna göre ilgili zonda insanlardan elde edilen duyulur ısı kazancı bağıntı (10.8) ile hesaplanır.

$$\Phi_{\text{int,Oc,sen}} = \sum_{i=1}^n (A_{f,i} \cdot \Phi_{\text{int,Oc,sen},i}) \quad (10.8)$$

$\Phi_{\text{int,Oc,sen},i}$: i hacmi m² başına insanlardan duyulur ısı kazanç değeri, W/m²

$A_{f,i}$: i hacminin net döşeme alanı, m²

$\Phi_{\text{int,Oc,sen}}$: Kat içerisindeki tüm mekanlarda insanlardan toplam duyulur ısı

kazanç değeri, W

İnsanlardan toplam ısı kazancı (10.9) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\Phi_{\text{int, Oc}} = \Phi_{\text{int, Oc, sen}} \quad (10.9)$$

$\Phi_{\text{int, Oc}}$: Kat içerisindeki tüm hacimlerden insanlardan toplam ısı kazanç değeri, W

Cihazlardan ısı kazancı ise (10.10) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\Phi_{\text{int, App}} = \sum_{i=1}^n (A_{t,i} \cdot \Phi_{\text{int, App, i, unit}}) \quad (10.10)$$

$\Phi_{\text{int, App}}$: Kat içerisindeki tüm hacimlerden, cihazlardan toplam ısı kazanç değeri, W

$\Phi_{\text{int, App, i, unit}}$: i hacminde m² başına cihazlardan ısı kazanç değeri, W/m²

10.3 Aydınlatma Aygıtlarından İç Kazançların Hesaplanması

Aydınlatma aygıtlarından oluşan iç kazançlar aydınlatma hesabı kısmında açıklanmıştır. $\Phi_{\text{int, lg}}$ formülü; aydınlatma enerjisi gereksinimlerinin hesaplanmasında elde edilmiştir.

10.4 Toplam İç Kazanç Değerinin Hesaplanması

10.4.1 Müstakil Konutlar ve Apartman Daireleri

Konut birimlerinde iç kazanç değerleri altı maddede toplanmıştır.

- Mutfak ve salon alanları için m² başına duyulur ısı kazanç değeri üzerinden toplam duyulur ısı kazancının hesaplanması.
- Mutfak ve salon alanları hariç diğer alanlar için m² başına duyulur ısı kazanç değeri. üzerinden toplam duyulur ısı kazancının hesaplanması.
- İnsanlardan gizli ısı kazançlarının hesaplanması.
- Cihazlardan gizli ısı kazançlarının hesaplanması.
- Toplam sıcak su yükü ısı kazancının hesaplanması.
- Aydınlatma aygıtlarından iç kazançların hesaplanması.

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,sen,D} + \Phi_{int,sen,M} + \Phi_{int,W} + \Phi_{int,Ig} \quad (10.11)$$

- $\Phi_{int,sen,D}$: Mutfak ve salon dışındaki mekanlar için toplam duyulur ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,sen,M}$: Mutfak ve salon için toplam duyulur ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,App,lat}$: Cihazlardan toplam gizli ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,Oc,lat}$: İnsanlardan toplam gizli ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,W}$: Toplam sıcak su yükü ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,Ig}$: Aydınlatma aygıtlarından ısı kazancı, W

10.4.2 Ofisler

Ofis binalarında iç kazanç değerleri aşağıdaki maddelerde toplanmıştır:

- İnsanlardan duyulur ısı kazançları.
- Cihazlardan iç kazançlar.
- Aydınlatma aygıtlarından iç kazançlar.

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,App} + \Phi_{int,Ig} \quad (10.12)$$

- $\Phi_{int,Oc}$: İnsanlardan toplam duyulur ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,App}$: Cihazlardan toplam ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,Ig}$: Aydınlatma aygıtlarından ısı kazancı, W

10.4.3 Rezidanslar ve Diğer Bina Tipolojileri

Rezidans ve diğer bina tipolojilerine sahip binalarda iç kazanç değerleri aşağıdaki maddelerde toplanmıştır, bağıntı (9.2) ile hesaplanmaktadır.

- Zon içerisindeki hacimlerde insanlardan duyulur ısı kazançlarının toplamı.
- Zon içerisindeki hacimlerde cihazlardan iç kazançların toplamı.
- Zon içerisindeki hacimlerde aydınlatma aygıtlarından iç kazançların toplamı.

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc,sen} + \Phi_{int,App} + \Phi_{int,Ig} \quad (10.13)$$

- $\Phi_{int,Oc,sen}$: Zon içerisindeki hacimlerde insanlardan duyulur ısı kazançlarının toplamı, W
 $\Phi_{int,App}$: Cihazlardan toplam ısı kazancı, W
 $\Phi_{int,Ig}$: Aydınlatma aygıtlarından ısı kazancı, W

10.4.4 İklimlendirilmeyen Bölgelerden Gelen İç Kazançların Hesaplanması

İklimlendirilmeyen bölgelerden gelen iç kazançlar basit saatlik yöntem için, bina zonunda iç ısı kaynaklarından gelen ısı akış oranlarının toplamı $Q_{int,tot}$, Watt aşağıda verilen denklemlere göre her saat için hazırlanır.

$$Q_{int,tot} = Q_{int} + \sum (1 - btr) fig Q_{int,u} \quad (10.14)$$

$\phi_{int,u}$: Bitişik iklimlendirilmemiş bölgelerde iç kazançlarından kaynaklı saatlik ısı akış oranıdır, W olarak ifade edilir.

fig : Ele alınan iklimlendirilmiş bina zonunun, aynı iklimlendirilmemiş bitişik zonlu diğer iklimlendirilmiş zonlarla paylaştığı durumdaki iç kazançların oranı.

$$fig = H_{iu,z} / H_{iu} \quad (10.15)$$

11. GÜNEŞ KAZANÇLARI

11.1 Hesaplama Yöntemi

Güneş enerjisi kazançları, opak ve saydam bileşenlerden olmak üzere iki düzeyde incelenmektedir. Geliştirilen yöntem dış engeller, bina çıkıntıları ve çeşitli gölgeleme elemanlarının gölgeleme etkisini, saydam ve opak bileşenlerin etkin toplama alanına dayanan güneş kazançlarını ve gökyüzüne kaybedilen ısı ışınım miktarını hesaba katmaktadır.

11.2 Güneş Enerjisinden Toplam Isı Kazançları

Basit saatlik yöntem için, ele alınan bina zonunda solar ısı kaynaklarından gelen ısı akış oranı, Φ_{sol} , watt olarak ifade edilir, Aşağıdaki denklemle her saat için hesaplanır:

Bina elemanından güneş kazançlarını ifade eden ısı miktarı, $\phi_{sol,k}$ “W” watt cinsinden ifade edilmekte ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \phi_{r,k} \quad (11.1)$$

$$\Phi_{sol} = \Phi_{sol,k} + \sum (1 - btr) fsg \Phi_{sol,k,u}, \quad (11.2)$$

$$fsg = H_{iu,z} / H_{iu} \quad (11.3)$$

$F_{sh,ob,k}$: k yüzeyinin etkin güneş toplama alanının dış engellerden gölgelenme faktörü

$A_{sol,k}$: Değerlendirilmekte olan zon veya binada verilen bir yön ve eğim açısındaki k yüzeyinin etkin toplama alanı, m^2

$I_{sol,k}$: Verilen yön ve eğim açısındaki k yüzeyinin toplama alanının metrekaresi başına gelen toplam güneş ışıınımı, W/m^2

$F_{r,k}$: k bina elemanı ve gökyüzü arasındaki ışıınımsal biçim faktörüdür ve değerleri aşağıdaki gibidir:

$\Phi_{sol,k,u}$: Bitişik iklimlendirilmemiş zonda iç ısı kazançlarından kaynaklı saatlik ısı akış oranı, W

$\Phi_{sol,k}$: Solar kazançlardan kaynaklı saatlik ısı akış oranı , W

f_{sg} : Ele alınan iklimlendirilmiş bina zonunun, aynı iklimlendirilmemiş bitişik zonun diğer iklimlendirilmiş zonlarla paylaştığı durumdaki solar kazançların oranı

$F_r = 1$: Gölgelememiş yatay yüzeyler için.

$F_r = 0,5$: Gölgelememiş dikey yüzeyler için.

$\phi_{r,k}$: k bina elemanından gökyüzüne ısıtılma ile ısı kaybı miktarı, W

Bina yüzeyi toplam etkin toplama alanı (A_{sol}), aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$A_{sol} = A_{sol,op} + A_{sol,gl} \quad (11.4)$$

$A_{sol,op}$: Değerlendirilmekte olan zon veya binada, verilen bir yön ve eğim açısındaki opak yüzeyin etkin toplama alanıdır, m^2

$A_{sol,gl}$: Değerlendirilmekte olan zon veya binada, verilen bir yön ve eğim açısındaki saydam yüzeyin etkin toplama alanıdır, m^2

11.2.1 Saydam Bileşenler İçin Etkin Güneş Işınımı Toplama Alanı

Saydam bileşenlerin (örneğin pencere) etkin güneş ışınlamı toplama $A_{sol,gl}$, metrekare cinsinden ifade edilir ve genel olarak aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır;

$$A_{sol,gl} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \quad (11.5)$$

$$F_{sh,gl} = F_{ov} \cdot F_{finl} \quad (11.6)$$

$F_{sh,gl}$: Saydam bileşen için gölgeleme faktörü

F_{ov} : Yatay gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

F_{finl} : Dikey gölgeleme alanının gölgeleme faktörü

g_{gl} : Saydam bileşenin cam yüzeyi için toplam güneş enerjisi geçirgenlik katsayısı

$A_{gl} = A_{win} \cdot (1 - F_F)$: saydam bileşenin (örneğin, pencere) toplam alanı, m^2

A_{win} : Çerçeve dahil saydam bileşenin toplam alanı, m^2

F_F : Çerçeve faktörü

Not - F_F çerçeve faktörü, sabit pencereler için 0,2, açılır pencereler için 0,3 alınmaktadır.

11.2.2 Opak Bileşenler İçin Etkin Güneş Işınımı Toplama Alanı

Bina kabuğunun opak bileşeninin etkin güneş enerjisi toplama alanı metre kare cinsinden bağıntı (11.7) ile verilir:

$$A_{\text{sol,op}} = \alpha_{\text{sol,em}} \cdot R_{\text{se}} \cdot U_{\text{op}} \cdot A_{\text{op}} \quad (11.7)$$

$\alpha_{\text{sol,em}}$: Opak yüzeyin güneş ışıınımı yutuculuk katsayısı (EN 10456)

R_{se} : Opak bileşen dış yüzey ısı direnci, m²K/W

U_{op} : Opak bileşen ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

A_{op} : Opak bileşen iz düşüm alanı, m²

11.2.3 Kapı Bileşenleri İçin Güneş Enerjisinden Isı Kazançları

Kapı bileşenlerinin saydam bileşen içermesi durumunda (balkon kapıları) bu bileşenler pencere olarak tanımlanır ve güneş kazançları saydam bileşen gibi hesaplanır. Kapılarda cam olmaması durumunda ise güneş kazançlarının hesaplanmasında opak bileşenler için kullanılan işlem uygulanır.

11.2.4 Gölgeleme

Güneş kazançları hesabında, saydam yüzeylerde gölgeleme üç şekilde incelenmiştir:

1. Bina çıkıntılarından kaynaklanan, yatay ve düşey gölgeleme faktörü (F_{ov} , F_{fin}).
2. Dış engellerden kaynaklanan gölgeleme faktörü ($F_{\text{sh,ob,k}}$).
3. Yapı yüzeylerine sonradan eklenmiş gölgeleme elemanlarından kaynaklanan gölgeleme faktörü (F_{ge}).

Böylece, yukarıda sıralanan gölgeleyicilerin yalnız ya da birlikte gölgeleme faktörleri değerlendirilebilmekte, etkin toplama alanı hesabında kullanılabilmektedir.

Güneş kazançlarında bina cephesinde yatay ve düşey gölgeleme araçları ile karşı binaların veya bitişik bina kollarının gölge etkilerini hesaba katacak yöntem aşağıda açıklanmıştır:

$$R_{\text{dir}} = I_{\text{dir}} / I_{\text{sol,k}} \quad (11.8)$$

$$R_{\text{dif}} = I_{\text{dif}} / I_{\text{sol,k}} \quad (11.9)$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{dir}} + R_{\text{dif}} \quad (11.10)$$

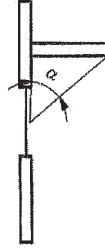
R_{dir} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen doğrudan güneş ışıınının (I_{dir}) toplam güneş ışıınınına ($I_{sol,k}$) oranı

R_{dif} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın güneş ışıınınının (I_{dif}) toplam güneş ışıınınına oranı

R_{tot} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın ve doğrudan güneş ışıının oranlarının toplamı

11.2.4.1 Güneş Kontrol Elemanları ve Bina Çıkıntıları İle Gölgeleme

Yatay gölgeleme



Şekil.11.1 Yatay Gölgeleme Açısı

Yatay gölgeleme katsayıları, pencere orta noktasından engelle (yatay bina çıkıntıları, yatay gölge elemanları ve benzeri) olan açı ile zenit açısı arasındaki bağıntı ile hesaplanır:

$$F_{ov,dir} = \max (0 ; 1 - (0,5 \cdot \tan \alpha_{ov} / \tan \theta_z)) \quad (11.11)$$

$$F_{ov,dif} = 1 - (\alpha_{ov} / (\pi / 2)) \quad (11.12)$$

$$F_{ov} = (F_{ov,dir} \cdot R_{dir} + F_{ov,dif} \cdot R_{dif} + 1 - R_{tot}) / R_{tot} \quad (11.13)$$

α_{ov} : Yatay engel açısı

θ_z : Zenit açısı ($90 - S_h$)

$F_{ov,dir}$: Yatay engelin yaygın ışıınını gölgeleme katsayısı

$F_{ov,dif}$: Yatay engelin doğrudan ışıınını gölgeleme katsayısı

F_{ov} : Yatay engelin gölgeleme katsayısı

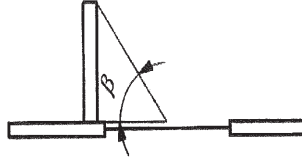
R_{dir} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen doğrudan güneş ışıınınının toplam güneş ışıınınına oranı

R_{dif} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın güneş ışıınının toplam güneş ışıınıına oranı

R_{tot} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın ve doğrudan güneş ışıınıın oranlarının toplamı

Düşey Gölgeleme

Düşey gölgeleme katsayıları, pencere orta noktasından engele (plan düzlemindeki bina çıkıntıları, bitişik komşu yapılar ve benzeri) olan açı ile azimut açısı arasındaki bağıntı ile hesaplanır.



Şekil 11.2 Düşey Gölgeleme Açısı

$$\gamma_{S,fin,l} = \pi / 2 - \gamma_S + \gamma \quad (11.14)$$

$$F_{fin,dif,l} = 1 - 0,5 \cdot \tan \beta_{fin,l} / \tan \gamma_{S,fin,l} \quad (11.15)$$

$$F_{fin,dif,l} = 1 - (\beta_{fin,l} / (\pi / 2)) \quad (11.16)$$

$$\gamma_{fin,l} = (F_{fin,dif,l} \cdot R_{dir} + F_{fin,dif,l} \cdot R_{dif} + (1 - R_{tot})) / R_{tot} \quad (11.17)$$

$$\gamma_{S,fin,r} = \pi / 2 + \gamma_S + \gamma \quad (11.18)$$

$$F_{fin,dif,r} = 1 - 0,5 \cdot \tan \beta_{fin,r} / \tan \gamma_{S,fin,r} \quad (11.19)$$

$$F_{fin,dif,r} = 1 - (\beta_{fin,r} / (\pi / 2)) \quad (11.20)$$

$$F_{fin} = F_{fin,r} \cdot F_{fin,l} \quad (11.21)$$

γ_S : Güneş azimut açısı

γ : Yüzey azimut açısı (yön açısı)

$\gamma_{S,fin}$: Düşey engelin azimut açısı

β_{fin} : Düşey engel açısı

$F_{fin,dir}$: Düşey engelin doğrudan ışıınımı gölgeleme katsayısı

$F_{fin,dif}$: Düşey engelin yaygın ışıınımı gölgeleme katsayısı

$F_{fin,l}$: Sol düşey engelin gölgeleme katsayısı

$F_{fin,r}$: Sağ düşey engelin gölgeleme katsayısı

Not - Yarı saydam gölgeleme elemanları için gölgeleme katsayıları, (yüzeyde güneş ışıınımı olduğu süre boyunca) direkt ışıınım için %100 gölgelenme sağladığı ve yaygın ışıınım için %0 gölgelenme gerçekleştiği kabulü yapılarak hesaplanır. Bu yöntem ile tanımlanan yarı saydam gölgeleme elemanları, hareketli gölge elemanı olarak çalışır. Gölgeleme elemanının çalışma zaman çizelgesi otomatik olarak tanımlanabileceği gibi gölgeleme elemanlarının elle kontrol edildiği varsayılarak (güneş ışıınımı ve gün ışığı hesaba katılarak geliştirilmiş stratejiler doğrultusunda) kullanıcıya ait zaman çizelgesi de tanımlanabilir.

11.2.4.2 Saydam Bileşenler İçin Gölgeleme Faktörüne ($F_{sh,gl}$) Bağlı Olarak $A_{sol,gl}$ ' nin Hesabı

a) Saydam bileşende gölgeleme elemanı olmayan veya hareketli gölgeleme elemanı olup elemanın aktif olmadığı saat için etkin güneş enerjisi toplama alanı, $A_{sol,gl}$ (metrekare cinsinden ifade edilir) değeri bağıntı (11.22) ile hesaplanır:

$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \quad (11.22)$$

F_{ov} : Yatay gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

F_{fin} : Düşey gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

b) Saydam bileşende hareketli gölgeleme elemanı var ve gölgeleme elemanının aktif olduğu saat için etkin güneş enerjisi toplama alanı, $A_{sol,gl}$ (metrekare cinsinden ifade edilir) değeri bağıntı (11.23) ile hesaplanır:

$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \cdot g_{ge} \quad (11.23)$$

g_{ge} : Gölgeleme elemanının (SHGC) güneş geçirgenlik faktörü

NOT: Saydam bileşende hareketli gölgeleme elemanı var ve aktif ise gölgeleme elemanının pencerenin tamamını kapattığı kabul edilir.

c) Saydam bileşende sabit gölgeleme elemanı olduğu durum için, bina çıkıntılarında kaynaklanan gölgeleme etkisi ile pencereye ait sabit güneş kıran gibi elemanların gölgeleme etkisi karşılaştırılarak etkin güneş enerjisi toplama alanı $A_{sol,gl}$ (metrekare cinsinden ifade edilir) değeri bağıntı (11.24) ve (11.25) ile hesaplanır:

- Bina çıkıntısı gölgeleme elemanını tamamen örtmüyor yani;

$$(1 - F_{ov}) < (1 - F_{gc}) \text{ ise;}$$

$$A_{sol,gl} = F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \cdot ((F_{ov} - F_{gc}) \cdot g_{gc} + F_{gc}) \quad (11.24)$$

F_{gc} : Sabit gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

- Bina çıkıntısı gölgeleme elemanını tamamen örtüyor yani;

$$(1 - F_{ov}) \geq (1 - F_{gc}) \text{ ise;}$$

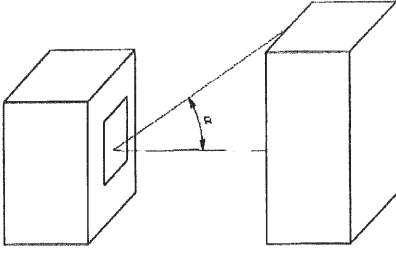
$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \quad (11.25)$$

NOT: Bina çıkıntıları ile gölgelenmede yatay gölgeleme ve dikey gölgeleme katsayıları (F_{ov} ve F_{fin}) hesaplanmaktadır. Ancak pencere için sabit güneş kıran gibi gölgeleme elemanlarında yalnızca yatay gölgeleme elemanları dikkate alınmaktadır.

11.2.4.3 Çevre Binalardan Gölgenme

Çevre binaların gölgeleme etkisinin hesaplanması için çevre binalarla ilgili yapılacak tanımlar aşağıda verilmiştir. Eğer ele alınan bina çevre binalar tarafından gölgeleniyorsa, cephelerden uzun dalga ışınlama göğesi kaçan ısı da yok varsayılmıştır.

Çevre binaların engelleme açısı Şekil 11.3'teki gibi girdi olarak her pencere için ayrı tanımlanmaktadır. Dolayısı ile çevre bina engelini her kat ve her pencere için etkisi ayrı ayrı ele alınabilmektedir.



Şekil 11.3 Çevre Binalardan Gölgeleme Hesapları İçin α Açısının Hesaplanması

Çevre binalardan gölgeleme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır:

S_h : Güneş yükseliş açısı

$F_{sh,ob,k}$: Çevre binalardan bir k yüzeyinin gölgeleme katsayısı

$S_h > \alpha$ ise ; $F_{sh,ob,k} = 1$ alınır.

$$S_h < \alpha \text{ ise ; } F_{sh,ob,k} = 1 - (R_{dir} / R_{tot}) \quad (11.26)$$

11.2.5 Isıl Işınım İle Gökyüzüne Isı Kaybı

Belirli bir bina kabuk elemanından gökyüzüne ısıl ışıınımından kaynaklanan ısı kaçısı, ϕ_r bağıntı (11.27) ile verilir ve W cinsinden ifade edilir:

$$\phi_r = R_{se} \cdot U_{op} \cdot A_{op} \cdot h_r \cdot \Delta \theta_{er} \quad (11.27)$$

R_{se} : Elemanın dış yüzey ısıl direnç katsayısı, m^2K/W

U_{op} : Opak elemanın ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

A_{op} : Opak elemanın izdüşüm alanı, m^2

h_r : Dış ışıınımsal ısı geçiş katsayısı, W/m^2K

$\Delta \theta_{er}$: Dış hava sıcaklığı ile görünür gökyüzü sıcaklığının ortalama farkı, $^{\circ}C$

h_r değeri, $10^{\circ}C$ ortalama sıcaklığa karşılık gelen $5 \text{ } \epsilon W/(m^2 \cdot K)$ olarak alınabilir.

$$h_r = 5 \cdot \varepsilon \quad (11.28)$$

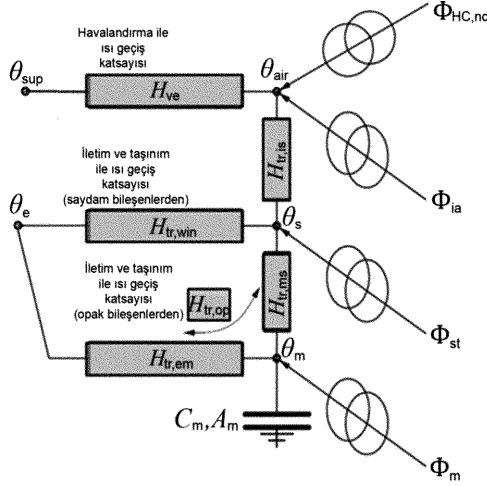
ε : Opak bileşen dış yüzeyi ışınlam salınım faktörü

İklim verilerinden gök sıcaklığı elde edilemediği durumlarda, dış hava sıcaklığı ile gökyüzü sıcaklığı arasındaki ortalama fark, $\Delta\theta_{\text{et}}$, Türkiye'nin de içinde bulunduğu, kutup ve tropik bölgeler arasında kalan bölgelerde 11 K alınır.

12. SAATLİK ISITMA – SOĞUTMA NET ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

12.1 Genel

Saatlik ısıtma-soğutma net enerji ihtiyacının hesaplanmasında aşağıdaki **Şekil 12.1**'de şematik olarak ifade edilen direnç-kapasite modeli kullanılır.



Şekil 12.1 Direnç-Kapasite Modeli (RC Modeli)

Bu modeldeki ısı dengeleri için aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

12.1.1 Bina Dinamik Etkilerinin Hesaplanması

Bu hesaplama yönteminde binanın ısı kapasitesi belirli bir yaklaşıklıkla hesaba katılır. Bu hesap için gerekli değişkenler:

C_m : Hacmi çevreleyen yüzeylerin etkin ısı kapasitesi, W.s/K (J/K)

A_m : Isıl kütle alanı, m²

A_F : Zonun net döşeme alanı, m²

Bu değerler yapı malzemelerinin özgül ısılarına bağlı olarak hesaplanır ya da bu değerlerin olmaması durumunda yapı elemanının ağırlık sınıfına bağlı olarak **Tablo 12.1**'de verilmiş yaklaşık değerler kullanılır.

Tablo 12.1 Bina Isı Kapasitesi Varsayılan Değerler

Bina dinamik etkilerini temsil eden yaklaşık ısı kütle alanı ve ısı kapasitesi değerleri		
Yapı Elemanı Sınıfı	$A_m (m^2)$	$C_m (J/K)$
Hafif	$2,5 \times A_f$	$110000 \times A_f$
Orta	$2,5 \times A_f$	$165000 \times A_f$
Ağır	$3,0 \times A_f$	$260000 \times A_f$

Not - Bina ısı kapasitesi için bu hesaplama yönteminde, yapı malzemelerinin özgül ısılarının standartlara geçmiş değerlerinin olmaması nedeniyle, duvar kuruluşuna (kesitteki katmanlaşma durumuna) bağlı olarak (hafif, orta ve ağır) **Tablo 12.1**'deki değerler atanmıştır. Yapı malzemelerinin bu hesaplamalara ilişkin değerlerinin elde edilebilir olması durumunda ısı kütle detaylı hesaplama yöntemiyle hesaba katılabilecektir.

12.1.2 İç Kazançlar ve Güneş Kazançlarıyla Oluşan Isı Miktarlarının Hesaplanması

İç kazançlar (Φ_{int}) ve güneş kazançlarından (Φ_{sol}) kaynaklanan ısı miktarının (W cinsinden ifade edilir) iç hava, yüzey ve kütleyle etkisi aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır.

İç hava sıcaklığına etki eden kazanç ısı miktarı:

$$\Phi_{ia} = 0,5 \times \Phi_{int} \quad (12.1)$$

Φ_{ia} : İç kazançlardan iç ortam havasına geçen ısı miktarı, W

Kazançlardan yüzey sıcaklığına etki eden ısı miktarı bağıntı (12.2) ile hesaplanır.

$$\Phi_{st} = \left(1 - \frac{A_m}{A_{tot}} - \frac{H_{lr,win}}{9,1 \cdot A_{tot}} \right) (0,5 \cdot \Phi_{int} + \Phi_{sol}) \quad (12.2)$$

Φ_{st}

: İç kazanç ve güneş kazançlarından yüzeye geçen ısı miktarı, W

A_m	: Kütle alanı, m ²
$H_{tr,win}$	: Saydam bileşenlerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı, W/K
Φ_{int}	: Zonun toplam ısı kazancı, W
Φ_{sol}	: Zonun toplam güneş enerjisi kazancı, W

A_{tot} : Bir zonun çevreleyen tüm iç yüzeylerin alanları toplamı, m²

$$A_{tot} = A_{at} \times A_f$$

A_{at} : İç yüzey alanı ile döşeme alanı arasındaki ölçüsüz oran (4,5 değeri atanabilir)

A_f : Zonun net döşeme alanı, m²

Not - Bina geometrisinin tanımlanması sırasında tüm yüzeylerin alanları hesaplatılmaktadır.

Kütleye etki eden ısı miktarı, aşağıda verilen bağıntı ile hesaplanır:

$$\Phi_m = \left(\frac{A_m}{A_{tot}} \right) \cdot (0,5 \cdot \Phi_{int} + \Phi_{sol}) \quad (12.3)$$

Φ_m : İç kazanç ve güneş kazançlarından kabuk kütleline geçen ısı miktarı, W

12.1.3 Isı Geçirme Katsayıları

RC modelinde ısı geçirme katsayıları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

$$H_{tr,is} = (h_{is} \cdot A_{tot}) \quad (12.4)$$

$H_{tr,is}$: İç yüzey ile iç ortam arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

$$h_{is} = 3,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$H_{tr,1}$, $H_{tr,2}$ ve $H_{tr,3}$ ısı geçirme katsayılarının RC modelindeki düğüm noktalarına dağıtılması için kullanılan katsayılarıdır ve aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

$$H_{tr,1} = \left(\frac{1}{1/H_{ve} + 1/H_{tr,is}} \right) \quad (12.5)$$

$H_{tr,1}$: Isı geçiş katsayısı 1

H_{ve} : Havalandırma ile ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{tr,is}$: İç yüzey ile iç ortam arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

$$H_{tr,2} = (H_{tr,1} + H_{tr,win}) \quad (12.6)$$

$H_{tr,2}$: Isı geçiş katsayısı 2

$H_{tr,win}$: Saydam bileşenlerden iletim ve taşınım ile sıcaklık geçiş katsayısı, W/K

$$H_{tr,3} = \left(\frac{1}{1/H_{tr,2} + 1/H_{tr,ms}} \right) \quad (12.7)$$

$H_{tr,3}$: Isı geçirgen katsayısı 3

$H_{tr,ms}$: Kütle ile iç yüzey arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

$$H_{tr,ms} = h_{ms} \cdot A_m \quad (12.8)$$

$H_{tr,ms}$: Kütle ile iç yüzey arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

$$h_{ms} = 9,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$H_{tr,em} = \left(\frac{1}{1/H_{tr,op} + 1/H_{tr,ms}} \right) \quad (12.9)$$

$H_{tr,em}$: Dış hava ile kabuk arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

12.1.4 Verilen Isıtma-Soğutma Yüğü Enerjisi İhtiyacı $\Phi_{HC,Nd}$ İçin Hava ve Operatif Sıcaklıkların Hesaplanması

Kullanılan yöntemde, başlangıç ısıtma-soğutma yükü için bir değer atanıp seçilen zaman aralıklarıyla yakınsama yapılması esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada zaman aralığı 1 saat olarak seçilmiştir.

Benimsenen zaman adımları için düğüm sıcaklıklarının ortalama değerleri aşağıdaki bağıntılarla verilir:

$$\begin{aligned} \Phi_{m,tot} = & \Phi_m + H_{tr,em} \cdot \theta_e \\ & + \frac{H_{tr,3} \left\{ \Phi_{st} + H_{tr,w} \cdot \theta_e + H_{tr,1} \left\{ (\Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) / H_{ve} \right\} + \theta_{sup} \right\}}{H_{tr,2}} \end{aligned} \quad (12.10)$$

t ve $t-1$ anındaki anlık sıcaklıklar olan $\theta_{m,t}$ ve $\theta_{m,t-1}$ dışındaki sıcaklıklar bir saat üzerinden hesaplanan ortalama sıcaklıklardır.

t anındaki kütle sıcaklığını ifade eden $\theta_{m,t}$, verilen bir zaman adımı için, zaman adımının sonunda, bir önceki zaman adımının $\theta_{m,t-1}$ değerine dayanarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$\theta_{m,t} = \frac{\theta_{m,t-1} \cdot \left[\frac{C_m}{3600} - 0,5 \cdot (H_{tr,3} + H_{tr,em}) \right] + \Phi_{m,tot}}{\frac{C_m}{3600} + 0,5 \cdot (H_{tr,3} + H_{tr,em})} \quad (12.11)$$

$$\theta_m = \frac{\theta_{m,t} + \theta_{m,t-1}}{2} \quad (12.12)$$

$$\theta_s = \frac{(H_{tr,ms} \cdot \theta_m) + \Phi_{st} + (H_{tr,w} \cdot \theta_e) + H_{tr,1} [\theta_{sup} + (\Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) / H_{ve}]}{H_{tr,ms} + H_{tr,w} + H_{tr,1}} \quad (12.13)$$

$$\theta_{air} = \frac{(H_{tr,ls} \cdot \theta_s) + (H_{ve} \cdot \theta_{sup}) + \Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}}{H_{tr,ls} + H_{ve}} \quad (12.14)$$

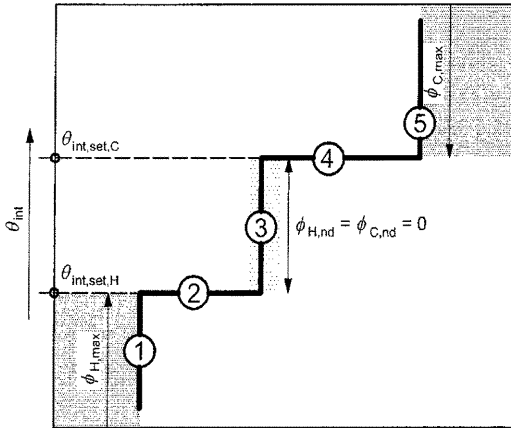
Operatif sıcaklık aşağıdaki bağıntıdan elde edilir:

$$\theta_{opr} = 0,7 \cdot \theta_s + 0,3 \cdot \theta_{air}$$

$\Phi_{m,tot}$	: Kütleyle seçilen zaman aralığında ısı geçişi miktarı, W
$\theta_{m,t}$	: t zamanındaki kabuk sıcaklığı, °C
$\theta_{m,t-1}$	: t-1 zamanındaki kabuk sıcaklığı, °C
θ_m	: Kütlenin sıcaklığı, °C
θ_s	: İç yüzey sıcaklığı, °C
θ_{air}	: İç ortam sıcaklığı, °C
θ_{opr}	: Operatif sıcaklık, °C
θ_{sup}	: Besleme hava sıcaklığı, °C

12.1.5 İç Sıcaklığın ve Gerekli Isıtma ve Soğutma Gücünün Hesaplanması

Direnç-Kapasite modeli, her saat için gerekli miktardaki ısıtma ve soğutma ihtiyacı $\Phi_{HC,nd}$ için, iç sıcaklığın hesaplanmasını mümkün kılar. Hesaplama yöntemi, iç sıcaklığın, $\Phi_{HC,nd}$ 'nin doğrusal bir fonksiyonu olarak tayin edilmesi şeklindedir. Ele alınan zonun ısıtma veya soğutmaya ihtiyacı olup olmadığı (12.14) bağıntısıyla hesaplanan iç ortam sıcaklığına göre yapılır.



Şekil 12.2 RC Modelinde Sistem Davranışına Karşı Bina Zonu Sıcaklık Davranışı

Her zaman aralığında yapılan hesaplamalar sonucunda beş durum oluşabilir:

- 1) Bina zonunu ısıtma gerektirmektedir ve ısıtma sistemi güç kapasitesi ayar sıcaklığını elde etmek için yeterli değildir. Isıtma ihtiyacı, sistemin azami gücü ile sınırlıdır ve hesaplanan iç sıcaklık ısıtma ayar sıcaklığı $\Phi_{int,H,set}$ 'ten daha küçüktür.
- 2) Bina zonunu ısıtma gerektirir ve ısıtma gücü yeterlidir. İç sıcaklık, $\Phi_{int,H,set}$ 'e eşittir ve hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı sistemin azami değerinden daha düşüktür.
- 3) Bina zonunun ısıtma veya soğutma ihtiyacı yoktur (serbest akış durumu). Isıtma veya soğutma uygulanmamakta, hesaplanan iç sıcaklık konfor sıcaklığını sağlamaktadır.
- 4) Bina zonunda soğutma gerekmektedir ve soğutma sistemi gücü yeterlidir. İç sıcaklık, $\Phi_{int,C,set}$ 'e eşittir ve hesaplanan soğutma ihtiyacı, soğutma sistemi azami gücünden daha düşüktür.
- 5) Bina zonunu soğutma gerektirmektedir ve soğutma sistemi gücü yeterli değildir. Soğutma ihtiyacı, sistemin azami soğutma gücü ile sınırlıdır. Hesaplanan iç sıcaklık soğutma ayar sıcaklığı, $\Phi_{int,C,set}$ 'ten daha yüksektir.

$\Phi_{HC,nd}$: Soğutma veya ısıtma ihtiyacı, W

12.2 Hesaplama Yöntemi

Bu maddedeki yöntem, ayar sıcaklığı olarak, operatif sıcaklık θ_{opr} 'u temel almaktadır. Hesaplama yöntemi, gerçek iç sıcaklık $\theta_{air,ac}$ 'yi ve gerçek ısıtma ve soğutma gücü, $\Phi_{HC,nd,ac}$ 'yi 1 saat aralıklarla hesaplamaktadır. Bütün bu durumlarda, $\theta_{m,r}$ 'nin değeri hesaplanır ve bir sonraki adımda kullanılmak üzere kaydedilir. Saatlik aralıklarla yakınsama yapılarak hesaplara devam edilir.

Adım 1: Isıtma veya soğutmaya ihtiyaç olup olmadığı kontrol edilir. (Şekil 12.2. Durum 3)

$$\Phi_{HC,nd} = 0$$

olarak alınır ve (12.10), (12.11), (12.12), (12.13) ve (12.14) bağıntılarına uygulanır.

Bulunan değer,

$\theta_{air,0}$ olarak adlandırılır ($\theta_{air,0}$ serbest akış durumundaki hava sıcaklığıdır).

Eğer,

$\theta_{int,H,set} \leq \theta_{air,0} \leq \theta_{int,C,set}$ ise, ısıtma veya soğutma gerekmemektedir.

Bu durumda;

$\Phi_{HC,nd,ac} = 0$ ve $\theta_{air,ac} = \theta_{air,0}$ olur, başka hesaplama yapılması gerekmez.

Eğer $\theta_{air,0}$ ısıtma ve soğutma konfor sıcaklıkları arasında değil ise adım 2 uygulanır.

Adım 2: Ayar sıcaklığı seçilir ve ısıtma ve soğutma ihtiyacı hesaplanır.

Eğer $\theta_{air,0} > \theta_{int,C,set}$ ise, $\theta_{air,set} = \theta_{int,C,set}$ alınır.

Eğer $\theta_{air,0} < \theta_{int,H,set}$ ise, $\theta_{air,set} = \theta_{int,H,set}$ alınır.

$\Phi_{HC,nd} = \Phi_{HC,nd,10}$ ile $\Phi_{HC,nd,10} = 10 \cdot A_f$

alınarak, bağıntı (12.10), (12.11), (12.12), (12.13) ve (12.14) uygulanır.

Bulunan θ_{air} değeri,

$\theta_{air,10}$ olarak adlandırılır ($\theta_{air,10}$, 10 W/m^2 ısıtma gücünde elde edilen hava sıcaklığıdır).

$\Phi_{HC,nd,un}$ hesaplanır (öngörülen ayar sıcaklığına ulaşmak için sınırsız ısıtma ve soğutma ihtiyacı; $\Phi_{HC,nd,un}$ ısıtma için pozitifdir ve soğutma için negatiftir).

$$\Phi_{HC,nd,un} = \Phi_{HC,nd,10} (\theta_{air,set} - \theta_{air,0}) / (\theta_{air,10} - \theta_{air,0}) \quad (12.16)$$

Not - Bu durumda ayar sıcaklığı sağlanamaz. Ancak hesaplama mevcut sistemin karşılayabileceği ısıtma veya soğutma enerji ihtiyacı üzerinden değil öngörülen ayar sıcaklığına ulaşmak için sınırsız ısıtma veya soğutma ihtiyacı ($\Phi_{HC,nd,un}$) üzerinden yapılacaktır.

Verilen bir saat için ısıtma veya soğutma için enerji ihtiyacı, $\Phi_{HC,nd}$ 'nin megajoule cinsinden değeri $0,036 \times \Phi_{HC,nd,ac}$ ' dir. Isıtma ihtiyacı durumunda değer pozitifdir ve soğutma ihtiyacı durumunda ise negatiftir.

Adım 3: Isıtma ya da soğutma gücü yeterliliğinin kontrolü

Eğer $\Phi_{HC,nd,un}$ maksimum ısıtma ve soğutma gücü arasında ise; $\Phi_{HC,nd,ac} = \Phi_{HC,nd,un}$ ($\Phi_{HC,nd,ac}$ gerçek ısıtma soğutma gücü) $\theta_{air,ac} = \theta_{air,set}$ ($\theta_{air,ac}$ gerçek iç ortam sıcaklığı) olarak kabul edilir ve hesap biter.

Bağıntı (12.10), (12.11), (12.12), (12.13) ve (12.14) kullanılarak $\theta_{air,ac}$ hesaplanır.

13. HESAPLANAN ISITMA-SOĞUTMA İHTİYACININ MEKANİK SİSTEMLER İLE İLİŞKİSİ

Mekanik sistemler ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, kojenerasyon ve sıcak kullanım suyu modüllerinden oluşmaktadır. Bina geometrisi dikkate alınarak basit saatlik metot ile gerçekleştirilen hesaplama neticesinde elde edilen net enerjinin mekanik sistemler ile bağlantısı yapılırken elde edilen sonuçlar aylık baza indirgenerek değerlendirme yapılmalıdır.

Hesaplama yöntemi, TS EN ISO 52000-1’de tanımlanan basitleştirilmiş yaklaşımı kullanmaktadır.

Bu yöntem, geri kazanılan termal sistem kayıplarını toplam termal sistem kayıplarından çıkarmak ve ulusal kurtarma faktörünü kullanarak kurtarılmamış kayıpları hesaplamak için kullanılmaktadır.

14. İKLİM VERİLERİ

Bu hesap yönteminde kullanılan iklim verileri ile ilgili bilgiler bu bölümde özetlenmiştir.

14.1 Genel Bilgi

Bina enerji performansı değerlendirmesi için, binanın bulunduğu il ve ilçeye bağlı iklim verileri kullanılır. Türkiye için kullanılan iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün il ve ilçelerde bulunan meteoroloji istasyonlarından elde edilmiştir. Eksik verinin çok olması durumunda ise enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan ve reanaliz veri setlerinden alınmıştır.

14.2 Verilerin Kontrolü ve Eksik Verilerin Tamamlanması

Günlük verilerin eksikliği durumunda izlenen yöntem şu şekildedir:

- İklim değişkeninin tamamen olmaması veya çoğunluğunun olmaması durumunda o veri hesaplamalara katılmaz.
- Eksik veri fazla değilse enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan ve reanaliz veri setlerinden tamamlanır.
- Eksik veriler nadir ise, eksik günün verisi önceki ve sonraki iki günün verilerin toplamının aritmetik ortalamasının alınmasıyla doldurulur.

Eksik verilerin doldurulmasından sonra ölçüm hatası gibi problemlerden kaynaklanan aşırı değer değişimi durumlarındaki hatalı verileri düzeltmek için kontrol işlemi yapılır. İklim değişkenlerinde günlük değerler arasındaki farkın hatalı kabul edildiği değerler **Tablo 14.1**'te görülebilir.

Tablo 14.1 Hatalı kabul edilen günlük farklar

Hava Değişkeni	Hata
Sıcaklık	10 °C
Maksimum Sıcaklık	10 °C
Minimum Sıcaklık	10 °C
Rüzgar Hızı	4 m/s
Maksimum Rüzgar Hızı	12 m/s
Güneşlenme Şiddeti	40000 cal/cm ²
Nem	%35

Saatlik veri eksikliği durumunda izlenen yöntem şu şekildedir:

1. İklim değişkeninin tamamen veya çoğunluğunun olmaması durumunda o veriler enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan, reanaliz veri setlerinden veya 2. veya 3. Temsili Meteorolojik Yıl (TMY)' den tamamlanır. En yakın istasyon öncelikle o şehrin içerisinde daha sonra da çevre şehirlerdeki istasyonlarda aranır.

2. Eksikler nadir ise eksik saatin verisi önceki ve sonraki iki saatin verilerin aritmetik ortalaması ile elde edilen değer olarak doldurulur.

Eksik verilerin doldurulmasından sonra ölçüm hatası gibi problemlerden kaynaklanan aşırı veri değişimi durumlarındaki hatalı verileri düzeltmek için kontrol işlemi yapılır. İklim değişkenlerinde saatlik değerler arasındaki farkın hatalı kabul edildiği değerler **Tablo 14.2'de** görülebilir.

Tablo 14.2 Hatalı kabul edilen saatlik farklar

Hava Değişkeni	Hata
Sıcaklık	5 °C
Rüzgar Hızı	2,5 m/s
Güneşlenme Şiddeti	30 cal/cm ²
Güneşlenme Süresi	90%

Eksik veriler ve ölçüm hatalarından kaynaklı ani sapmalar dışında, TMY oluşturma işlemi farklı yıllardan seçilen, uzun yıllar ortalama değerlerine en yakın aylardan oluştuğu için, ayların başlangıç ve bitişleri ile yılın başı ve sonu arasındaki değerlerin anormal dalgalanmalar göstermesi beklenebilir. Bu problemin çözümünde izlenen yol, başlangıç ve bitişteki üç saatlik verinin geçişi düzenleyecek şekilde enterpolasyonla normalizasyonunun yapılmasıdır.

14.3 İklim Verisi Kapsamı

Türkiye için oluşturulmuş olan bina enerji performansı hesaplama yöntemi saatlik hesap adımını kullanır ve gerekli iklim verileri detay ve hassasiyet olarak saatliktir.

14.3.1 Sıcaklık

Basit saatlik metotta saatlik dış hava sıcaklık değerleri (°C) kullanılır. Saatlik sıcaklık değerleri, binanın saatlik ısıl davranışını, binanın saatlik kullanım zaman çizelgesini hesaba katarak, iletim ve taşınım ile yapı kabuğundan ısı geçişinin hesaplanmasında kullanılır.

14.3.2 Bağıl Nem ve Rüzgar Verileri

Bağıl nem değerleri, doğal havalandırma ile binaya alınan temiz havanın nem değerinin binanın iç konfor koşullarına etkisini ve bu yolla mekanik sisteme gelecek gizli yüklerin hesaplanmasında kullanılır.

Bağıl nem ve rüzgar yönü/şiddeti değerleri enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan veya reanaliz veri setlerinden elde edilmiştir.

14.3.3 Güneş Işınımı

Bina enerji dengesine etki eden en önemli etkenlerden güneş faktörü, tüm değerleri ile saatlik olarak hesaplanmaktadır. Enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan veya reanaliz veri setlerinden elde edilen yatay düzleme gelen saatlik güneş ışıını (W/m²), hesaplama yönteminin içerdığı algoritma ile tüm yön (360°) ve tüm eğim açılarındaki yüzeylere gelen saatlik güneş ışıını hesaplamada kullanılmaktadır.

Güneş yükseklik açısı ve güneş azimutu yılın her günü, her saati için, binanın bulunduğu enleme bağılı olarak hesaplanır.

14.3.4 Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işınımı

Yatay düzleme gelen toplam güneş ışıını değerleri enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan veya reanaliz veri setlerinden elde edilmiştir.

14.3.5 Doğrudan Güneş Işınımı

Doğrudan ve toplam ışıını değerlerinin hesabında enlem, boylam ve rakım olarak benzer iklim özelliklerine sahip yakın istasyonlardan veya reanaliz veri setlerinden alınarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

14.4 Basit Saatlik Metotta Gerekli Datalar İçin Temsili Meteorolojik Yıl Oluşturulması

TMY uzun yıllara ait meteorolojik verilerin kullanılmasıyla oluşturulan bir yıllık veri topluluğudur. Her yıl kendi içerisinde değerlendirilir. Her ayın ortalama değerine ve standart sapmasına göre hesaplanan kümülatif dağılım fonksiyonları -Cumulative Distribution Function - (CDF) elde edilir. Şubat ayının gün sayısının 4 yılda bir değişmesi nedeniyle günlük CDF değerleri toplamı o aydaki gün sayısına bölünür. TMY oluşturulurken izlenen yöntem aşağıdaki gibidir:

$$F_{(p,y,m,i)} = \frac{J_{(i)}}{n + 1} \quad (14.1)$$

F	: Her bir ay için kümülatif dağılım fonksiyonu
J	Ayların günlük ortalamalarının değeri
n	: Aylardaki gün sayısı
m	: Yılın ayı
p	: İklim değişkeni
y	: Yıl

Her ay için uzun yıllara ait verilerin ortalamasına ve standart sapmasına göre CDF'ler tekrar hesaplanır ve yine günlük toplamlar aydaki gün sayısına bölünür.

$$\Phi_{(p,m,i)} = \frac{K_{(i)}}{N + 1} \quad (14.2)$$

Φ	: Uzun yıllara ait aylar için kümülatif dağılım fonksiyonu
N	: Uzun yıllara ait aylardaki toplam gün sayısı
m	: Yılın ayı
p	: İklim değişkeni

Her yıl ve uzun yıllar için ayrı ayrı yapılan bu CDF hesaplamaları Finkelstein-Schafer istatistiği kullanılarak değerlendirilir. Bu iki CDF değerinin farkının mutlak değeri, o veri için ortalama değerlere en yakın ayın hangisi olduğunu gösterir. Farkın küçük olması, verinin ortalamaya yakın olduğu anlamına gelir.

$$FS_{(p,y,m)} = \sum_{i=1}^n |F_{(p,y,m,i)} - \Phi_{(p,m,i)}| \quad (14.3)$$

FS	: Finkelstein-Schafer istatistiği
F	: Her bir ay için kümülatif dağılım fonksiyonu
Φ	: Uzun yıllara ait aylar için kümülatif dağılım fonksiyonu

- J : Ayların günlük ortalamalarının değeri
n : Aylardaki gün sayısı
m : Yılın ayı
p : İklim değışkeni
y : Yıl

Bulunan bu FS değeri sadece kullanılan iklim değışkeni için ortalamaya en yakın olan ayı verir.

14.5 Bin Dataların Hazırlanması

Bin metodu derece-gündeki gibi iç-dış sıcaklık farkına dayanır. Ancak bu metot farklı dış sıcaklık değeri aralıkları için sıcaklık farklarını ve o sıcaklık aralığının gerçekleşme tekrarı sayısını kullanır. Basit bin metodu güneş ve rüzgâr etkisini dikkate almamakla beraber binada kullanılan sistemlerin farklı sıcaklık aralıklarındaki verimlerini hesaplama açısından önemli bir yöntemdir.

Bin Data Tablolarının Oluşturulması: Bin data tabloları her ay için ayrı ayrı olmak üzere 1 °C'lik sıcaklık sınıfları için hesaplanır. Minimum sıcaklık olarak -50 °C ve maksimum sıcaklık olarak da +50 °C kullanılır. Sıcaklık aralığının geniş olması çok sıcak veya çok soğuk iklime sahip istasyonların oluşturulacak tablonun dışına çıkmasını önlemektedir.

15. SİSTEM ESASLARI

15.1. Binalarda enerji performansı hesaplama yazılımı BEP-TR de binaların net enerji hesaplamaları yapıldıktan sonra enerji tüketen ve üreten sistem değerleri de ulusal, uluslararası ilgili standartlara göre aşağıdaki başlıklarda üretim ve tüketim bilgileri hesaplanarak enerji kimlik belgesi üzerinde gösterilir.

- 15.1.1. Isıtma
- 15.1.2. Soğutma
- 15.1.3. Havalandırma
- 15.1.4. Sıcak Su
- 15.1.5. Aydınlatma
- 15.1.6. Kojenerasyon
- 15.1.7. Fotovoltaik Sistem
- 15.1.8. Güneş Kollektörü
- 15.1.9. Isı Pompaları (Hava, su, toprak kaynaklı)
- 15.1.10. Rüzgar Enerjisi
- 15.1.11. Jeotermal Enerji ve benzeri
- 15.1.12. Diğer Yenilenebilir Enerji Sistemleri

15.2. Bu sistemlere ait ulusal ve uluslararası standartlara göre Bakanlık tarafından belirlenen hesaplamalar BEP-TR veri tabanında yayınlanır.”

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

—

REFERANS BİNA BELİRLEME METODU

1 Genel

1.1 Varsayılan Bina Yöntemi

Varsayılan bina yöntemi, referans bina belirleme yöntemlerinden biridir. Varsayılan bina, enerji kimlik belgesi üretilecek bina (asıl bina) ile aynı yerde, aynı geometriye sahip, fakat mekanik sistemler ve bina kabuğunun termofiziksel özellikleri açısından ilgili mevzuat hükümlerine minimum uygunluk gösteren hayali bir referans binadır.

Referans bina, yazılıma tanımlanan asıl binanın bilgilerini kullanarak sistem tarafından otomatik olarak yaratılır. Aynı hesaplama yöntemi, her iki bina için de çalışarak hem asıl bina için hem referans bina için tüketim ve salım değerlerini hesaplar. Hesaplama, iki bina için iki kez çalışır fakat kullanıcı yazılıma yalnız asıl binayı tanımlar.

Madde 1.2, referans bina ve asıl bina için modelleme detaylarını açıklamaktadır.

1.2 Binanın Enerji Performansının Belirlenmesi

Binanın enerji performansı, asıl binanın yıllık m2 başına düşen enerji tüketim miktarının, referans binanın yıllık m2 başına düşen enerji tüketim miktarı ile ve asıl binanın yıllık m2 başına düşen CO2 salım miktarının, referans binanın yıllık m2 başına düşen CO2 salım miktarı ile kıyaslanmasıyla, enerji tüketimi için ve CO2 salımı için ayrı ayrı belirlenir.

Bina enerji performansı, enerji tüketimi için aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$E_p, EP = 100 (EP_a / EP_r) \quad (01)$$

E_p : Binanın enerji performansı

EP : Binanın yıllık m2 başına düşen enerji tüketim miktarını, birincil enerjiye dönüştürülmüş şekilde (kWh/m².yıl)

r : Referans bina

a : Asıl bina

CO2 salımı için ise aşağıdaki formül kullanılır:

$$E_p, SEG = 100 (SEG_a / SEG_r) \quad (02)$$

E_p : Binanın performansı

SEG : Binanın yıllık m2 başına düşen CO2 salım miktarını (kg.CO₂/m².yıl)

r : Referans bina

a : Asıl bina

1.3 Sınıflandırma

Referans bina ile aynı değerlere sahip bir binanın E_p değeri 100'dür ve D sınıfının üst sınırına yerleşmektedir. Tablo 1, E_p değerlerine göre sınıflandırmayı göstermektedir.

Sınıflandırma, enerji tüketimi için ve CO2 salımı için ayrıdır, iki sınıflandırma için de aynı tablo kullanılır.

Tablo 1: Ep değerlerine göre enerji sınıfları

Enerji sınıfı	Ep aralıkları
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175-...

2 Hesaplama Adımları

2.1 Model

Asıl binanın simülasyon modeli, bina geometrisi, bina fonksiyonu, bina bileşenlerinin termofiziksel özellikleri, iç mekan aydınlatması kurulu gücü ve kontrolleri, HVAC sistem tipleri, boyutları ve kontrolleri, sıcak su sistemi ve kontrolleri dahil bütün taşarım dokümanları ile tutarlı olmalıdır.

Herhangi bir ısıtma/soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, bütün konfor koşulu öngörülen alanlar için ısıtma/soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır.

Binanın enerji yüklerine etki eden sistemlerin (ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, aydınlatma sistemleri) net enerji ihtiyacı olmasına rağmen kurulmadığı binalarda, bu olmayan sistemler asıl binada, referans binadakinin tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.

Referans bina, asıl bina ile aynı sayıda kat ve tamamen aynı iklimlendirilmiş kat alanı ile modellenir.

2.2 Bina Geometrisi

Referans binanın geometrisi asıl bina ile aynıdır. Plan, kesit ve çatı tipleri ile boyut ve toplam alanları asıl bina için seçilen ve girilen bilgilerle aynı kabul edilir.

2.3 Binanın Yeri ve İklim Verileri

Referans bina, asıl bina ile aynı konum ve yöndedir. Aynı iklim verileri kullanılır.

2.4 Bina Tipolojisi ve Hacim Fonksiyonları

Bina tipolojileri aşağıdaki gibidir:

A. Konut

1. Müstakil konut
2. Apartman
3. Rezidans

B. Konut Dışı

1. İşyeri binaları
2. Sağlık binaları
3. Eğitim binaları
4. Oteller
5. Alışveriş merkezi

6. İdari binalar
7. Sanayi tesisi (simülasyon amaçlı)

Müstakil konut ve apartman hariç diğer bina tiplerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler, fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır. Sanayi tesisi tipolojisi sadece bilgi vermesi için simülasyon amaçlıdır.

Zaman çizelgeleri, insanlardan ve ekipmanlardan kaynaklı iç kazançlar, hacim fonksiyonlarına göre veritabanından otomatik atanmaktadır.

Referans binada hacimler ve fonksiyonlar asıl binadakinin aynıysa olarak tanımlanır.

2.5 Bina Kabuğu

Asıl binanın kabuğunun bütün bileşenleri aynı şekilde girilir. Bir bina yüzeyinde, termofiziksel özellikleri farklılık gösteren yüzeyler var olması durumunda bu yüzeyler bileşenleri ve bileşenleri oluşturan malzemeleriyle ayrı ayrı tanımlanmalıdır.

Yatay, düşey engeller ve karşı engeller asıl binada modellenir. Bu engeller referans binada da aynı şekilde modellenir.

Referans bina, opak ve saydam bileşen U değerleri, saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları ve özel durumlar için mecburi uygulanmak üzere yürürlüğe giren **Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı** TS 825'i referans alır.

Referans binada ısı köprüleri, asıl binada tanımlanan ısı köprüsü tiplerinin orta geçirgenlikte olanları olarak tanımlanır.

Kabuğun bütün dış bileşen tipleri için, asıl bina ile referans binanın bütün ölçüleri eşit kabul edilmelidir. Örneğin dış duvar, çatı ve döşeme alanları asıl ve referans bina için aynı olmalıdır.

2.6 Mekanik Sistemler

2.6.1. Konutlar

a. Isıtma

- Referans binada ısıtma sistemi merkezi sıcak suyu sistem kabul edilir.
- Yakıt tipi doğalgaz olarak alınır.
- Kazan çalışma sıcaklıkları 70/55°C kabul edilir.
- Kazan tipi standart ve atmosferik brülörlü tip olarak seçilir.
- Isıtma elemanı olarak radyatör kabulü yapılmıştır. Radyatörün dış duvar üzerinde ve radyasyon korumasız olarak pencere altında bulunduğu kabul edilir.
- Oda sıcaklığının termostatik vana ile kontrol edildiği kabul edilir. (PController1K)
- Pompa frekans kontrollü (değişken) olarak kabul edilir.
- Kazan kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.3 katı olarak kabul edilir.
- Sistemin çalışma şekli sürekli olarak kabul edilir.
- Gece çalışma modu sürekli olarak kabul edilir.
- Haftasonu çalışma şekli sürekli olarak kabul edilir.
- Borulama tipinin iki borulu olduğu kabul edilir.
- Borulama yalıtımının 1995 sonrası olduğu kabul edilir.
- Hidrolik dengelemenin olduğu kabul edilir.
- Entegre pompa/brülör yönetiminin olmadığı kabul edilir.

- Kontrol sistemi tipinin elektromotorik olduğu kabul edilir.
- HVAC transferinin olmadığı kabul edilir.

b. Soğutma

- Konutlarda soğutma sistemi tipi split klima olarak alınır.
- Split klima kontrolünün darbeli (pulsed) olduğu var sayılır.
- Split klimanın direkt genişmeli (DX) ve duvara monteli olarak alınır.
- Klima kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.1 katı olarak kabul edilir.

c. Kullanma Sıcak Suyu

- Konutlarda referans binada kullanım sıcak suyu sistemi konvansiyonel kombi olarak alınır.
- Kombi kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.1 katı olarak kabul edilir.

ç. Havalandırma

- Konutlarda doğal havalandırma kabulü yapılır.

2.6.2. Konut Dışı Binalar

a. Isıtma

- Referans binada ısıtma sistemi merkezi sıcak sulu sistem kabul edilir.
- Yakıt tipi doğalgaz olarak alınır.
- Kazan çalışma sıcaklıkları 70/55°C kabul edilir.
- Kazan tipi standart ve atmosferik brülörlü tip olarak seçilir.
- Isıtma elemanı olarak radyatör kabulü yapılmıştır. Radyatörün dış duvar üzerinde ve radyasyon korumasız olarak pencere altında bulunduğu kabul edilir.
- Oda sıcaklığının termostatik vana ile kontrol edildiği kabul edilir. (PController1K)
- Pompa frekans kontrollü (değişken) olarak kabul edilir.
- Kazan kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.3 katı olarak kabul edilir.
- Sistemin çalışma şekli sürekli olarak kabul edilir.
- Gece çalışma modu sürekli olarak kabul edilir.
- Hafta sonu çalışma şekli sürekli olarak kabul edilir.
- Borulama tipinin iki borulu olduğu kabul edilir.
- Borulama yalıtımının 1995 sonrası olduğu kabul edilir.
- Hidrolik dengelemenin olduğu kabul edilir.
- Entegre pompa/brülör yönetiminin olmadığı kabul edilir.
- Kontrol sistemi tipinin elektromotorik olduğu kabul edilir.
- HVAC transferinin olmadığı kabul edilir.

b. Soğutma

- Konut dışı binalarda soğutma sistemi merkezi fan coil sistemi olarak alınır.
- Soğutma grubu için soğutma yöntemi hava soğutmalı kabul edilir.
- Kontrol tipi on-off (2 nokta kontrollü) kabul edilir.
- Soğutulmuş su rejimi 6/12°C kabul edilir.
- Soğutma kapasitesi net enerji ihtiyacının 1,3 katı olarak kabul edilir.
- Soğutucu gaz tipi olarak R134A kabul edilir.
- Pompa işletme modu mevsimsel kapatma olarak kabul edilir.
- Pompa güç kontrol modu kontrollü olarak kabul edilir.
- Hidrolik dengelemenin olduğu kabul edilir.
- Hidrolik ayarıştırmanın olmadığı kabul edilir.
- HVAC transferinin olmadığı kabul edilir.

c. Kullanma Sıcak Suyu

- Konut dışı binalarda referans binada kullanma sıcak su sistemi merkezi olarak alınır.
- Üreteç kazan olarak kabul edilir.
- Yakıt tipi doğalgaz olarak alınır.
- Kazan tipi standart ve atmosferik brülörlü tip olarak seçilir.
- Pompa kontrolünün olmadığı kabulü yapılır.
- Kazan kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.3 katı olarak kabul edilir.
- Depolama hacmi 500 lt olarak kabul edilir.
- Borulama yalıtımının 1995 sonrası olduğu kabul edilir.
- Sirkülasyonlu dağıtımın olduğu kabul edilir.

ç. Havalandırma

- Konut dışı binalarda havalandırmanın mekanik olduğu ve klima santrali ile yapıldığı kabul edilir.
- Diğer özellikler binadaki sistem ile aynı seçilir.
- Referans binada yenilenebilir enerji olmadığı kabul edilir.
- Pompa ve fanlar destek(yardımcı) enerji olarak alınır.

2.7. Aydınlatma Sistemi

Referans bina için kabul edilen parametreler aşağıdaki gibidir:

- Ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir.
- Duvar ve zemin yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı ρ_D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı ρ_T %70 olarak belirlenmiştir. “Renk Yoğunluğu: Orta” dır.
- Zonun kirlilik durumunun normal olduğu kabul edilir.
- Aydınlatma sistemi kontrolü manuel olarak kabul edilir.
- Konut dışı binalarda binalarda işleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin sağlanması için gerekli ışık akısının %50’sinin 35 W güce, 3150 lümen ışık akısına sahip tüp floresan lambalarla, %30’unun 18 W güce, 1100 lümen ışık akısına sahip kompakt floresan lambalarla ve %20’sinin 20 W güce, 1900 lümen ışık akısına sahip led lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir.
- Aygıt tipinin D grubu IP2X normal aygıt, bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu kabul edilmiştir.

3 Asıl ve Referans Bina Karşılaştırması

Asıl ve referans bina için parametrelerin nasıl alınacağı Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2: Asıl ve referans bina için modelleme detayları

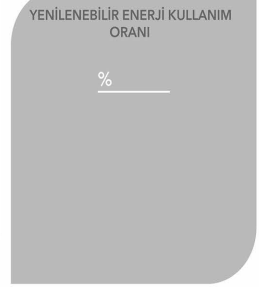
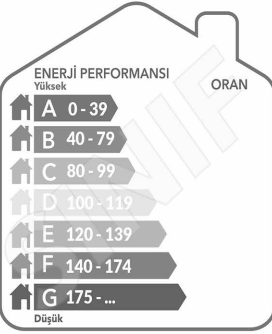
	ASIL BİNA	REFERANS BİNA
Model	Asıl binanın simülasyon modeli, bina geometrisi, bina fonksiyonu, bina bileşenlerinin termofiziksel özellikleri, iç mekan aydınlatması kurulu gücü ve kontrolleri, HVAC sistem tipleri, boyutları ve kontrolleri, sıcak su sistemi ve kontrolleri dahil bütün tasarım dokümanları ile tutarlı olmalıdır. Herhangi bir ısıtma/soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, bütün konfor koşulu öngörülen alanlar için ısıtma/soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır. Binanın enerji yüklerine etki eden sistemlerin (ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, aydınlatma sistemleri) net enerji ihtiyacı olmasına rağmen kurulmadığı binalarda, bu olmayan sistemler asıl binada, referans binadakinin tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.	Referans bina, asıl bina ile aynı sayıda kat ve tamamen aynı iklimlendirilmiş kat alanı ile modellenir. Ayar sıcaklıkları ve zaman çizelgeleri referans ve asıl binada aynıdır. Referans binanın geometrisi ve fonksiyonu asıl bina ile aynıdır. Bina opak ve saydam bileşen U değerleri, saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları ve özel durumlar için mecburi uygulanmak üzere yürürlükte olan TS 825 standardını referans alır. Isı köprülerinin yalıtımsız olduğu varsayılır.
Bina tipolojileri ve hacim fonksiyonlarının tanımlanması	Bina tipolojileri aşağıdaki gibidir: 1. Konut 1a. Müstakil konut 1b. Apartman 1c. Rezidans 2. Konut Dışı 2a. Eğitim binaları 2b. Oteller 2c. Hastane binaları 2ç. Alışveriş ve ticaret merkezleri 2d. İşyeri binası 2e. İdari bina/kamu 2f. Sanayi tesisi (Simülasyon amaçlı) Eğer bina yukarıda belirtilen ana fonksiyonlardan birden fazlasına sahipse, ayrı fonksiyonlara sahip bina bölümleri ayrı projeler olarak değerlendirilir. Konut tipi binalarda her bir bağımsız bölüm ayrı şekilde tanımlanır. Diğer bina tipolojilerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır.	Referans binada hacimler ve fonksiyonlar asıl binadakinin aynısı olarak tanımlanır.

	ASIL BİNA	REFERANS BİNA
Zaman çizelgeleri	Asıl binanın zaman çizelgeleri ve bu çizelgelere bağlı HVAC sistem işletim süreleri, iç kazanç, kullanıcı yoğunluğu gibi bilgiler binanın ve hacmin fonksiyonuna bağlı olarak ilgili çizelgeden alınır.	Asıl binaya atanan değerler referans bina için de aynıdır.
Bina kabuğu	Asıl binanın kabuğunun bütün bileşenleri yeni binalar için onaylı projesine uygun, mevcut binalar için ise yapıldığı şekliyle girilmelidir. Bir bina yüzeyinde, termofiziksel özellikleri farklılık gösteren yüzeyler var olması durumunda bu yüzeyler bileşenleri ve bileşenleri oluşturan malzemeleriyle ayrı ayrı tanımlanmalıdır. Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller, karşı engeller asıl binada modellenir.	Kabuğun bütün dış bileşen tipleri için, asıl bina ile referans binanın bütün ölçüleri eşit kabul edilmelidir. Örneğin dış duvar alanı asıl ve referans bina için aynı olmalıdır. Aynı mevzu çatı ve döşeme alanları için de geçerlidir. Referans binada opak ve saydam bileşen U değerleri ve saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardında (TS 825) yer almaktadır. Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller referans binada modellenmez. Karşı engeller asıl bina ile aynı kabul edilir.

	ASIL BİNA	REFERANS BİNA
Aydınlatma sistemleri	Asıl binanın aydınlatma sistemi, mevcut durumdaki kurulu güç, kontrol sistemi, gün saatlerindeki kullanım süresi ve gün saatleri dışında kalan kullanım süresi dikkate alınarak hesaplanır. FD değeri hacim boyutları, pencere boyutları, cam ve doğrama türü ve dış engeller dikkate alınarak belirlenen günışığı etkisine bağlı olarak hesaplanır	Ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir. Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı p D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı pT %70 olarak belirlenmiştir. Konut dışı binalarda işleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin sağlanması için gerekli ışık akısının %50'sinin 35 W güce, 3150 lümen ışık akısına sahip tüp floresan lambalarla, %30'unun 18 W güce, 1100 lümen ışık akısına sahip kompakt floresan lambalarla ve %20'sinin 20 W güce, 1900 lümen ışık akısına sahip led lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir. Aygıt tipinin D grubu IP2X normal aygıt, bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu kabul edilmiştir.
Mekanik sistemler (Isıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, yenilenebilir enerji sistemleri)	a) Bütün mekanik sistemlerin bulunması durumunda bina, mevcut sistemin kapasite ve verimlilik değerlerini kullanır. b) Sistemlerin tasarlanmış/belirlenmiş olması durumunda, mevcut tasarım verileri kullanır. c) Mevcut veya tasarlanmış -herhangi- bir sistemin, net enerji ihtiyacı olmasına rağmen bulunmaması durumunda, sistem karakteristikleri referans bina ile aynı alınır ç) Mevcut veya tasarlanmış -herhangi- bir sistemin hesaplanan net enerji ihtiyacı karşısında yetersiz kalması durumunda, ihtiyacın karşılanamayan kısmını karşılamak üzere, hayali bir sistem atanır. Bu hayali sistemin özellikleri, referans binadaki ilgili sistem ile aynıdır. Yenilenebilir enerji sistemleri, mevcut veya tasarlanmış sistemin parametrelerine uygun olarak modellenir.	Referans binada yenilenebilir enerji sistemleri modellenmez.

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın	Belgenin	Binanın Görüntüsü
Tipi:	Veriliş Tarihi:	
İnşaat Ruhsat Tarihi:	Geçerlilik Tarihi:	
Tadilat Tarihi:	Performans Sınıfı:	
Toplam Alan:	Emisyon Sınıfı:	
Ada/Parsel/Pafta:		
UAVT Bina No:		
Adi:		
Adresi:		



SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m ² .yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m ² .yıl)	
Toplam					
Isıtma					
Sihhi Sıcak Su					
Soğutma					
Havalandırma					
Aydınlatma					
Kojenarasyon					
Fotovoltaik					
Rüzgar Enerjisi					

Belgenin	Belge Düzenleyenin	Kare Kod
Numarası:	Adı Soyadı:	
Veriliş Tarihi:	Firması:	
Son Geçerlilik Tarihi:	Sertifika No:	
İptal Edilen EKB No:	İmza:	

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

BİNA BİLGİLERİ

Toplam Kat Adedi:	Duvar Ağırlıklı U Değeri:	LEJANT: ☐ Bina dışı bölge ☐ Bina içi bölge ☐ Toprak
Bodrum Kat Adedi:	Kolon Ağırlıklı U Değeri:	
Ortalama Kat Yüksekliği(m):	Kiriş Ağırlıklı U Değeri:	
Toplam Bina Alanı(m ²):	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri:	
İklimlendirilen Alan(m ²):	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri:	
Net Alan(m ²):	Çatı Ağırlıklı U Değeri:	
Toplam Zon Adedi:	Pencere Ağırlıklı U Değeri:	
İklimlendirilen Zon Adedi:	Kapı Ağırlıklı U Değeri:	

BİNA DIŞ KABUĞUNDA EN FAZLA KULLANILAN YAPI BİLEŞENLERİ

Toplam Dış Duvar Alanı(m²):

Tipi:			
Alanı(m ²):			
U Değeri:			
Kalınlık(m):			

Toplam Dış Betonarme Eleman Alanı(m²):

Tipi:			
Alanı(m ²):			
U Değeri:			
Kalınlık(m):			

Toplam Döşeme Alanı(m²):

Tipi:			
Alanı(m ²):			
U Değeri:			
Kalınlık(m):			

Toplam Çatı Alanı(m²):

Tipi:			
Alanı(m ²):			
U Değeri:			
Kalınlık(m):			

Toplam Pencere Alanı(m²):

Tipi

Alanı(m²)

Belgenin

Belge Düzenleyenin

Kare Kod

Numarası:

Adı Soyadı:

Veriliş Tarihi:

Firması:

Son Geçerlilik Tarihi:

Sertifika No:

İptal Edilen EKB No:

İmza:

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

MEKANİK SİSTEMLER

İklimlendirilen Zon Adedi:

Binanın Isıtma Sistemi

Sıcak Su Sistemi

Bağlı Zon Adedi:
Sistemin Konumu:
Sistemin Tipi:
Sistemin Gücü(kW):
Yakıt tipi:
Güneş Enerjisi Katkısı:

Binanın Soğutma Sistemi

Havalandırma Sistemi

Bağlı Zon Adedi:
Sistemin Konumu:
Sistemin Tipi:
Sistemin Gücü(kW):

Bağlı Zon Adedi:
Sistemin Tipi:
Isı Eşanjörü:

Aydınlatma Sistemi

En Fazla Kullanılan Armatür Tipi ve Adedi

En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi

Toplam Aydınlatma Gücü (W):

Toplam Aydınlatma Lümeni:

Kojen, Sistemi Üretilen Enerji

Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji

Isı Geri Kazanımı (kWh):
Elektrik Güç Çıktısı (kW):
Isıl Güç Çıktısı (kW):
Yakıt Tüketimi (kW):
Yakıt Tipi:

Birincil Enerji Kazancı
%

Pik Güç (kW):
Alan (m²):
Rüzgar Enerjisi Üretilen Enerji
Pik Güç (kW):

TAVSİYELER/AÇIKLAMALAR

Belgenin	Belge Düzenleyenin	Kare Kod
Numarası:	Adı Soyadı:	
Veriliş Tarihi:	Firması:	
Son Geçerlilik Tarihi:	Sertifika No:	
İptal Edilen EKB No:	İmza:	