

07 Aralık 2010 Tarihli **(Mükerrer)**
Sayı: 27778

Bayındırlık ve İskân Bakanlığından:

BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI ULUSAL HESAPLAMA YÖNTEMİNE DAİR TEBLİĞ

(TEBLİĞ NO: YİG/2010-02)

Amaç ve kapsam

MADDE 1 – (1) Bu Tebliğ; 5/12/2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan [Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği](#) kapsamında, binanın enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin, konut, ofis, eğitim, sağlık, otel, alışveriş ve ticaret merkezleri gibi mevcut ve yeni binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için geliştirilen bina enerji performansı hesaplama yönteminin yayımlanmasını sağlamak maksadıyla hazırlanmıştır.

Hukuki dayanak

MADDE 2 – (1) Bu Tebliğ, 180 sayılı Bayındırlık ve İskân Bakanlığı’nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname’nin 30/A maddesine ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’nin Geçiçi 2 nci maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 3 – (1) Bu Tebliğde geçen;

- Bakanlık: Bayındırlık ve İskân Bakanlığını,
- Yönetmelik: Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğini,
- Ulusal Hesaplama Yöntemi: Bina’nın enerji tüketimine etki eden bütün parametrelerin, binanın enerji performansına etkisini hesaplayan yöntemi,

ifade eder.

Binalarda enerji performansının hesaplanması

MADDE 4 – (1) Binalarda enerji performansının hesaplanmasında bu Tebliğ’in ekinde yer alan hesaplama yöntemi uygulanır.

Yürürlük

MADDE 5 – (1) Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 6 – (1) Bu Tebliğ hükümlerini Bayındırlık ve İskân Bakanı yürütür.

E K L E R			
01 - Net Enerji	02 - EK 1	03 - EK 2	04 - EK 3
05 - Aydınlatma	06 - Mekanik Sistemler	07 - Referans Bina Belirleme	08 - Mevcut binalar basitleştirilmiş

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

I.
BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
ISITMA ve SOĞUTMA İÇİN NET ENERJİ İHTİYACININ
HESAPLANMASI

İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ	1
1.1	KAPSAM.....	1
2	ATIF YAPILAN/YARARLANILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR	2
3	TERİMLER VE TARİFLER	3
3.1	HESAPLAMA ADIMLARI VE MEVSİMLER	3
3.1.1	<i>Hesaplama adımı</i>	3
3.1.2	<i>Isıtma veya soğutma mevsimi</i>	3
3.1.3	<i>Mekanın kullanılmadığı zaman aralığı</i>	3
3.2	MEKÂNLAR, ZONLAR VE ALANLAR	3
3.2.1	<i>Isıtılan mekân</i>	3
3.2.2	<i>Soğutulan mekân</i>	3
3.2.3	<i>İklîmlendirilen mekân</i>	3
3.2.4	<i>İklîmlendirilmeyen mekân</i>	3
3.2.5	<i>İklîmlendirilen zon</i>	3
3.2.6	<i>İklîmlendirilen alan</i>	3
3.2.7	<i>Bağımsız çok zonlu hesaplama</i>	3
3.3	SICAKLIKLAR.....	4
3.3.1	<i>Dış sıcaklık</i>	4
3.3.2	<i>İç sıcaklık</i>	4
3.3.3	<i>Ayar sıcaklığı</i>	4
3.4	ENERJİ	4
3.4.1	<i>Isıtma veya soğutma için enerji ihtiyacı</i>	4
3.4.2	<i>Bina hizmetleri</i>	4
3.5	ISI GEÇİŞİ.....	4
3.5.1	<i>Isı geçiş katsayısı</i>	4
3.5.2	<i>İletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı</i>	4
3.5.3	<i>Havalandırma ile ısı geçiş katsayısı</i>	4
3.6	BİNA ISI KAZANÇLARI.....	4
3.6.1	<i>İç kazançlar</i>	4
3.6.2	<i>Güneş kazançları</i>	5
3.6.3	<i>Güneş ışınımı</i>	5
4	SEMBOLLER	6
5	HESAPLAMA YÖNTEMİNİN ANA HATLARI	8
5.1	BİNA ENERJİ DENGESİ	8
5.1.1	<i>Giriş</i>	8
5.1.2	<i>Bina zon seviyesinde enerji dengesi</i>	8
6	BİNA GEOMETRİSİ	10
6.1	BİNA FORMLARI.....	10
6.1.1	<i>Dikdörtgen Form</i>	11
6.1.2	<i>"L" Form</i>	11
6.1.3	<i>"T" Form</i>	11
6.1.4	<i>"U" Form</i>	12
6.1.5	<i>Artı "+" Form</i>	12
6.1.6	<i>Avlulu Dikdörtgen Form</i>	12
6.1.7	<i>İkili Dikdörtgen Form</i>	12
6.2	BİNA KATLARI	13
6.2.1	<i>Bodrum Kat</i>	13
6.2.2	<i>Zemin Kat</i>	13
6.2.3	<i>Ara Kat</i>	13
6.2.4	<i>Çatı Kat</i>	14
6.2.5	<i>Çatı Arası</i>	14

6.3	ÇATI FORMLARI	14
7	BİNA ZONLARI	17
7.1	GENEL	17
7.2	HESAPLAMA İÇİN BİNANIN SINIRLARI	17
7.3	ISIL ZONLAR	17
7.3.1	<i>Konutlar</i>	17
7.3.1.1	Müstakil Konutlar	17
7.3.1.2	Apartmanlar	18
7.3.1.3	Rezidanslar	18
7.3.2	<i>Ofisler</i>	19
7.3.2.1	Çekirdeği iklimlendirilmeyen ofisler	19
7.3.2.2	Çekirdeği iklimlendirilen ofisler	19
7.3.3	<i>Eğitim Binaları</i>	20
7.3.4	<i>Oteller</i>	20
7.3.5	<i>Sağlık binaları</i>	20
7.3.6	<i>Alışveriş ve Ticaret Merkezleri</i>	20
7.4	İKLİMLENDİRİLEN ZEMİN ALANININ TAYİNİ, A_f	20
8	İLETİM VE TAŞINIM İLE ISI GEÇİŞİ	21
8.1	HESAPLAMA YÖNTEMİ	21
8.2	İLETİM VE TAŞINIM İLE ISI GEÇİŞ KATSAYISI	21
8.2.1	<i>Opak bileşenler</i>	21
8.2.1.1	Opak bileşenler için ısı köprülerinin hesaplanması	23
8.2.2	<i>Saydam bileşenler</i>	24
8.2.2.1	Pencerelerde Kepenk Olması Durumu	26
8.2.3	<i>Kapı bileşenleri</i>	27
8.2.4	<i>İklimlendirilen zonun döşeme karakteristik ölçüsünün belirlenmesi</i>	27
8.2.5	<i>İklimlendirilen zonda yapı bileşenlerinin eşdeğer kalınlıklarının belirlenmesi</i>	27
8.3	FARKLI ISIL ŞARTLARI OLAN BİLEŞENLERİN İLETİM VE TAŞINIM ISI GEÇİŞ KATSAYILARI	29
8.3.1	<i>İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri</i>	29
8.3.2	<i>İklimlendirilen zon ile dışa açık iklimlendirilmeyen bitişik zonu ayıran duvarların opak ve saydam bileşenleri</i>	30
8.3.3	<i>İklimlendirilen bir bodrum katının toprak temaslı dış duvarları</i>	31
8.3.4	<i>İklimlendirilen zonun toprak temaslı yüzer döşemesi</i>	32
8.3.5	<i>İklimlendirilen zonun toprak temaslı iklimlendirilmeyen hacim ile ara döşemesi</i>	33
8.3.6	<i>İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bodrum katın toprak temaslı döşemesi</i>	35
8.3.7	<i>İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir seraya (kış bahçesine) bakan yüzeyleri</i>	36
8.3.8	<i>İklimlendirilen zonun dış hava temaslı konsol döşemesi</i>	37
8.3.9	<i>İklimlendirilen zonun, dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan bileşenleri</i>	38
8.3.10	<i>İklimlendirilen zonun iklimlendirilen başka bir zon ile ilişkili bileşenleri</i>	39
9	HAVALANDIRMA İLE ISI GEÇİŞİ	40
9.1	MINİMUM HAVALANDIRMA İHTİYACI	40
9.1.1	<i>Müstakil konutlar ve Daireler</i>	40
9.1.2	<i>Ofisler</i>	40
9.1.3	<i>Diğer Bina Tipolojileri</i>	40
9.2	ÖZEL DURUMLAR İÇİN HESAPLAMA	41
9.2.1	<i>İklimlendirilen Zon ile Bitişik İklimlendirilmeyen Zon Arasındaki Havalandırma ile Isı Geçiş Katsayısı</i>	41
	iklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hacimsel hava debisi ($q_{v,ue}$)	42
	iklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki havalandırma ısı geçiş katsayısı ($H_{v,ue}$)	42
	iklimlendirilen zonla iklimlendirilmeyen zon arasında kapı ve/veya pencere varsa;	42
	iklimlendirilen zonla iklimlendirilmeyen zon arasında kapı ve/veya pencere yoksa;	43
9.3	DOĞAL HAVALANDIRMA VE SIZINTI (İNFLTRASYON)	43
9.4	MEKANİK HAVALANDIRMA SİSTEMİ	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
9.4.1	<i>Isı Geri Kazanımı Ünitesi</i>	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
10	İÇ KAZANÇLAR	45

10.1	HESAPLAMA YÖNTEMİ	45
10.2	İNSANLARDAN VE CİHAZLARDAN İÇ KAZANLARIN HESAPLANMASI	45
10.2.1	<i>Müstakil konutlar ve apartman daireleri</i>	45
10.2.2	<i>Ofisler için;</i>	47
10.2.3	<i>Rezidanslar ve diğer bina tipolojileri</i>	48
10.3	AYDINLATMA AYGITLARINDAN İÇ KAZANLARIN HESAPLANMASI	49
10.4	TOPLAM İÇ KAZANÇ DEĞERİNİN HESAPLANMASI	49
10.4.1	<i>Müstakil konutlar ve apartman daireleri</i>	49
10.4.2	<i>Ofisler</i>	50
10.4.3	<i>Rezidanslar ve diğer bina tipolojileri için;</i>	50
11	GÜNEŞ KAZANÇLARI	51
11.1	HESAPLAMA YÖNTEMİ	51
11.2	GÜNEŞ ENERJİSİNDEN TOPLAM ISI KAZANÇLARI	51
11.2.1	<i>Saydam bileşenler için güneş enerjisinden ısı kazançları</i>	51
11.2.2	<i>Opak bileşenler için güneş enerjisinden ısı kazançları</i>	52
11.2.3	<i>Kapı bileşenleri için güneş enerjisinden ısı kazançları</i>	52
11.3	HESABA KATILAN ÖZEL DURUMLAR	53
11.3.1	<i>Gölgelenme</i>	53
11.3.1.1	<i>Çevre binalardan gölgelenme</i>	53
11.3.1.2	<i>Güneş kontrol elemanları ve bina çıkıntıları ile gölgelenme</i>	54
11.3.1.3	<i>Düşey gölgeleme elemanları</i>	54
11.3.2	<i>Isıl ışınlama ile gökyüzüne ısı kaybı</i>	55
12	SAATLİK ISITMA – SOĞUTMA NET ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI	57
12.1	GENEL	57
12.1.1	<i>Bina dinamik etkilerinin hesaplanması</i>	57
12.1.2	<i>İç kazançlar ve güneş kazançlarıyla oluşan ısı miktarlarının hesaplanması</i>	58
12.1.3	<i>Isı geçirme katsayıları</i>	58
12.1.4	<i>Verilen ısıtma-soğutma yükü enerjisi ihtiyacı $\Phi_{HC,nd}$ için hava ve operatif sıcaklıkların hesaplanması</i>	59
12.1.5	<i>İç sıcaklığın ve gerekli ısıtma ve soğutma gücünün hesaplanması</i>	60
12.2	HESAPLAMA YÖNTEMİ	61
13	İKLİM VERİLERİ	63
13.1	GENEL BİLGİ	63
13.2	VERİLERİN KONTROLÜ VE EKSİK VERİLERİN TAMAMLANMASI	64
13.3	İKLİM VERİSİ KAPSAMI	65
13.3.1	<i>Sıcaklık</i>	65
13.3.2	<i>Bağıl nem</i>	65
13.3.3	<i>Güneş ışınlama</i>	65
13.3.3.1	<i>Yatay düzleme gelen toplam güneş ışınlama</i>	65
13.3.3.2	<i>Yatay düzleme gelen doğrudan güneş ışınlama</i>	65
13.4	BASİT SAATLİK METOTTA GEREKLİ DATALAR İÇİN TEMSİLİ METEOROLOJİK YIL OLUŞTURULMASI	65
13.4.1	<i>Yöntem</i>	65
13.4.2	<i>Sıcaklık</i>	67
13.4.3	<i>Bağıl nem</i>	67
13.4.4	<i>Güneş ışınlama</i>	67

1 Giriş

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 öngöründe bulunulması,
- zaman içerisinde tanımlanan bileşenlerden milli bileşen kütüphanesi oluşturma gibi ulusal veritabanlarının geliştirilmesi

gibi uygulamalarda kullanılabilir.

1.1 Kapsam

Bu hesaplama yöntemi, bina enerji performansını değerlendirirken;

- binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
- net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de gözönüne alarak binanın toplam ısıtma-soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini,
- havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini,
- binalarda güneş ışığı etkileri göz önüne alınarak, güneş ışığından yararlanılmayan süre ve güneş ışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını,
- sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını

kapsamaktadır.

Raporun bu bölümünde binaların ısıtma ve soğutma için ihtiyacı olan net enerji ihtiyacının hesaplanması yöntemi açıklanmaktadır.

Bu yöntemle elde edilebilecek başlıca çıktılar aşağıda belirtilmiştir:¹

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

¹ Saatlik hassasiyette hesap yapan bu yöntem ile yıllık, aylık, haftalık, günlük enerji kullanım ve ihtiyaç değerlerine de ulaşılabilir.

2 Atıf yapılan/yararlanılan standart ve/veya dokümanlar

Bu metotta tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin çok sayıda standart ve/veya dokümanlardan yararlanılmıştır. Bunların başlıcaları **Tablo 1**' de listelenmiş, bir kısmı da metin içerisinde gerekli yerlerde belirtilmiştir.

Tablo 1. Yararlanılan Kaynaklardan Başlıcaları

IEC, ISO, EN, TS No	Adı (İngilizce)	Adı (Türkçe)
EN 13790	Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling	tst EN ISO 13790 Binaların enerji performansı – Mekân ısıtması ve soğutulması için enerji kullanımının hesaplanması
EN 13789	Thermal performance of buildings – Transmission heat loss coefficient – Calculation method (ISO 13789: 1999).	TS EN ISO 13789 Binaların Isıl Performansı-Transmisyon Isı Kaybı Katsayısı-Hesaplama Metodu
EN15251	Indoor environment criteria for design and calculation of energy performance of buildings	TS EN 15251 Binaların enerji performansının tasarımı ve değerlendirilmesi için bina içi ortam parametreleri (bina içi hava kalitesi, ısı ortam, aydınlatma ve akustik)
TS 825		Binalarda Isı Yalıtım Kuralları
EN ISO 14683	Thermal bridges in building construction- Linear thermal transmittance- Simplified Methods and default values (ISO 14683:2007)	TS EN ISO 14683+AC Bina İnşaatı-Isıl Köprüler-Lineer Isıl Geçirgenlik-Basitleştirilmiş Metot ve Hatasız Değerler
EN 10456	Building materials and products – Hygrothermal properties – Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values	TS EN ISO 10456 İnşaat Malzeme Ve Mamulleri - Beyan Ve Tasarım Termal Değerlerinin Tayini İçin Metotlar
BS EN 12524	Building materials and products. Hygrothermal properties. Tabulated design values	TS EN 12524 Bina malzemeleri ve mamulleri - hidroisıl özellikler - çizelgeleştirilmiş tasarım değerleri
BR 443	Conventions for U-value calculations	
TS 2164		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	
EN 13370	Thermal performance of buildings – Heat transfer via the ground – Calculation methods	TS EN ISO 13370 Isıl Performansı -Zeminle Isı Değişimi Hesaplama Metodu
2005 ASHRAE	Fundamentals Handbook	

3 Terimler ve tarifler

3.1 Hesaplama adımları ve mevsimler

3.1.1 Hesaplama adımı

Bina için enerji ihtiyaçlarının ve tüketiminin hesaplanmasındaki zaman aralığı.

Not - Binanın ısıtma ve soğutma için net 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. Dolayısı ile 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 ısı davranışına da bağlı olarak belirlenebilmesine olanak sağlamaktadır.

3.1.3 Mekanın kullanılmadığı zaman aralığı

Isıtma veya soğutma yapılmayan bir kaç günlük veya haftalık (örneğin, tatil günleri) zaman aralığı.

3.2 Mekânlar, zonlar ve alanlar

3.2.1 Isıtılan mekân

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

3.2.2 Soğutulan mekân

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

3.2.3 İklimlendirilen mekân

Isıtılan ve/veya soğutulan mekân.

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

3.2.4 İklimlendirilmeyen mekân

İklimlendirilen mekânın bir parçası olmayan oda 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

Dışarıdaki havanın sıcaklığı.

3.3.2 İç sıcaklık

İç sıcaklık olarak tanımlanan operatif sıcaklık, zonun veya mekanın merkezindeki hava sıcaklığının ve ortalama ışınma 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 için enerji ihtiyacı

Verilen bir zaman dilimi süresince istenilen sıcaklıkta konfor şartlarının sürdürülebilmesi için iklimlendirilen mekân 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 zamanda geçen ısı miktarının sıcaklık farkına bölünmesi ile elde edilen katsayı.

3.5.2 İletim ve taşınım ile ısı 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 ile ısı geçiş katsayısı

Kapalı 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 ısı kazançları

Isıtma, soğutma veya sıcak su hazırlanması için kullanılan başka ısı kaynakları tarafından iklimlendirilen mekân içinde üretilen veya mekana 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 ...vb. 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 gibi pasif elemanlardan giren güneş ışınımının sağladığı ısıdır.

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

3.6.3 Güneş ışıması

Yüzeyin birim alanına düşen güneş ısıdır.

4 Semboller

Çizelge 1 – Semboller ve birimler

Sembol	Açıklama	Birim
A	Alan	m^2
b	Düzeltilme faktörü	
B	Fanın açık kalma oranı	
B'	Döşemenin karakteristik ölçüsü	m
C	İklimlendirilmiş bir mekânın etkin ısı kapasitesi	J/K
c	Özgül ısı kapasitesi	J/(kg.K)
d	Katman kalınlığı	m
F	Faktör	
g	Bina elemanının toplam güneş enerjisi geçirgenlik faktörü	
H	Isı geçiş katsayısı	W/K
h	Yükseklik	m
h	Yüzey ısıl taşınım katsayısı	W/(m^2 .K)
I_{sol}	Güneş ışınımı	W/ m^2
L	Uzunluk	m
N	Sayı	
q_v	Hacimsel hava debisi	m^3/s
R	Isıl direnç	$m^2.K/W$
P	Çevre	m
t	Zaman, zaman dilimi	s^*
U	Isıl geçirgenlik katsayısı	W/(m^2 .K)
V	İklimlendirilen zondaki hava hacmi	m^3
w	Bağıl nem	
W	Duvar toplam kalınlığı	m
z	Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği	m
α	Güneş ışınımı için bir yüzeyin soğurma katsayısı	
γ	Yüzey azimut açısı	$^\circ$
ε	Uzun dalga ısı ışınım için yüzey salım faktörü	
η	Verim, yararlanma faktörü	
θ	Celsius sıcaklık	$^\circ C$
β	Düşey engel açısı	$^\circ$
z	Zenit açısı	$^\circ$
Λ	İç yüzeylerin alanı ile döşeme alanı arasında boyutsuz oran	
ρ	Yoğunluk	Kg/m^3
τ_{gl}	Gün ışığı geçirgenlik faktörü	
λ	Isıl iletkenlik değeri	W/(m.K)
ϕ	Isıl güç	W
χ	Noktasal ısı geçirgenlik	W/K
ψ	Doğrusal ısı geçirgenlik	W/(m.K)

* Hesaplamaların cinsine göre zaman dilimi olarak megasaniye (Ms) veya saat kullanılmaktadır. Birimler formüllerin atlarında belirtilmiştir.

Çizelge 2 – Alt indisler

a	Hava	H	Isıtma	max	Azami
ac	Gerçek (verilebilen)	H,nd	Isıtma ihtiyacı	min	Asgari
adj	Uyarlanmış	HC,nd	Isıtma-soğutma ihtiyacı	p	Kişi
app	Cihazlar	hor	Yatay, ufuk	p	izdüşüm
at	Bağlaşım terimi	hru	Isı geri kazanım	r	Sağ
bf	Bodrum kat döşemesi	i	İç (sıcaklık)	r	Işınımsal
bw	Bodrum kat duvarı	ia	İç hava	S	Güneş
d	Tasarım	int	İç (ısı)	se	Yüzey, dış
C	Soğutma, kapasite	is	İletkenlik terimi	sen	Duyulur
c	Opak eleman	k	Zon tipi indisi	set	Ayar (sıcaklık)
D	Diğer (konutlarda mutfak ve salon dışındaki)	i, j, k, n	Temsili tamsayılar	sh	Gölgeleme
dif	Yaygın	l	Sol	si	Yüzey, iç
dir	Doğrudan	L	Aydınlatma (sistemi)	sol	Güneş
do	Dış kapı	lat	Gizli	sup	Besleme (hava)
e	Dış	lg	Aydınlatma aygıtı	st	Yüzey sıcaklığı
em	Salım	m	Kütle ile ilgili iletkenlik veya sığa	stnd	Standart
ex	Egzos sistemi	mn	Ortalama (zaman, mekan)	tot	Toplam
F	Çerçeve	ms	İletkenlik terimi ^a	tr	İletim (Isı geçişi)
F_1	Form 1	M	Mutfak ve salon	u	Şartsız
f	Döşeme	n	Hava değişim sayısı	un	Sınırsız
f	Fan	nd	İhtiyaç	unit	Birim
f	Isı geri kazanım faktörü	ob	Engeller	V	Havalandırma (sistem)
fin	Düşey engel	Oc	İnsanlar (Sakinler)	v	Hacim
fo	Temel	Of	Ofis	ve	Havalandırma (ısı geçişi)
frac	Oran	op	Opak	W	Sıcak su
g	Toprak	opr	Operatif	w	Duvar
gl	Cam, saydam eleman	ov	Saçak	x'	Fanın kapalı olma durumu

5 Hesaplama yönteminin ana hatları

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

- İklim verileri,
- Bina geometrisi
- Binanın havalandırma ve ısı özellikleri,
- İç 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 hesaplamasında kullanılan yöntemin ana hatları açıklanmaktadır.

5.1 Bina enerji dengesi

5.1.1 Giriş

Duruma (özellikle bina tiplolojilerine) bağlı olarak, bina çoklu zonlara bölünür veya tek zon olarak işleme tabi tutulur.

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

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

Binanın ısıtma ve soğutma için net enerji ihtiyacı, bina sistemlerinin enerji dengesi için veri oluşturur.

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 ile 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 ile ısı geçişi, iklimlendirilmeyen zonun iletim/taşınım ve havalandırma ile 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 ısıl kütesinin ısıyı depolama veya depolanan ısıyı salması özelliği ısı dengesinde hesaba katılır.
- Isıtma için enerji ihtiyacı, zon ısıtılmıyorsa, ısıtma sisteminin iç sıcaklığı gerekli olan asgari seviyeye (ısıtma için ayar sıcaklığına) yükseltmek için sağladığı enerji miktarıdır.

- Soğutma için duyulur ısı enerjisi ihtiyacı, zon soğutulmaktaysa, soğutma sisteminin iç sıcaklığı gerekli olan azami seviyeye (soğutma ayar sıcaklığına) düşürmek ve nemi konfor düzeyinde tutmak için sağladığı enerji miktarıdır.

Not - İnsanlardan ve cihazlardan kazanılan gizli ısı bina net enerjisi ihtiyacına ilaveten katılır.

6 Bina Geometrisi


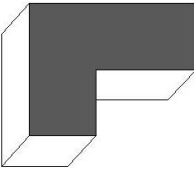
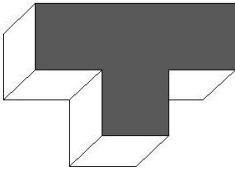
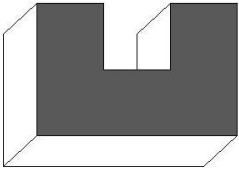
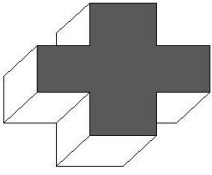
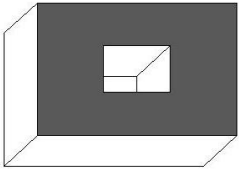
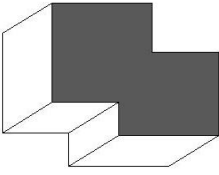
Binanın mimari tasarımıyla belirlenmiş olan bina formunu tanımlar.

6.1 Bina Formları

Hesaplama yöntemi, bina geometrisinin basitleştirilmiş yöntem ile tanımlanmasını sağlayan bina formlarını içermektedir. Yöntemde, bir yazılım kullanılması durumunda kolaylık sağlamak açısından belirlenen genel formlar **Şekil 1.**'de verilmiştir.

Tüm formlarda yüzeylerin birbirlerine dik olduğu kabul edilmiştir, bu nedenle farklı açıyla birleşmiş yüzeyler için genelleme yapılmaktadır. Enerji tüketimi hesaplanması istenen bina, verilen formlardan en yakın bina formuna indirgenerek modellenebilir.

Binaların formlarından dolayı birbirini gölgeleyen yüzeyleri, her bir form alt başlığında tanımlanmıştır ve gölgelemenin nasıl hesaplandığı bölüm **11.3.1.3'** de açıklanmıştır.

			
Dikdörtgen form	L form	T form	U form
			
Artı form	Avlulu form	İkili dikdörtgen form	

Şekil 1. Bina Formları

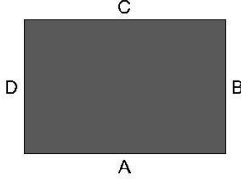
Bina formlarının yüzey kodları ve çevre-alan hesapları aşağıdaki gibidir:

AA	:A yüzeyi uzunluğu, m
BB	:B yüzeyi uzunluğu, m
CC	:C yüzeyi uzunluğu, m
DD	:D yüzeyi uzunluğu, m
EE	:E yüzeyi uzunluğu, m
FF	:F yüzeyi uzunluğu, m
GG	:G yüzeyi uzunluğu, m
HH	:H yüzeyi uzunluğu, m
II	:I yüzeyi uzunluğu, m
JJ	:J yüzeyi uzunluğu, m
KK	:K yüzeyi uzunluğu, m
LL	:L yüzeyi uzunluğu, m

6.1.1 Dikdörtgen Form

Dikdörtgen formlu binalar, binanın formu itibariyle dört yüzeyi olan veya dört yüzeye indirgenebilecek formda olan binalar için kullanılır. Yüzeyler birbirine dik kabul edilmektedir.

Bu formda birbirini gölgeleyen bina çıkıntıları yoktur.



$$\text{Çevre: } P_{F1} = 2 \cdot (AA + BB) \quad (01)$$

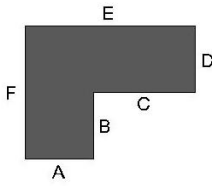
$$\text{Alan: } A_{F1} = AA \cdot BB \quad (02)$$

Şekil 2. Dikdörtgen Form

6.1.2 "L" Form

"L" formundaki binalar, dikdörtgen formdaki binaların herhangi bir girinti veya çıkıntısını modelleme olanağı sunar.

Yüzeylerin birbiri ile ilişkisinden dolayı bu tür formlarda aşağıdaki kontroller yapılmaktadır.



$$EE = AA + CC \quad (03)$$

$$FF = BB + DD \quad (04)$$

$$\text{Çevre: } P_{F2} = 2 \cdot (EE + FF) \quad (05)$$

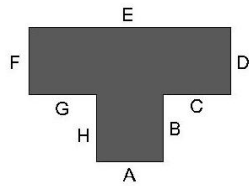
$$\text{Alan: } A_{F2} = (EE \cdot FF) - (BB \cdot CC) \quad (06)$$

Şekil 3. "L" Form

Bu formda B yüzeyinin C yüzeyini ve aynı şekilde C yüzeyinin B yüzeyini gölgeleme durumu hesaba katılmaktadır.

6.1.3 "T" Form

Yüzeylerin birbiri ile ilişkisinden dolayı aşağıdaki kontroller yapılmaktadır.:



$$EE = AA + CC + GG \quad (07)$$

$$FF + HH = BB + DD \quad (08)$$

$$\text{Çevre: } P_{F3} = 2 \cdot (EE + FF + HH) \quad (09)$$

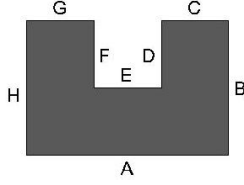
$$\text{Alan: } A_{F3} = (EE \cdot (FF + HH)) - (GG \cdot HH) - (BB \cdot CC) \quad (10)$$

Şekil 4. "T" Form

T formundaki binalarda, B ile C ve G ile H yüzeyleri arasında gölgeleme etkisi vardır.

6.1.4 “U” Form

Yüzey uzunlukları arasındaki bağıntı şu şekildedir;



$$AA = CC + EE + GG \quad (11)$$

$$FF < HH \text{ ve } DD < BB \text{ ve } FF = DD \quad (12)$$

$$\text{Çevre: } P_{F4} = 2 \cdot (AA + BB) + DD + FF \quad (13)$$

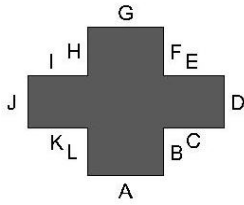
$$\text{Alan: } A_{F4} = (AA \cdot BB) - (DD \cdot EE) \quad (14)$$

Şekil 5. “U” Form

“U” formundaki binalarda, D, E ve F yüzeylerinin birbirini gölgeleme durumu göz önünde bulundurulmaktadır.

6.1.5 Artı “+” Form

Artı formu yüzeyleri arasındaki kontrol bağıntısı şu şekildedir:



$$AA + CC + KK = EE + GG + II \quad (15)$$

$$BB + DD + FF = HH + JJ + LL \quad (16)$$

$$\text{Çevre: } P_{F5} = 2 \cdot \left(\frac{(AA + CC + KK) + (BB + DD + FF)}{2} \right) \quad (17)$$

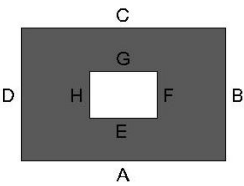
$$\text{Alan: } A_{F5} = (AA + CC + KK) (BB + DD + FF) - (BB \cdot CC) - (EE \cdot FF) - (HH \cdot II) - (KK \cdot LL) \quad (18)$$

Şekil 6. Artı “+” Form

Artı formda B-C, E-F, H-I, K-L yüzeyleri arasında gölgeleme etkisi vardır.

6.1.6 Avlulu Dikdörtgen Form

Avlulu formdaki binaların yüzeylerinde aşağıdaki bağıntılar kullanılmaktadır:



$$AA = CC \text{ ve } BB = DD \quad (19)$$

$$EE < AA \text{ ve } FF < BB$$

$$\text{Çevre: } P_{F6} = 2 \cdot (AA + BB) + 2 \cdot (EE + FF) \quad (20)$$

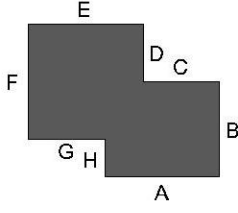
$$\text{Alan: } A_{F6} = (AA \cdot BB) - (EE \cdot FF) \quad (21)$$

Şekil 7. Avlulu Form

Avlu yüzeyleri için gölgeleme hesaplarında, karşı yüzeyler karşı engel olarak, yan yüzeyler düşey çıkıntı engeli olarak tanımlanacaktır.

6.1.7 İkili Dikdörtgen Form

İkili dikdörtgen formda, yüzeyler arasında aşağıdaki kontroller yapılmaktadır;



$$AA + GG = CC + EE \quad (22)$$

$$BB + DD = FF + HH \quad (23)$$

$$\text{Çevre: } P_{F7} = 2 \cdot ((AA + GG) + (BB + DD)) \quad (24)$$

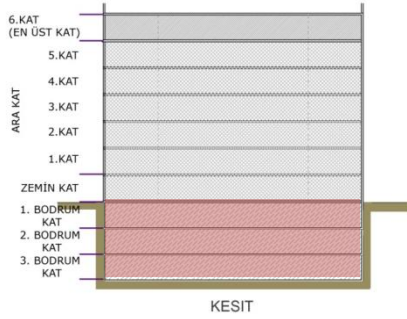
$$\text{Alan: } A_{F7} = (AA + GG) \cdot (BB + DD) - (CC \cdot DD) - (GG \cdot HH) \quad (25)$$

Şekil 8. İkili Dikdörtgen Form

İkili dikdörtgen formda D-C yüzeyleri arasında ve G-H yüzeyleri arasında gölgelenme etkisi kabul edilmektedir.

6.2 Bina Katları

6.2.1 Bodrum Kat

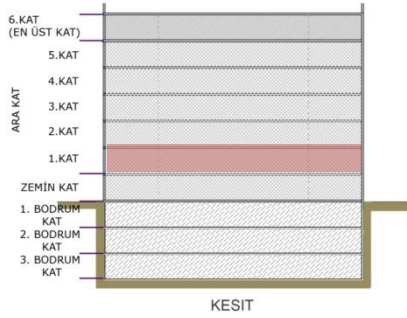


Bu hesaplama yönteminde, zemin katın altındaki toprak temaslı dış duvar veya duvarları olan tüm katlar borum kat olarak alınır.

Not - Subasman yüksekliği 1. Bodrum katta tanımlanır.

Şekil 9. Bodrum Katlar

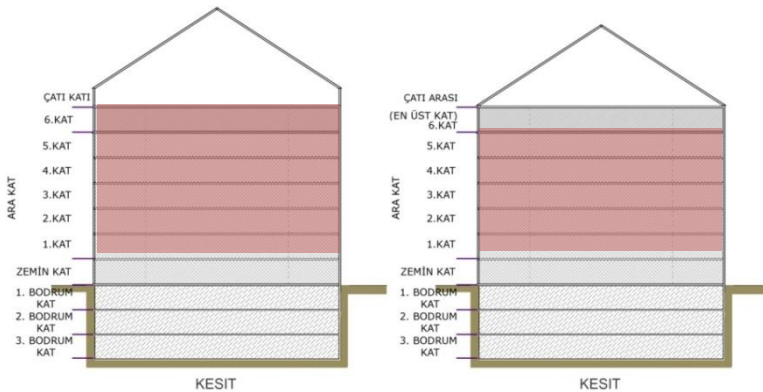
6.2.2 Zemin Kat



Binanın ana girişinin bulunduğu ve varsa bodrum katın üzerinde yer alan kattır.

Şekil 10. Zemin Kat

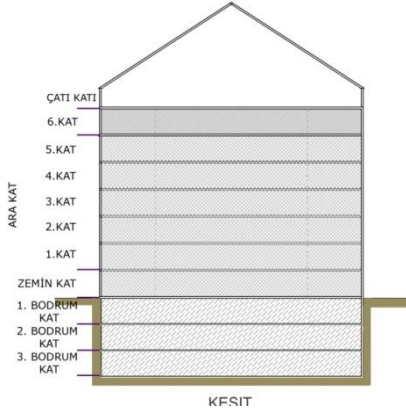
6.2.3 Ara Kat



Ara kat zemin kat ile varsa çatı katı veya çatı arası katı yoksa en üst kat arasında bulunan katların her biridir.

Şekil 11. Ara Katlar

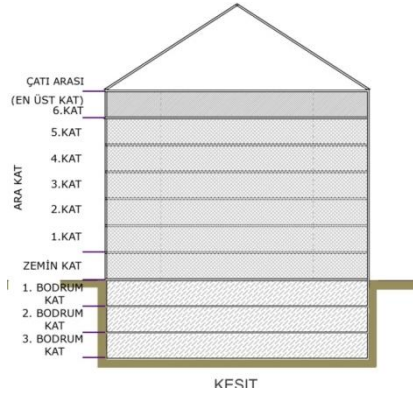
6.2.4 Çatı Kat



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

Şekil 12. Çatı Kat

6.2.5 Çatı Arası



Binada en üst katın üzerinde yer alan yaşanmayan kırma/beşik çatılı hacimdir.

Şekil 13. Çatı Kat

6.3 Çatı Formları

Çatı yüzey alanı / alanları yüzeyin formuna ve eğimine göre hesaplanır. Yüzey alanları için yardımcı formüller aşağıdaki gibidir. Yardımcı şema ise Şekil 4.' te görülmektedir.

Alan hesapları için rehber:

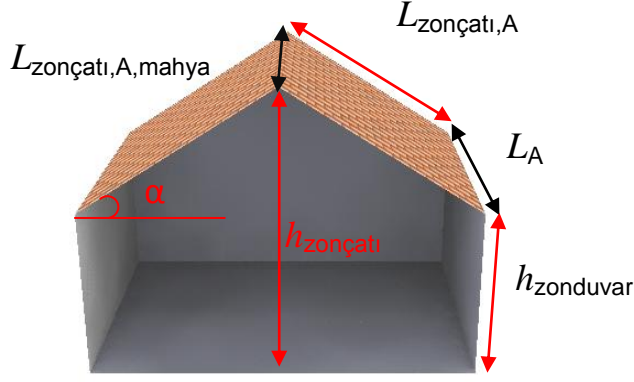
$$L_{\text{zonçatı, A}} = (h_{\text{zonçatı}} + h_{\text{duvar}}) / \sin \alpha_A \quad (26)$$

$L_{\text{zonçatı, A}}$: çatı yüzey uzunluğu, m

$h_{\text{zonçatı}}$: çatı zonu için döşemeden mahyaya kadar olan yükseklik, m

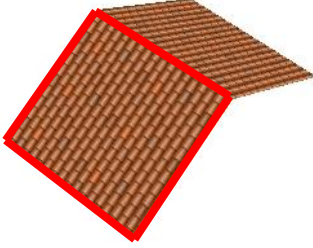
h_{duvar} : çatı zonu için, alanı hesaplanacak olan yüzeyin oturduğu duvarın döşemeden yüksekliği, m

α_A : çatı alanı hesaplanacak olan yüzeyin eğim açısı, m



Şekil 14. Çatı Ölçü Tanımları

DİKDÖRTGEN ÇATI YÜZEYİ

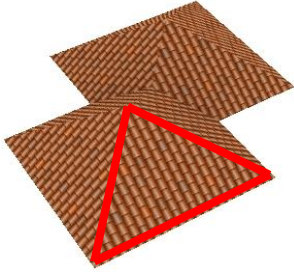


$$A_{\text{zonçatı, A}} = L_{\text{zonçatı, A}} \cdot L_A \quad (27)$$

- $A_{\text{zonçatı, A}}$: eğimli çatı yüzeyi alanı, m²
 $L_{\text{zonçatı, A}}$: çatı yüzey uzunluğu, m,
 (dikdörtgen çatı yüzeyleri için her noktada eşittir).
 L_A : eğimli çatı yüzeyinin oturduğu duvarın uzunluğu, m

Şekil 15. Dikdörtgen Çatı Yüzeyi

ÜÇGEN ÇATI YÜZEYİ

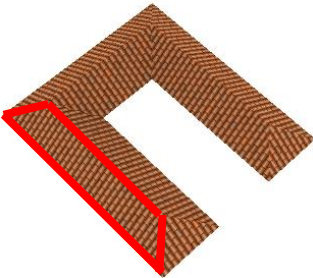


$$A_{\text{zonçatı, A}} = (L_{\text{zonçatı, A}} \cdot L_A) / 2 \quad (28)$$

- $A_{\text{zonçatı, A}}$: eğimli çatı yüzeyi alanı, m²
 $L_{\text{zonçatı, A}}$: üçgen çatı yüzeyleri için çatı yüzey uzunluğu,
 mahyadan eğimli çatı yüzeyinin oturduğu
 duvara dik uzunluktur, m
 L_A : eğimli çatı yüzeyinin oturduğu duvarın uzunluğu, m

Şekil 16. Üçgen Çatı Yüzeyi

YAMUK ÇATI YÜZEYİ

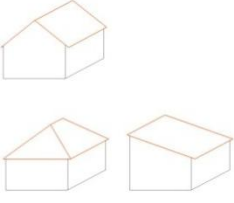
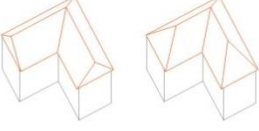
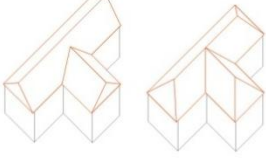
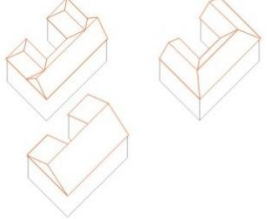
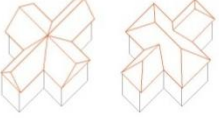
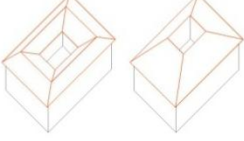



$$A_{\text{zonçatı, A}} = ((d_{\text{zonçatı, A, mahya}} + L_A) / 2) \cdot L_{\text{zonçatı, A}} \quad (29)$$

- $A_{\text{zonçatı, A}}$: eğimli çatı yüzeyi alanı, m²
 $L_{\text{zonçatı, A, mahya}}$: eğimli çatı yüzeyinin mahya uzunluğu, m
 $L_{\text{zonçatı, A}}$: yamuk çatı yüzeyleri için çatı yüzey uzunluğu,
 mahyadan eğimli çatı yüzeyinin oturduğu
 duvara dik uzunluktur, m
 L_A : eğimli çatı yüzeyinin oturduğu duvarın uzunluğu, m

Şekil 17. Yamuk Çatı Yüzeyi

Çatı formları bina formlarına bağlı olarak aşağıdaki **Şekil 18.** ' den seçilecektir.

			
Dikdörtgen form	L form	T form	U form
			
Artı form	Avlulu form	İkili dikdörtgen form	

Şekil 18. Çatı Formları

7 Bina Zonları

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 için binanın sınırları

Isıtma ve/veya soğutma için enerji ihtiyacının hesaplanmasında binanın sınırını, değerlendirilmekte olan iklimlendirilen mekânı dış ortamdan (hava, zemin veya su) veya bitişik binalardan² 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.

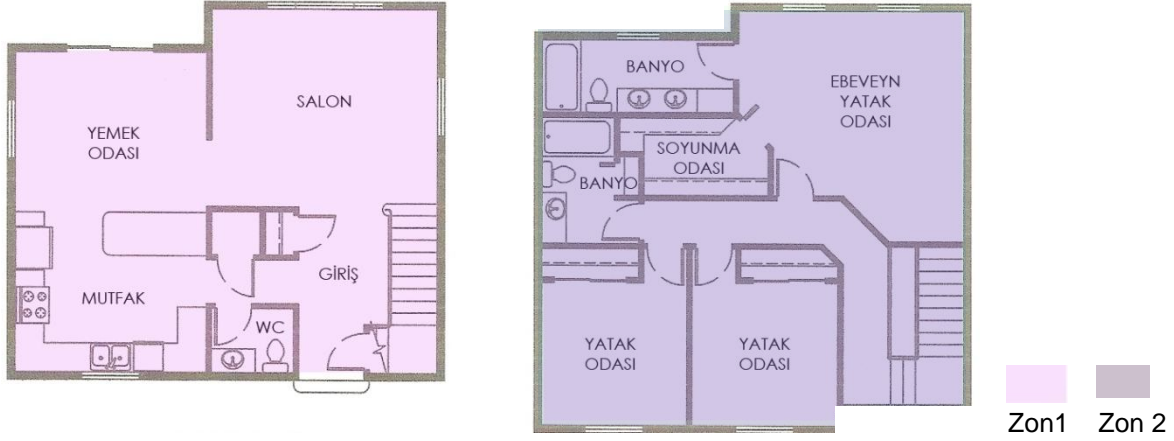
Zonlara ayırma kriterleri bina fonksiyonlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak tüm fonksiyonlarda katlar arasında alanlar ve engel durumu değişiklik gösterebileceğinden, katlar arasında sistemler, iç kazançlar ve konfor sıcaklık değerleri aynı olsa bile her kat ayrı birer zon olarak ele alınmaktadır. Bu yöntemde kullanılan çok zonlu hesaplama için (bağımsız çok zonlu hesaplama), 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), bina içindeki farklı mekanların konfor sıcaklıklarının değişkenlik gösterdiği ve tüm dolaşım alanlarının açık olduğu düşünülerek tüm bina için olası mekanların ağırlıklı alan ortalaması hesaplanarak iç konfor sıcaklığı, konutlar için öngörülen 20 °C yerine, 19.4 °C alınmıştır. İklimlendirilen zonlar içerisinde yer alan küçük iklimlendirilmeyen mekanlar (wc'ler, kilerler ...vb. gibi) 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 **Şekil19.**' da görülmektedir.

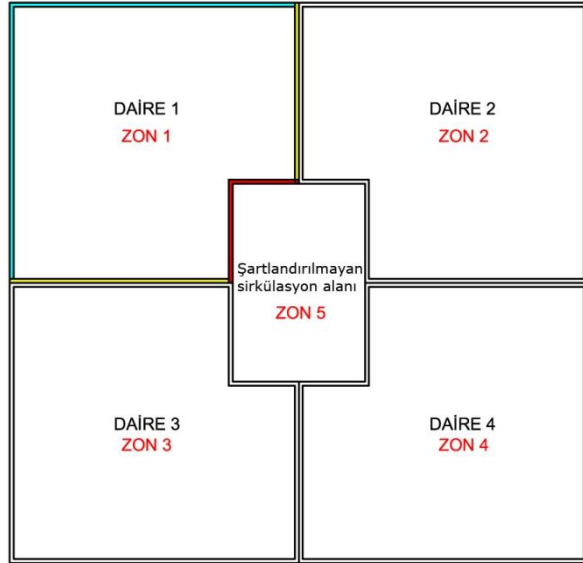
² Sıra konutlar ve ikiz konutlar gibi birlikte projelendirilen ve birlikte inşa edilen binalar dışında kalan durumlarda bitişik binalar göz ardı edilerek dış ortam sıcaklığıyla hesaplama yapılır.



Şekil 19. Müstakil Konut Zonlama Örneği

7.3.1.2 Apartmanlar

Bina farklı daireler şeklinde zonlara bölünmüşse, zonlar arasında ısı geçirimsiz (adiyabatik) sınırlar olduğu varsayılarak her zon için bağımsız tek zon yöntemi kullanılır. Bu uygulama, zonlar arasında ısı etkileşim olmaksızın bağımsız çok zonlu hesaplama olarak adlandırılır. Apartman tipli konut zonlama örneği Şekil 20.'de verilmiştir.



ZON 1³ : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZON 2³ : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZON 3³ : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZON 4³ : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZONx5 : Dış ortamla bağlantısı olmayan iklimlendirilmeyen çekirdek alanı (düşey sirkülasyon alanı).

Şekil 20. Apartman Tipli Konut Zonlama Örneği

Not - Çekirdeğin iklimlendirilmesi durumunda çekirdek ile daireler arasında ısı geçişi olmadığı kabul edilir ve çekirdeğin iklimlendirilmesi için gerekli enerji miktarı dairelerin alanlarıyla orantılı olarak dairelere paylaşılır. Çekirdek alanının dış ortamla bağlantısı olması durumunda, çekirdek ve daire duvarı arasındaki ısı geçişi hesaplarında sıcaklık farkı için düzeltme katsayısı uygulanır (Bkz. Madde 8.3).

7.3.1.3 Rezidanslar

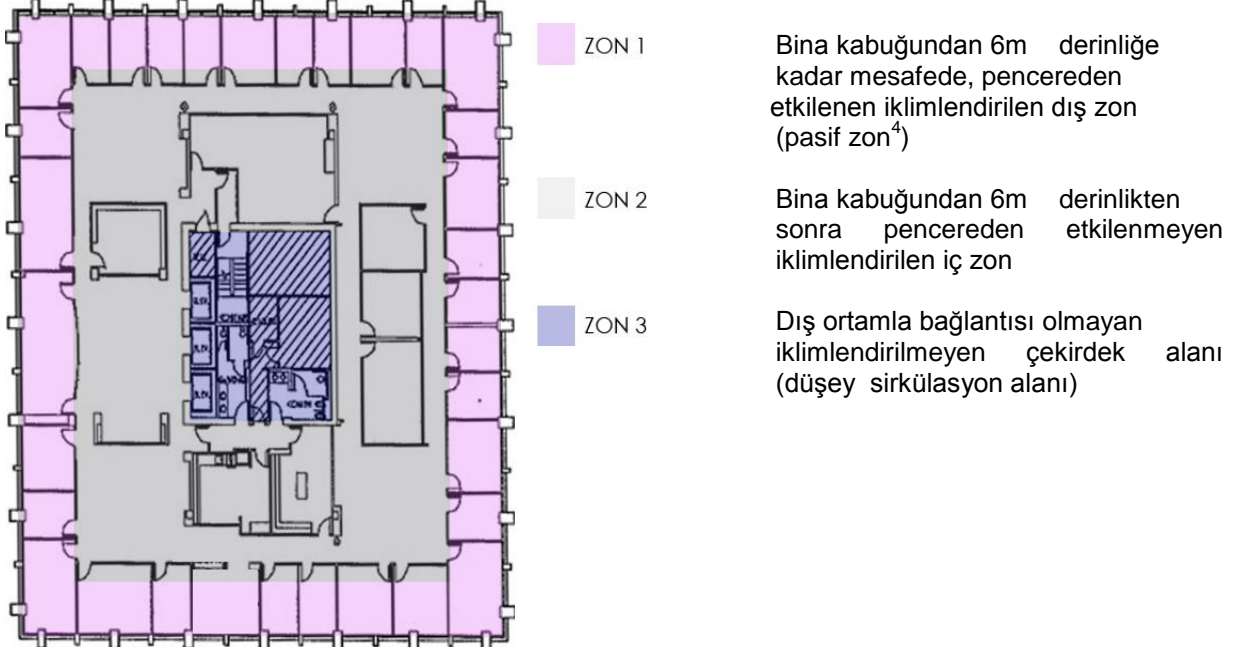
Rezidanslarda basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanmaktadır. Ancak her katta mekan fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekanın fonksiyonuna bağlı olarak değişiklik gösteren ayar sıcaklıkları ve iç kazançlar Ek 1.'de verilmiştir.

³ Daire içerisinde yer alan tüm mekanların iklimlendirildiği kabul edilmiştir.

7.3.2 Ofisler

7.3.2.1 Çekirdeği iklimlendirilmeyen ofisler

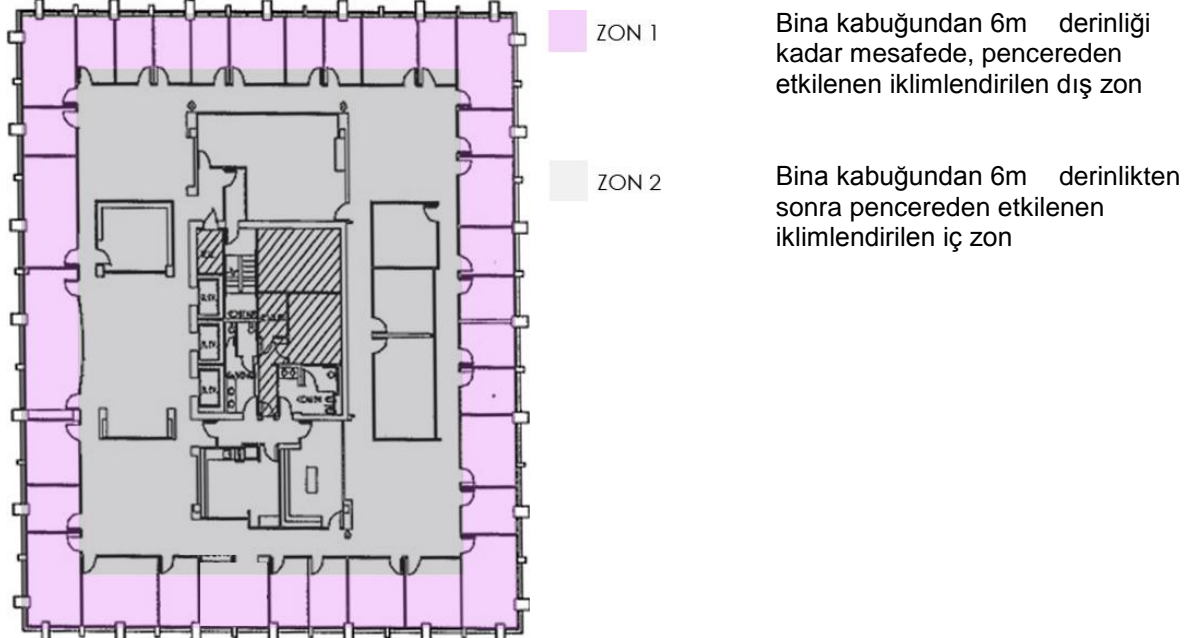
Çekirdeği iklimlendirilmeyen ofislerin zonlama modeline örnek **Şekil 21.**' de verilmiştir.



Şekil 21. Ofis Zonlama Örneği 1, İklimlendirilmeyen Çekirdek Olması Durumu

7.3.2.2 Çekirdeği iklimlendirilen ofisler

Çekirdeği iklimlendirilen ofislerin zonlama modeline örnek **Şekil 22.**' de verilmiştir.



Şekil 22. Ofis Zonlama Örneği 2, İklimlendirilen Çekirdek Olması Durumu

⁴ Cephedeki saydam yüzey oranına bağlı olarak güneş ışınımına doğrudan mağruz kalan ve cephe ile kat yüksekliğinin yarısı kadar mesefedeki alan pasif zon olarak adlandırılır.

Energy and Environment in Architecture, Nick Baker and Koen Steemers, 2000

7.3.3 Eğitim Binaları

Eğitim binalarında basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanmaktadır. Ancak her katta mekan fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekanın fonksiyonuna bağlı olarak değişen iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir.

7.3.4 Oteller

Otellerde basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanmaktadır. Ancak her katta mekan fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekanın fonksiyonuna bağlı olarak iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir.

7.3.5 Sağlık binaları

Sağlık binalarında basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanmaktadır. Ancak her katta mekan fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekanın fonksiyonuna bağlı olarak iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir.

7.3.6 Alışveriş ve Ticaret Merkezleri

Alışveriş ve Ticaret Merkezleri' nde basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanmaktadır. Ancak her katta mekan fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekanın fonksiyonuna bağlı olarak iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir.

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 sertifikanın derecesini değiştirmeyecektir.

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

Not 3 - İç sıcaklıklar için başka değerlere karar verildiğinde bu tablo değişecektir.

7.4 İklimlendirilen zemin alanının tayini, A_f

Binanın sınırları içindeki mekanların zemin alanı, binanın iklimlendirilen zemin alanıdır. Bütün zonların iklimlendirilen zemin alanlarının toplamı, binanın iklimlendirilen zemin alanının toplamına eşit olmalıdır.

8 İletim ve taşınım ile ısı geçişi

Sıcaklığı farklı ortamları ayıran yapı bileşenlerinden iletim ve taşınım ile geçen ısı miktarının hesaplanma 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 ($H_{tr,win}$) değerlerine ulaşılır.

8.2 İletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı

8.2.1 Opak bileşenler

Opak bir bileşenin ısı geçirenlik katsayısı **Bağıntı 30** ile hesaplanır. U_{std} , bir opak bileşenin iç ve dış yüzey ısı 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 ısı geçirenlik değeridir. Bağıntı 30, her eleman için, elemandaki her bileşen için hesaplanır.

$$U_{op, std, i} = 1 / (1 / h_{si} + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + \dots + 1 / h_{se}) + \square (1/R_{gap}) \quad (30)$$

h_{si} : iç yüzey ısı taşınım katsayısı, $W/(m^2.K)$

h_{se} : dış yüzey ısı taşınım katsayısı, $W/(m^2.K)$

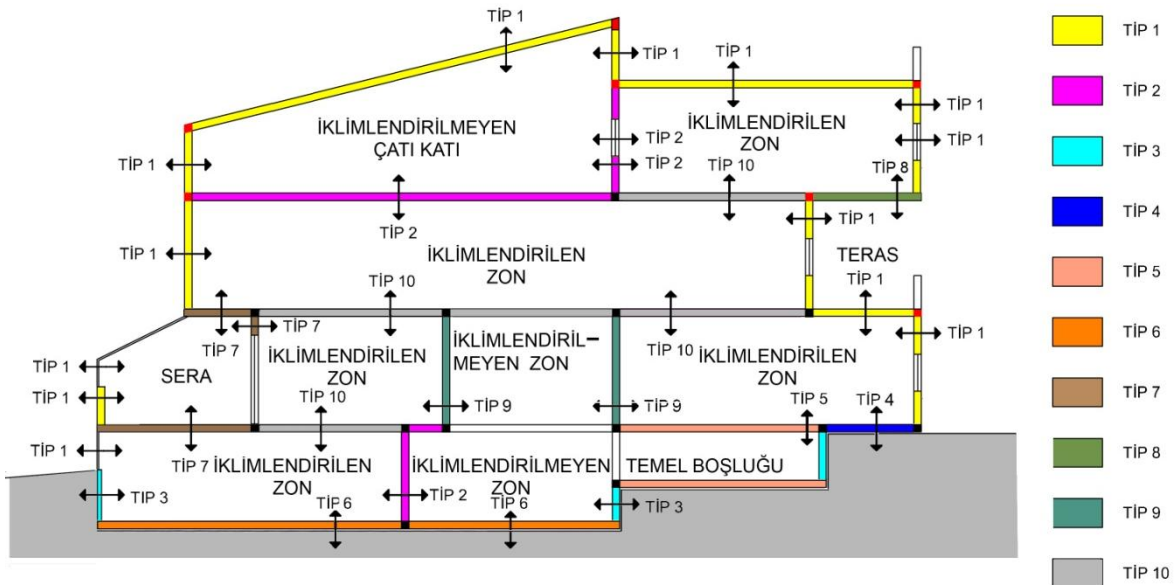
d_1 : 1 numaralı malzemenin kalınlığı, m

λ_1 : 1 numaralı malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri , $W/(m.K)$

$U_{op, std}$: opak bileşen standart ısı geçirenlik katsayısı, W/m^2K

R_{gap} : opak bileşenler arasındaki havanın ısı direnci, m^2K/W

$1 / h_{si}$ ve $1 / h_{se}$ değerleri bileşen tipine göre **Tablo 2.**' den alınır. Tablodaki tüm tipler **Şekil 23.**' te gösterilmiştir.



Şekil 23. Isı Geçiş Hesapları İçin Isıl Şartları Farklı Zonları Ayıran Bileşenlerin Tanımlanması

Tablo 2. Yapı bileşenleri / elemanları için yüzey ısı direnç katsayıları

TİP NO	Yapı bileşen tipi	Yüzey ısı direnci	
		R _{si} (m ² K/W)	R _{se} (m ² K/W)
TIP1	(DIŞ YÜZEY) - DIŞ HAVA TEMASLI İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri.	0,13	0,04
TIP2	(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
TIP3	(DIŞ DUVAR) - TOPRAK TEMASLI İklimlendirilen bir bodrum katın toprak temaslı dış duvarı.	0,13	0
TIP4	(DÖŞEME) - TOPRAK TEMASLI YÜZER DÖŞEME Altında bodrum olmayan, iklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bir zonun zemine oturan yüzer döşemesi.	0,17	0
TIP5	(DÖŞEME) - TOPRAK TEMASLI İKLİMLENDİRİLMİYEN HACİM TEMASLI Toprağa yarı gömülü iklimlendirilen zonun temel boşluğu ile temas eden döşemesi.	0,17	0,17
TIP6	(DÖŞEME) Altında bodrum olmayan iklimlendirilen zonun toprak temaslı tabanı.	0,17	0
TIP7	(İÇ YÜZEY) - SERA İklimlendirilen bir zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir sera (kış bahçesi) ile arasındaki iç yüzeyler.	0,13	0,08
TIP8	(DÖŞEME) - KONSOL İklimlendirilen bir zonun dış hava ile sınırını oluşturan çıkma döşemesi.	0,17	0,04
TIP9	(İÇ YÜZEY) - DIŞA AÇIK OLMAYAN İKLİMLENDİRİLMİYEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zonun dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zon ile temas eden iç yüzeyleri (örn:çekirdeğe bakan duvarlar)	0,13	0,13
TIP10	(DÖŞEME) - İKLİMLENDİRİLEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zon ile başka bir iklimlendirilen zonu ayıran döşemeler.	0,13	0,13

Tablo 2.a Yapı malzemeleri arasındaki hava için ısı direnç katsayıları

Tip	Kalınlık Aralığı (mm)	R _{gap}
Dusey	0.1-10	0.14
Dusey	11_20	0.16
Dusey	21-50	0.18
Dusey	51-100	0.17
Dusey	100-9999	0.16
Yatay	0.1-10	0.14
Yatay	11_20	0.15
Yatay	20-9999	0.16

Ele alınan zonu çevreleyen tüm opak bileşenlerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$H_{tr,op} = \sum A_{op} \cdot U_{op} + \sum L_{op} \cdot \Psi_{op} + \sum x_{op} \quad (31)$$

- $H_{tr,op}$: zonu çevreleyen opak yüzeylerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı , W/K
 A_{op} : opak yüzeyin alanı, m²
 U_{op} : opak bileşenin ısı 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 için ısı köprülerinin hesaplanması

Hesaplama metodunda ısı köprüleri ISO 14683:2007 standardının öngördüğü yöntemle 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 için ısı geçiş katsayıları **Tablo 3'** te ve olası ısı köprüsü tipleri ve kodları **Ek 2.'** de verilmektedir.

Tablo 3. Isı geçiş hesapları için yapı bileşenlerinin oluşturduğu ısı köprülerinin tanımlanması

Isı Köprüleri				
Kod	Ad	Ψ_e (W/m.K)	Ψ_{oi} (W/m.K)	Ψ_o (W/m.K)
C1	Çatı	0.55	0.75	0.75
C2	Çatı	0.5	0.75	0.75
C3	Çatı	0.4	0.75	0.75
C4	Çatı	0.4	0.65	0.65
C5	Çatı	0.6	0.8	0.8
C6	Çatı	0.5	0.7	0.7
C7	Çatı	0.65	0.85	0.85
C8	Çatı	0.45	0.7	0.7
C9	Çatı	-0.05	0.15	0.15
C10	Çatı	0	0.2	0.2
C11	Çatı	0.05	0.25	0.25
C12	Çatı	0.15	0.4	0.4
B1	Balkon	0.95	0.95	1.05
B2	Balkon	0.95	0.95	1.05
B3	Balkon	0.9	0.9	1
B4	Balkon	0.7	0.7	0.8
AK1	Asma Kat	0	0	0.1
AK2	Asma Kat	0.95	1.05	1.05
AK3	Asma Kat	0.9	1	1
AK4	Asma Kat	0.7	0.8	0.8
AK5	Asma Kat	0.6	0.65	0.65
AK6	Asma Kat	0.9	1	1

AK7	Asma Kat	0.7	0.8	0.8
AK8	Asma Kat	0.45	0.6	0.6
TUD1	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.65	0.8	0.8
TUD2	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.6	0.75	0.75
TUD3	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.55	0.7	0.7
TUD4	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.5	0.65	0.65
TUD5	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.6	0.75	0.75
TUD6	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.45	0.6	0.6
TUD7	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	-0.05	0.1	0.1
TUD8	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0.05	0.2	0.2
AGK1	Asma Giriş Kat	0.75	0.95	0.95
AGK2	Asma Giriş Kat	0.65	0.85	0.85
AGK3	Asma Giriş Kat	0.55	0.75	0.75
AGK4	Asma Giriş Kat	0.5	0.7	0.7
AGK5	Asma Giriş Kat	0.6	0.8	0.8
AGK6	Asma Giriş Kat	0.45	0.65	0.65
AGK7	Asma Giriş Kat	-0.1	0.1	0.1
AGK8	Asma Giriş Kat	0	0.2	0.2
KL1	Kolon	1.3	1.3	1.3
KL2	Kolon	1.2	1.2	1.2
KL3	Kolon	1.15	1.15	1.15
KL4	Kolon	0.9	0.9	0.9

8.2.2 Saydam bileşenler

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

- 1) Saydam bileşende kullanılan cam malzemesi tablodan seçilir. Bu tablodan camın ısı geçirgenlik katsayısı (U_{gl}) alınır. Türkiye’ de yaygın olarak kullanılan camların U_{gl} değerleri EK A3’ de verilmiştir. Bu tabloda camın güneş ışınımı geçirgenlik faktörü (g_{gl}) ve camın gün ışığı geçirgenlik faktörü (τ_{gl}) de bulunmaktadır.
- 2) 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 4.**’ te verilmiştir.

Tablo 4. Saydam bileşen çerçevelerinin ısı geçirgenlik katsayısı

Çerçeve tipi	U_F (W/m ² K)
Ahşap	3,4
Polivinil	1,8
Aluminyum	2,6

- 3) Pencere için ısı geçirgenlik (U_{win}) katsayısı **Tablo 5.**’ te cam ve çerçeve özelliklerine bağlı olarak verilmiştir. **Tablo 5.**’ te yer alan U_F değerlerinden en yakın olan seçilir. U_{gl} değerinde lineer enterpolasyon yapılarak pencerenin U_{win} değeri bulunur.

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

$$H_{tr,win} = A_{win} \cdot U_{win} \quad (32)$$

- $H_{tr,win}$: bir zonu çevreleyen tüm saydam bileşenlerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısı, W/K
 A_{win} : bileşenin alanı, m²
 U_{win} : saydam bileşenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/(m²·K)

Not 1 - Camlı balkon kapıları için pencere kabulü yapılmaktadır.

Not 2 - Pencerelerde 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 bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısının yanında gece yalıtımı ile pencere bileşeni arasındaki hava boşluğu ve gece yalıtımı için kullanılan bileşenin ısı geçirgenlik katsayısı hesaba katılır.

Tablo 5. Çerçeve ve Cam Özelliklerine Bağlı Saydam Bileşen Isıl Geçirgenlik Katsayısı (U_{win} , W/m²K)

Cam tipi	U_{gl} (W/m ² K)	U_F (W/m ² K)									U_{win} (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	
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 Pencerelerde 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 bağıntı 32.a ile hesaplanır. .

$$U_{win} = U_{win+shut} = 1 / (1 / U_{win} + d_{shut} / \lambda_{shut} + R_{gap}) \quad (32.a)$$

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

$$H_{tr,win} = A_{win} \cdot U_{win+shut} \quad (32.b)$$

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

A_{win} : bileşenin alanı, m²

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

Tablo 5.1. Hava tabakalarının ısıl geçirgenlik direnci hesap değerleri

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

8.2.3 Kapı bileşenleri

Kapı bileşenleri için ısı geçirgenlik katsayısı **Tablo 6.**' dan seçilir.

Tablo 6. Kapı Bileşenleri İçin Isıl Geçirgenlik Katsayısı

Kapı seçiminde kullanılacak konstrüksiyon tipleri		Isıl geçirgenlik katsayısı U_{do} (W/m ² K)
DIŞ KAPI	Ağaç, plastik	3,50
	Metal (ısı yalıtımlı)	4,00
	Metal (ısı yalıtımsız)	5,50

Tablo 6.' dan seçilen U_{do} değeri aşağıdaki hesapta kullanılır ve kapı bileşeninin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayısına ($H_{tr,do}$) ulaşılır.

$$H_{tr,do} = A_{do} \cdot U_{do} \quad (33)$$

- $H_{tr,do}$: bir zonda yer alan tüm 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

Zeminden ısı geçişinin ifade edilebilmesi için döşemenin alanının, çevresinin yarısına oranı ile tanımlanan "karakteristik ölçü" nün belirlenmesi gerekir.

$$B' = A / 0,5 P \quad (34)$$

- 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 zonu 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 zonun 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 - P ve A hesaplanırken kullanılan uzunluklar dıştan dışa alınmıştır.

8.2.5 İklimlendirilen zonda yapı bileşenlerinin eşdeğer kalınlıklarının belirlenmesi

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

$$d_f = W_{op} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad (35)$$

- 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 dahil tüm katmanlar) ısı direnç katsayısı, m².K/W
 R_{si} : döşeme için iç yüzey ısı direnç katsayısı, m².K/W
 R_{se} : döşeme için dış yüzey ısı direnç katsayısı, m².K/W

Not 1 - Döşeme tablası altındaki sıkıştırılmış toprak, çakıl R_f değerine dahil 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 (36) ile hesaplanır.

$$d_w = \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{bw} + R_{se}) \quad (36)$$

- 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 ısı 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 (37)' de verilen, temelin eşdeğer kalınlığı hesaplanır.

$$d_g = W_{op} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_g + R_{se}) \quad (37)$$

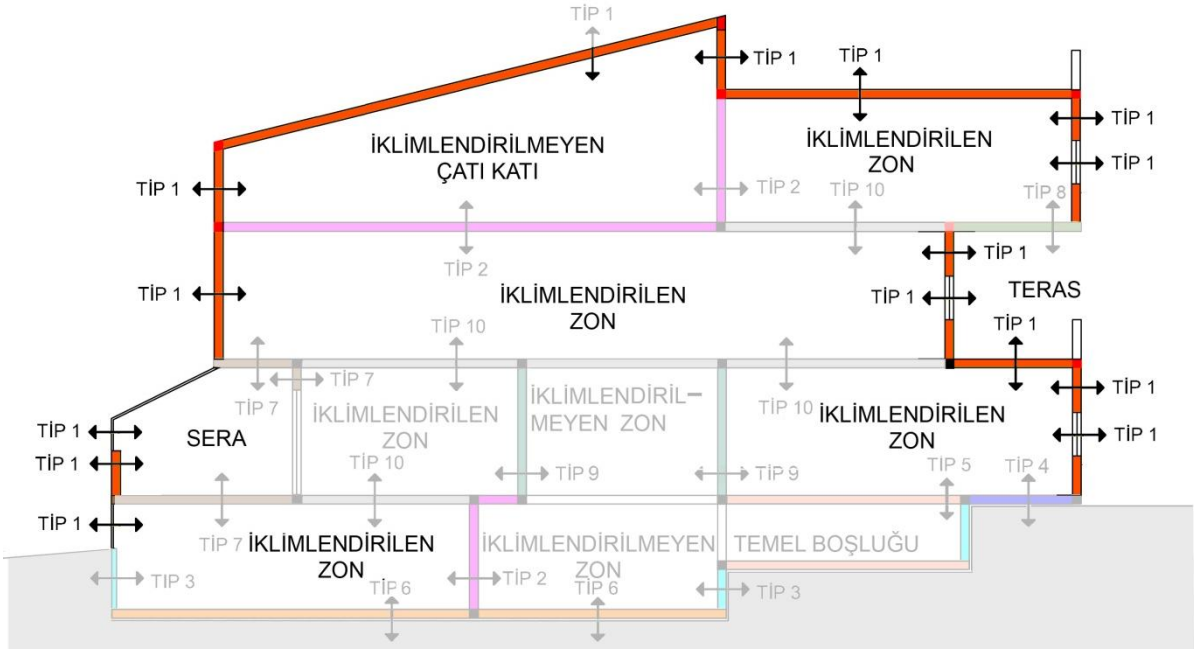
- d_g : bodrum kat, temel toplam eşdeğer kalınlık, m
 R_g : bodrum kat temelinin ısı direnci, m².K/W
 W_{op} : duvar toplam kalınlığı (tüm katmanları içeren), m

8.3 Farklı ısıl şartları olan bileşenlerin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayıları

Bu bölümde Şekil 23.' de tanımlanan yapı bileşenlerinin iletim ve taşınım ısı geçiş katsayılarının belirlenme yöntemi anlatılmaktadır.

8.3.1 İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri

İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak bileşenleri (TİP1) Şekil 24.' te gösterilir ve bölüm 8.2.1.' deki bağıntı (30) – (31), bölüm 8.2.2.' deki bağıntı (32), bölüm 8.2.3.' deki bağıntı (33) ile hesaplanır.



Şekil 24. Tip 1- İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri

8.3.3 İklimlendirilen bir bodrum katının toprak temaslı dış duvarları

Bodrum katlar için sunulan bu işlem, ele alınan zonun toprağın altında olması durumunda (TİP 3) kullanılır ve Şekil 26.'da gösterilir.

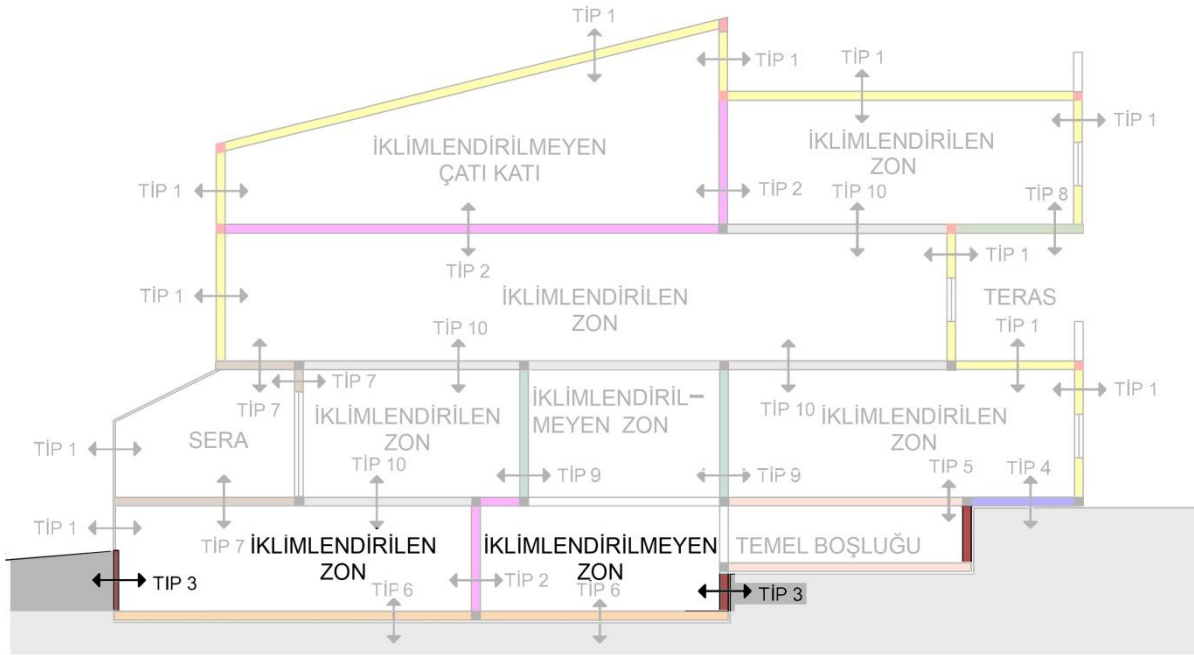
$$d_w > d_f$$

$$U_{bw} = 2 \lambda / (\pi z) (1 + 0,5 d_f / (d_f + z)) \ln (z / d_f + 1) \quad (42)$$

$$d_w < d_f$$

$$U_{bw} = 2 \lambda / (\pi z) (1 + 0,5 d_w / (d_w + z)) \ln (z / d_w + 1) \quad (43)$$

- 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 26. Tip 3 - İklimlendirilen Bir Bodrum Katının Toprak Temaslı Dış Duvarları

8.3.5 İklimlendirilen zonun toprak temaslı iklimlendirilmeyen hacim ile ara döşemesi

Bu yöntem, iklimlendirilen bir zonun iklimlendirilmeyen toprak temaslı bir zon ile bitişik yüzeyleri için (TİP 5) kullanılır. Altında bir temel boşluğu bulunan iklimlendirilen zonun döşemesi de yine "TİP 5" olarak hesaba katılmaktadır.

$$U_x = (2h \cdot U_{w,op} / B') \quad (46)$$

- U_x : döşeme altı boşluğu ile dış ortam arasındaki eşdeğer ısı geçirgenlik, $W/(m^2.K)$
 h : döşeme üst noktasının toprak seviyesinden yüksekliği (subasman yük.), m
 (**Şekil 28.a.**'da belirtilmiştir.)
 $U_{w,op}$: toprak seviyesi üstündeki duvarların ısı geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2.K)$
 B' : döşemenin karakteristik ölçüsü, m

$$U_g = (2 \lambda_g / (\pi B' + d_g)) \ln (\pi B' / d_g + 1) \quad (47)$$

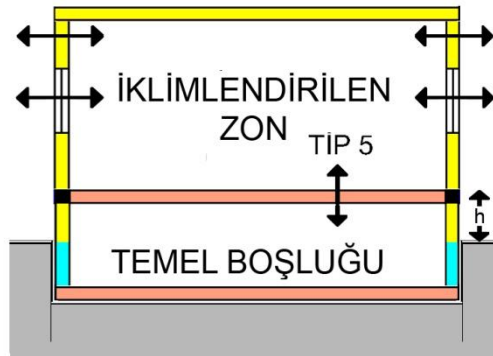
- U_g : temelden toprağa ısı geçişi için ısı geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2.K)$
 λ_g : donmamış toprak ısı iletkenlik değeri, $W/(m.K)$
 d_g : bodrum kat, temel toplam eşdeğer kalınlık, m

Döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

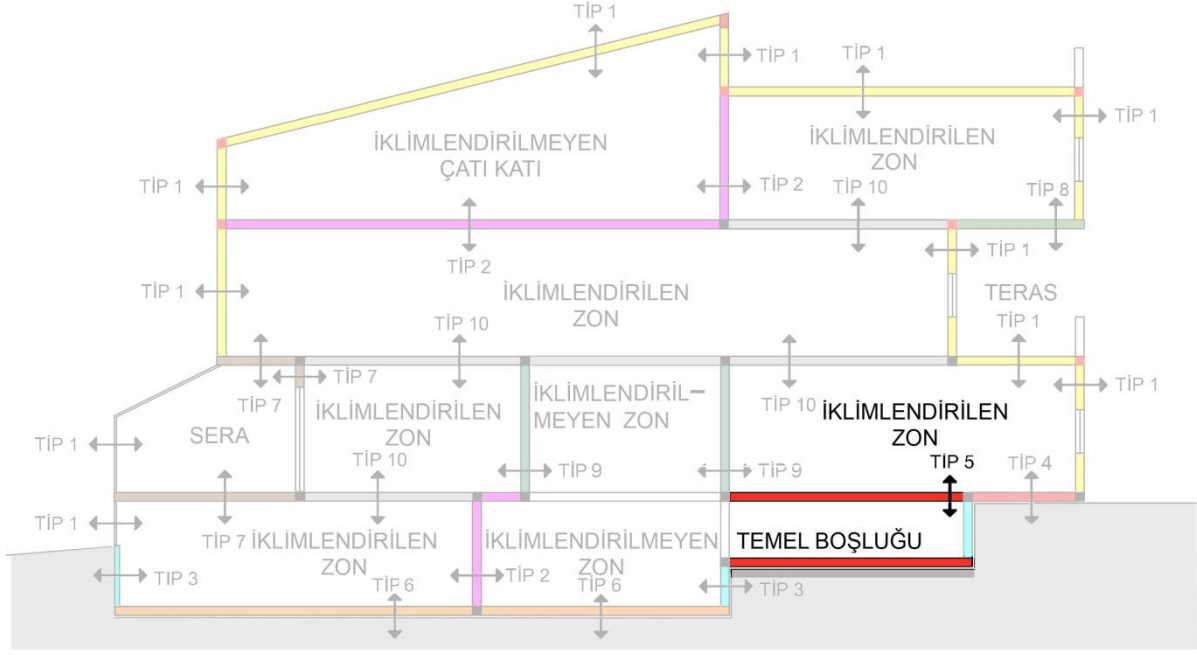
$$1 / U_{fo} = (1 / U_f + 1 / (U_g + U_x)) \quad (48)$$

- U_{fo} : iç ortam ile toprak arasındaki tüm yüzeylerin ısı geçirgenliklerinin toplamını temsil eden ısı geçirgenlik katsayısı $W/(m^2.K)$
 U_f : iç ortam ile temel boşluğu arasında kalan döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2.K)$

Not - U_f hesaplanırken bu değere tüm ısı köprüleri dahil edilmiş olması gerekir.



Şekil 28.a. Tip 5 - İklimlendirilen Zonun Temel Boşluğu Temaslı Döşemesi



Şekil 28.b. Tip 5 - İklimlendirilen Zonun Temel Boşluğu Temaslı Döşemesi

8.3.6 İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bodrum katın toprak temaslı döşemesi

Bu yöntem, döşemesi toprağa oturan iklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bodrum katın (TİP 6) hesapları için kullanılır ve **Şekil 29.**' da gösterilir. Döşemede U_{bf} ' nin belirlenmesinde, bodrum kat döşemesinin karakteristik ölçüsünün B' ve tüm yalıtım katmanlarını içeren döşeme eşdeğer kalınlığının d_f hesaplanması gerekmektedir.

$$(d_f + 0,5z) < B'$$

ise yalıtımsız veya orta derecede yalıtımlı bodrum kat döşemesidir ve döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı bağıntı (49) ile hesaplanır.

$$U_{bf} = (2\lambda_g / (\pi B' + d_f)) \ln (\pi B' / (d_f + 0,5z) + 1) \quad (49)$$

$$(d_f + 0,5z) > B'$$

ise iyi yalıtılmış bodrum kat döşemesidir ve döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı bağıntı (50) ile hesaplanır.

$$U_{bf} = \lambda_g / (0,457 B' + d_f + 0,5z) \quad (50)$$

U_{bf} : bodrum kat toprak temaslı döşemesinin ısıl geçirgenlik katsayısı, $W/(m^2 \cdot K)$

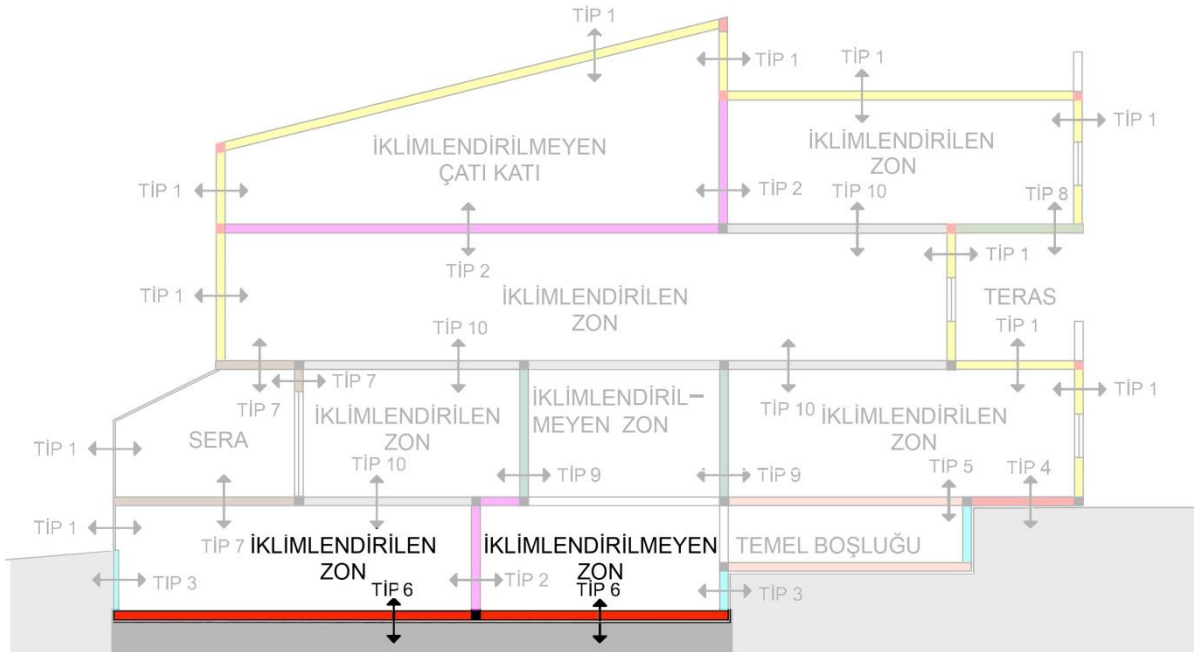
λ_g : donmamış toprak ısıl iletkenlik değeri, $W/(m \cdot K)$

d_f : döşeme toplam eşdeğer kalınlık, m

z : bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği, m

π : 3,14

B' : döşemenin karakteristik ölçüsü,



Şekil 29. Tip 6 - İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Bodrum Katın Toprak Temaslı Döşemesi

8.3.7 İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir seraya (kış bahçesine) bakan yüzeyleri

İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir sera (kış bahçesi) ile arasındaki duvarlar (TİP 7) **Şekil 30.**' da gösterilir ve ısı geçiş katsayısı **8.3.2.**'deki yöntem ile hesaplanır. Ele alınan zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir sera/kışbahçesi ile arasındaki bileşenler için b_{tr} düzeltme faktörü kullanılır. Düzeltme faktörü iklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki bileşenin ısı geçiş katsayısının iklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki ısı geçiş katsayısına oranına eşittir ve bağıntı **(52) – (54)** ile hesaplanır.

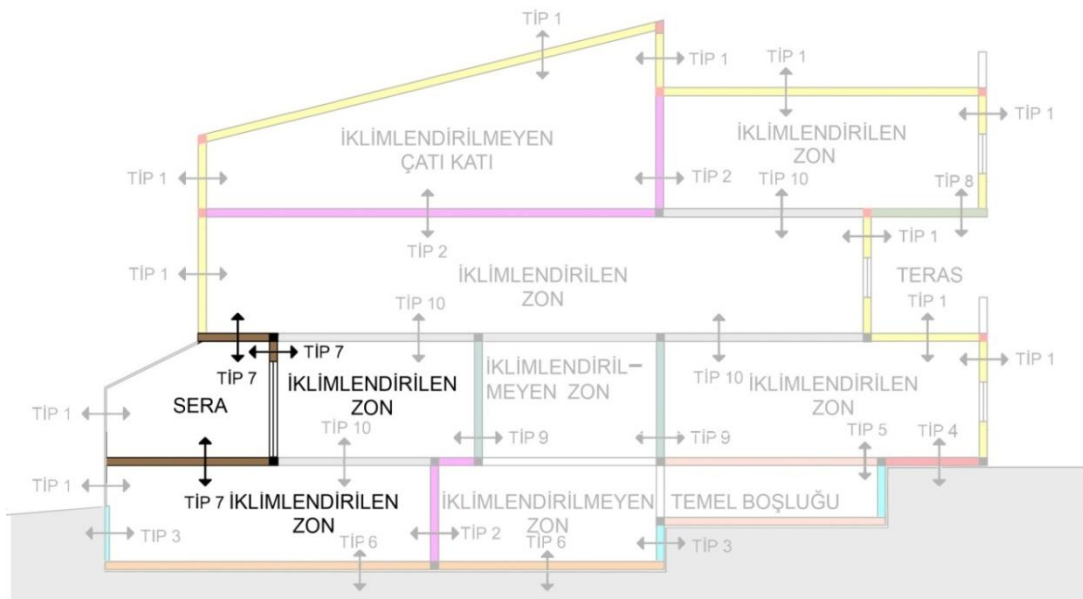
$$H_{tr} = b_{tr} \left(\sum H_{tr,op} + \sum H_{tr,win} + \sum H_{tr,do} \right) \quad (51)$$

$$H_{iu} = H_{T,iu} + H_{V,iu} \quad (52)$$

$$H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue} \quad (53)$$

$$b_{tr} = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}) \quad (54)$$

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



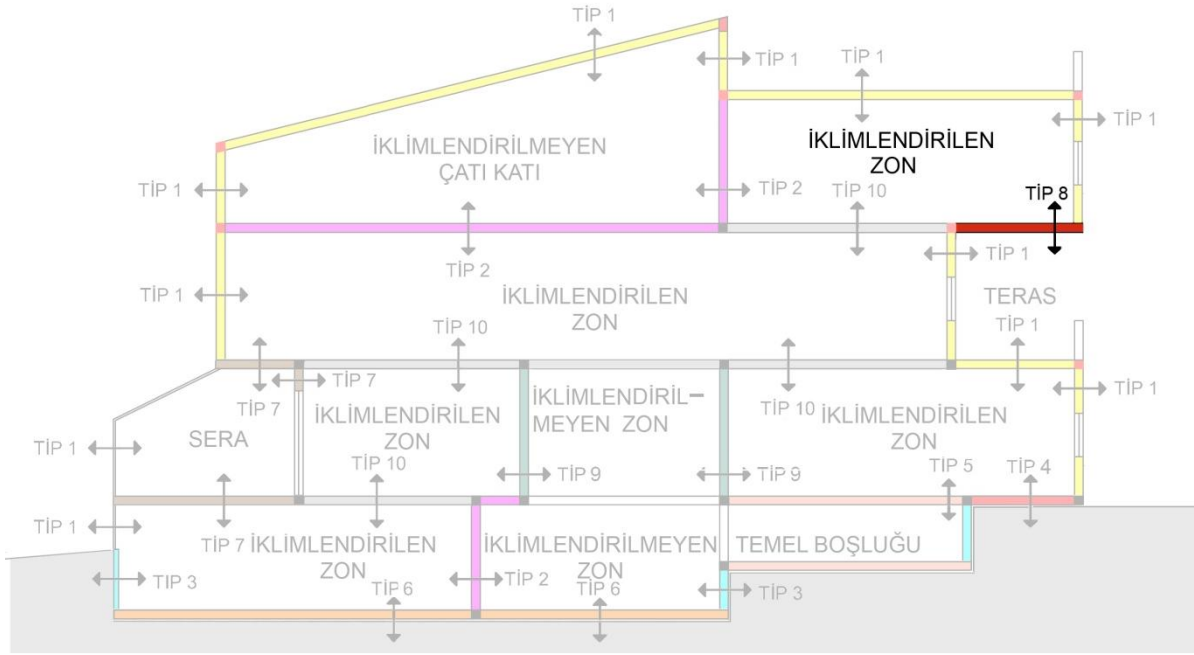
Şekil 30. Tip 7 - İklimlendirilen Zonun Dışa Açık İklimlendirilmeyen Bir Seraya Bakan Duvarları

8.3.8 İklimlendirilen zonun dış hava temaslı konsol döşemesi

İklimlendirilen zonun dış hava ile sınırını oluşturan çıkma döşemesidir (TİP 8) ve **Şekil 31.**' de gösterilir. İletim ve taşınım ile ısı geçişi hesaplarında konsol döşeme elemanının $U_{op,stand}$ ısıl geçirgenlik katsayısı hesaplanırken $1/h_{si}$ ve $1/h_{se}$ değerleri **Tablo 2.**' den alınır. Yapı bileşeni doğrudan dış ortamla ilişkili olduğu için temel olarak (TİP 1) gibi hesaplanır.

$$U_{op,stand} = 1 / (1 / h_{si} + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + \dots + 1 / h_{se}) \quad (55)$$

$$H_{tr,op} = \sum A_{op} \cdot U_{op} + \sum Ll_{op} \cdot \Psi_{op} + \sum x_{op} \quad (56)$$



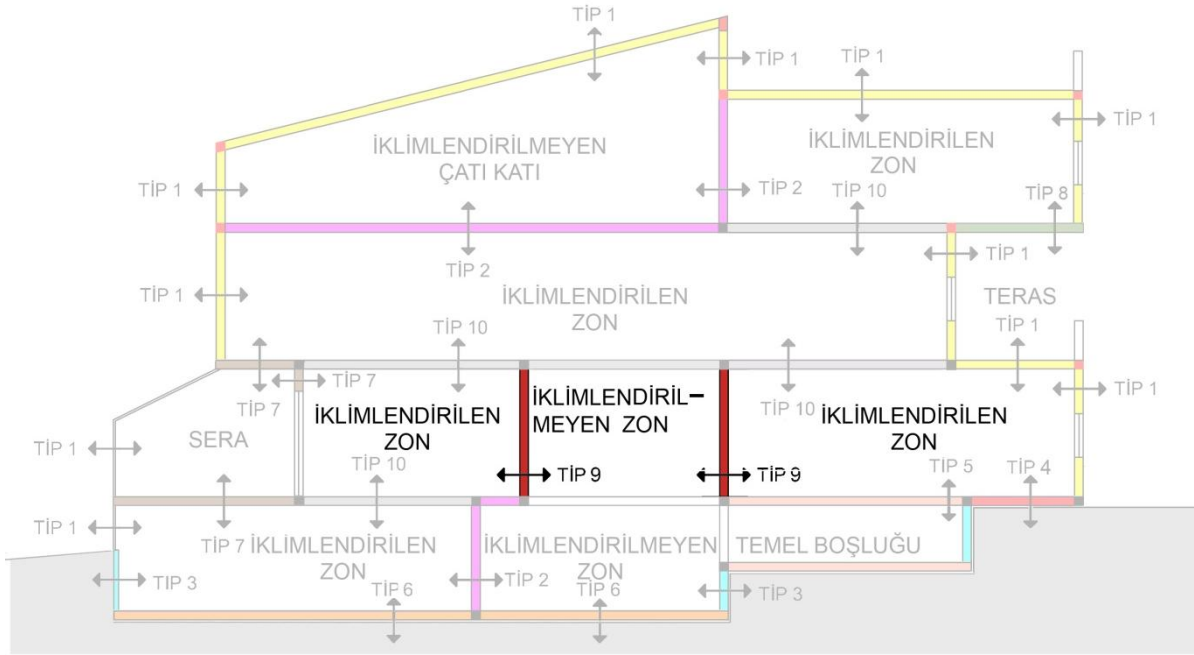
Şekil 31. Tip 8 - İklimlendirilen Zonun Dış Hava Temaslı Konsol Döşemesi

8.3.9 İklimlendirilen zonun, dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan bileşenleri

İklimlendirilen zonun dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan duvarları (örn: çekirdeğe bakan iç duvarlar) (TİP 9) **Şekil 32.**' de 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.

$$U_{op,stand} = 1 / (1 / h_{si} + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + \dots + 1 / h_{se}) \quad (57)$$

$$H_{tr} = 0,5 (\sum H_{tr,op} + \sum H_{tr,win} + \sum H_{tr,do}) \quad (58)$$

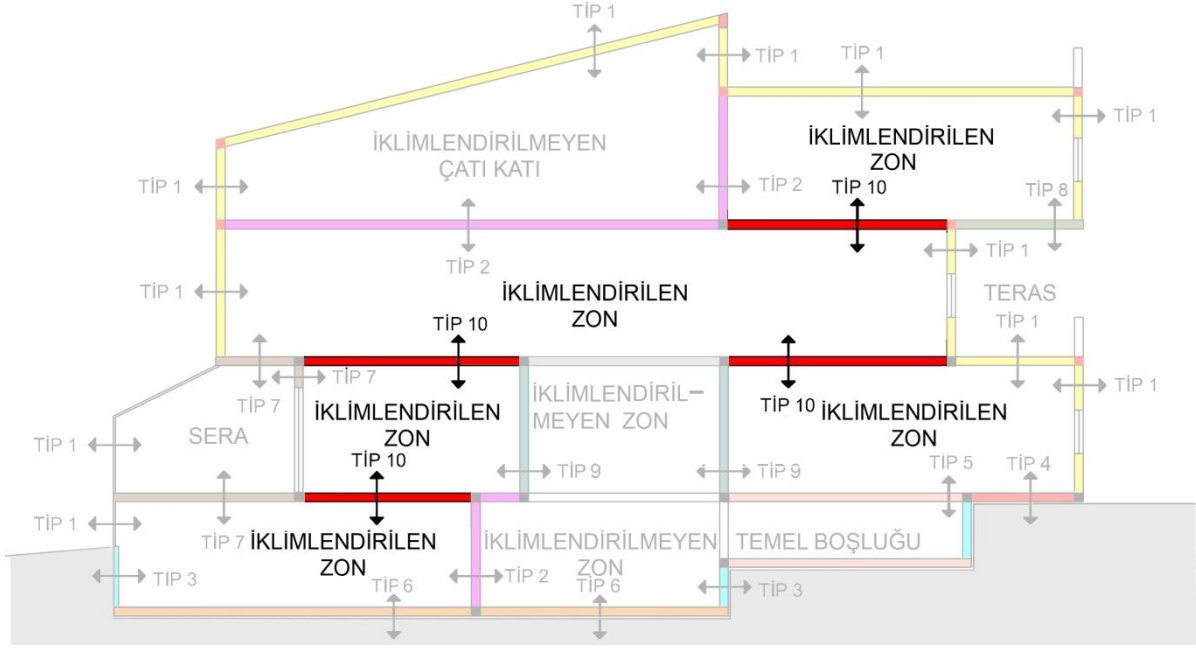


Şekil 32. Tip 9 - İklimlendirilen Zonun, Dışa Açık Olmayan İklimlendirilmeyen Zona Bakan Duvarları

Not - Programda kullanıcıya tanımlattırılan ısı geçiş tiplerindeki Tip 11, Tip 9 ile aynı olup birlikte projelendirilmiş bitişik binalar arasındaki elemanın tanımlanmasını kolaylaştırmak için ilave edilmiştir.

8.3.10 İklimlendirilen zonun iklimlendirilen başka bir zon ile ilişkili bileşenleri

İklimlendirilen zonu iklimlendirilen diğer zon ile ayıran opak bileşenler (TİP 10) Şekil 33.' te 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 öngörülerek, iklimlendirilen zonlar arasında ısı geçişi hesaba katılmamaktadır.



Şekil 33. Tip 10 - İklimlendirilen Zonun İklimlendirilen Başka Bir Zon İle İlişkili Opak Bileşenleri

9 Havalandırma ile Isı Geçişi

9.1 Minimum Havalandırma İhtiyacı

Binalarda hijyen ve konfor koşullarının sağlanabilmesi için gerekli olan minimum havalandırma ihtiyacı ($q_{ve,min}$), (m^3/h) vardır. Bu ihtiyaç binanın tipi ve kullanım amacına göre değişiklik gösterir. Aşağıda bina tiplerine göre tipik veriler bulunmaktadır. (EN 13789)

9.1.1 Müstakil konutlar ve Daireler

$$q_{ve,min} = 0.3 \cdot v \quad (59)$$

$q_{ve,min}$: Minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h

v : Havalandırılan zonun hacmi, m^3

9.1.2 Ofisler

$$q_{ve,min} = ((N_p \cdot q_p) + (A \cdot q_m)) \quad (60)$$

$q_{ve,min}$: Minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h

N_p : Kişi sayısı

q_p : Kişi başına gerekli taze hava miktarı, $m^3 / kişi.h$

A : Zonun/mekanın alanı m^2

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

9.1.3 Diğer Bina Tipolojileri

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

$$q_{ve,min,i} = ((N_p \cdot q_p) + (A \cdot q_m)) \quad (61)$$

$q_{ve,min,i}$: bir zondaki i fonksiyonel mekanı için minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h

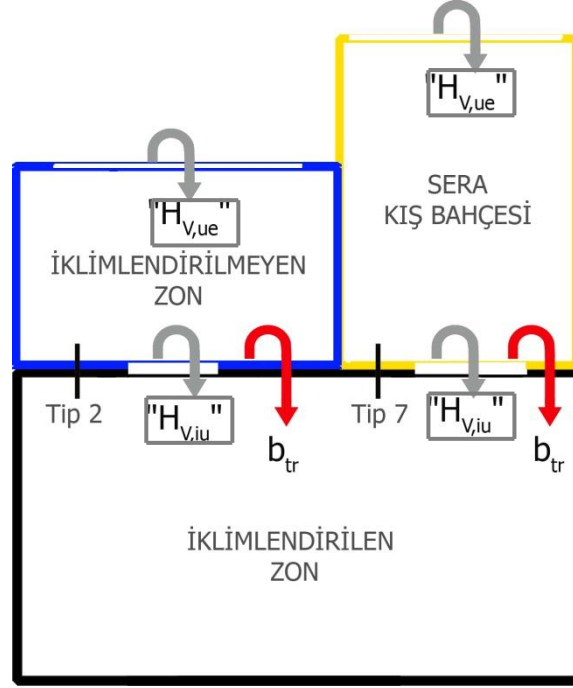
Bir zon içindeki tüm fonksiyonel mekanın minimum hava hacimsel debisi toplamı;

$$q_{ve,min,tot} = \sum (q_{ve,min,i}) \quad (61.a)$$

$q_{ve,min,tot}$: bir zondaki tüm fonksiyonel mekanların toplam minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h

9.2 Özel Durumlar için Hesaplama

9.2.1 İklimlendirilen Zon ile Bitişik İklimlendirilmeyen Zon Arasındaki Havalandırma ile Isı Geçiş Katsayısı



Şekil.33.a. Tip 2 ve Tip 7 elemanlara sahip iklimlendirilen ve iklimlendirilmeyen zon için havalandırma ısı geçiş katsayıları ile sıcaklık düzeltme katsayıları

Bir zonda Tip2 veya Tip7 eleman var ise hesabı yapılan iklimlendirilen zona bitişik bir iklimlendirilmeyen zon veya sera (kiş bahçesi) vardır. Bu durumda, iklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hava değişim sayısı (n_{ue}) aşağıdaki gibi hesaplanır. 50 Pa basınçtaki hava değişim oranının (n_{50}) belirlenmesi için **Tablo 7.**' den yararlanılır.

Tip 7 ve Tip 2 elemanlar için sıcaklık düzeltme faktörü b_{tr} için **8.3.2'** ye ve **8.3.7'** ye bakınız.

$$n_{ue} = n_{50} / 20 \quad (62)$$

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

Tablo 7. Bağımsız kaçak karakteri elemanları için düzeltme faktörleri ve farklı konstrüksiyon tipleri için temel sızdırma değerleri (50 Pa basınçta) ve eklenecek değerler (EN 13465)

Konstrüksiyon Tipine Bağlı Hava Sızdırma Değeri	Konstrüksiyon Tipi						
	Temel Hava Sızdırma Değeri	Kompleks (Dikdörtgen Olmayan Kat Planı)	Sızdırmaz Bant Olmayan Pencere ve Kapılar	Sızdırmaz Bant Olan Pencere ve Kapılar	Bitişik Bina	Sıva Yapılmış Duvar	Toplam n_{50}
Ahşap Konstrüksiyonlu Yalıtılmış Alçak Bina n_{50} [h^{-1}]	3	1		1	-1	-0,5	0
Tuğla veya Blok Alçak Bina n_{50} [h^{-1}]	8	1		1	-1	0	-1
Beton veya Perde Duvar Yüksek Bina n_{50} [h^{-1}]	3	1		1	-1	0	-1

9.2.1.1 İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hacimsel hava debisi ($q_{v,ue}$)

$$q_{v,ue} = V \cdot n_{ue} \quad (63)$$

n_{ue} : İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hava değişim sayısı, 1 / h
 V_u : İklimlendirilmeyen zonu hacmi, m³

9.2.1.2 İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki havalandırma ısı geçiş katsayısı ($H_{v,ue}$)

$$H_{V,ue} = \rho \cdot c \cdot q_{v,ue} \quad (64)$$

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

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

$q_{v,ue}$: İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hacimsel hava debisi, m³ / h

İklimlendirilen zona bitişik her iklimlendirilmeyen zon için yapılan bu hesaplama, zonu o iklimlendirilmeyen zona bakan tüm yüzeyleri için bir kez hesap yapılır;

9.2.1.3 İklimlendirilen zonla iklimlendirilmeyen zon arasında kapı ve/veya pencere varsa;

İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava değişim sayısı (n_{iu}) değeri iklimlendirilmeyen zonu özelliğine göre **Tablo 8.**' den alınır.

Tablo 8. İklimlendirilmeyen Zon ile İklimlendirilen Zon arasındaki Hava Değişim Sayısı

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

$$q_{ve,iu} = V \cdot n_{iu} \quad (65)$$

$q_{ve,iu}$: iklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava hacimsel debisi, m³ / h

V : zonu hacmi

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

$$H_{V,iu,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{ve,iu} \quad (66)$$

$H_{V,iu,i}$: İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki i elemanından havalandırma ısı geçiş katsayısı, W / K

$\rho_a \cdot c_a$: havanın ısı kapasitesi, W h / m³ K

$$q_{ve,infu} = q_{ve,iu}$$

$b_{ve,infu}$	: iklimlendirilmeyen zondan havalandırma için düzeltme katsayısı
$q_{ve,infu}$	: iklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava hacimsel debisi, m^3 / h
$q_{ve,iu}$	: iklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava hacimsel debisi, m^3 / h

9.2.1.4 İklimlendirilen zonla iklimlendirilmeyen 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 ($q_{ve,iu}$) aşağıdaki gibi kabul edilir:

$$q_{ve,iu} = 0 \quad (67)$$

$$H_{V,iu} = 0 \quad (68)$$

9.3 Doğal Havalandırma ve Sızıntı (İnfiltrasyon)

Tasarım hacimsel hava debisi ($q_{ve,d}$) hesaplanırken, daha önce **Tablo 7.**' den elde edilen binanın hava sızdırma değerine (n_{50}) göre **Tablo 9.**' dan hava sızdırmazlık seviyesi belirlenir. Belirlenen hava sızdırmazlık seviyesi ile binanın korunma durumuna göre hava değişim oranı (n), bina tipolojisine bağlı olarak **Tablo 10.** veya **Tablo 11.** den alınacaktır. (EN 13789)

Doğal havalandırma için hacimsel hava debisi, minimum havalandırma ihtiyacı hacimsel hava debisi ($q_{ve,min}$) ile tasarım hacimsel hava debisinden ($q_{ve,d}$) büyük olanı alınır.

$$q_{ve,d} = V \cdot n \quad (69)$$

$q_{ve,d}$	: dizayn hava hacimsel debisi, m^3 / h
n	: zondaki hava değişim sayısı, $1 / h$
V	: zonun hacmi, m^3

$$q_{ve,info} = \max [q_{ve,min} ; q_{ve,d}] \quad (69.a)$$

$q_{ve,info}$	: doğal havalandırma hacimsel hava debisi, m^3 / h
$q_{ve,min}$	: Minimum hava hacimsel debisi, m^3 / h
$q_{ve,d}$	: dizayn hava hacimsel debisi, m^3 / h

Tablo 9. Hava Sızdırmazlık Seviyeleri

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

Tablo 10. Ofisler ve Diğer Bina Tipolojilerinde Doğal Havalandırma Hava Değişim Sayısı (n), (1/h)

Binanın Korunma Durumu	Birden Fazla Yüzey			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 11. Müstakil Konutlar ve Apartmanlarda 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

gelen hacimsel hava debisi ($q_{ve,i}$) ile rüzgar ve baca etkileri nedeniyle oluşan sızıntı (infiltrasyon) hacimsel hava debisinin ($q_{ve,x}$) toplamıdır :

$$H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_{k=1}^n (b_{ve,infe} \cdot q_{ve,infe}) + (b_{ve,infu} \cdot q_{ve,infu}) + (b_{ve,infss} \cdot q_{ve,infss}) \quad (70)$$

- H_{ve} : havalandırma ısı geçiş katsayısı, W / K
 $\rho_a \cdot c_a$: havanın ısı kapasitesi, W h / m³·K
 $b_{ve,infe}$: doğal havalandırma için düzeltme katsayısı
 $q_{ve,infe}$: doğal havalandırma hava hacimsel debisi, m³ / h
 $b_{ve,infu}$: iklimlendirilmeyen zondan havalandırma için düzeltme katsayısı
 $q_{ve,infu}$: iklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava hacimsel debisi, m³ / h
 $b_{ve,infss}$: sera ile iklimlendirilen zon arasındaki havalandırma için düzeltme katsayısı
 $q_{ve,infss}$: sera ile iklimlendirilen zon arasındaki hava hacimsel debisi, m³ / h

10 İç Kazançlar

10.1 Hesaplama yöntemi

İç kazançlar, negatif kazançlar dahil olmak üzere (iç ortamdan soğuk kaynaklara yayılan ısı), 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,
- 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 Madde 10.2.' de açıklanmıştır.

10.2 İnsanlardan ve cihazlardan iç kazanların hesaplanması

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

10.2.1 Müstakil konutlar ve apartman daireleri

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.

$$A_f = A_{f,D} + A_{f,M} \quad (71)$$

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

$$\Phi_{int,sen,M} = A_{f,M} \cdot \Phi_{int,sen,M,unit} \quad (72)$$

$\Phi_{int,sen,M}$: mutfak ve salon için toplam duyulur ısı kazancı, W

$\Phi_{int,sen,M,unit}$: mutfak ve salon için birim alandan (m^2) duyulur ısı kazanç miktarı, W/m^2

$$\Phi_{int,sen,D} = A_{f,D} \cdot \Phi_{int,sen,D,unit} \quad (73)$$

$\Phi_{int,sen,D}$: mutfak ve salon dışındaki mekanlar için toplam duyulur ısı kazancı, W

$\Phi_{int,sen,D,unit}$: mutfak ve salon dışındaki mekanlar için birim alandan (m^2) duyulur ısı kazanç miktarı, W/m^2

$$\Phi_{int,sen} = \Phi_{int,sen,D} + \Phi_{int,sen,M} \quad (74)$$

$\Phi_{int,sen}$: toplam duyulur ısı kazancı, W

Toplam iç kazançlara insanlardan gizli ısı kazançları aşağıdaki bağıntı ile eklenir.

$$\Phi_{int,Oc,lat} = N_p \cdot \Phi_{int,Oc,lat,unit} \quad (75)$$

$\Phi_{int,Oc,lat}$: insanlardan toplam gizli ısı kazancı, W

N_p : toplam kişi sayısı

$\Phi_{int,Oc,lat,unit}$: bir kişiden gizli ısı kazancı, W/kişi (Bu değer **Tablo 15.**' dan alınır).

Toplam iç kazançlara cihazlardan gizli ısı kazançları 2001 ASHRAE Handbook'ta ifade edilen yöntem ile hesaba katılmaktadır. Bu yöntemde cihazlardan olan iç kazançlar, buhar üretebilecek cihazların olduğu mutfak alanları gibi hacimler için hesaba katılmaktadır. Bu hacimlerden cihazlardan birim alan başına kazanılan gizli ısı kazancı LF=1/SHF oranı (SHF=0,77) kullanılarak bağıntı (76) ve (78) ile cihazlardan gizli ısı kazancına dönüştürülür ve bağıntı (80) ile zondaki cihazlardan toplam gizli ısı kazancı hesaplanır.

$$\Phi_{int,App,lat,M,unit} = (\Phi_{int,App,sen,M,unit} / 0,77) - \Phi_{int,App,sen,M,unit} \quad (76)$$

$$\Phi_{int,App,lat,M} = A_{f,M} \cdot \Phi_{int,App,lat,M,unit} \quad (77)$$

$\Phi_{int,App,sen,M,unit}$: mutfak ve salon için, birim alan başına (m^2) cihazlardan duyulur ısı kazancı, W/m^2 ($\Phi_{int,App,sen,M,unit}$, **Tablo 13**'ten alınır.)

$\Phi_{int,App,lat,M,unit}$: mutfak ve salon için, birim alan başına (m^2) cihazlardan gizli ısı kazancı, W/m^2

$\Phi_{int,App,lat,M}$: mutfak ve salon için, cihazlardan toplam gizli ısı kazancı, W/m^2

$$\Phi_{int,App,lat,D,unit} = (\Phi_{int,App,sen,D,unit} / 0,77) - \Phi_{int,App,sen,D,unit} \quad (78)$$

$$\Phi_{int,App,lat,D} = A_{f,D} \cdot \Phi_{int,App,lat,D,unit} \quad (79)$$

$\Phi_{int,App,sen,D,unit}$: mutfak ve salon dışındaki hacimler için, birim alan başına (m^2) cihazlardan duyulur ısı kazancı, W/m^2 ($\Phi_{int,App,sen,D,unit}$, **Tablo 13.**' ten alınır.)

$\Phi_{int,App,lat,D,unit}$: mutfak ve salon dışındaki hacimler için, birim alan başına (m^2) cihazlardan gizli ısı kazancı, W/m^2

$\Phi_{int,App,lat,M}$: mutfak ve salon dışındaki hacimler için, cihazlardan toplam gizli ısı kazancı, W/m^2

$$\Phi_{int,App,lat} = \Phi_{int,App,lat,M} + \Phi_{int,App,lat,D} \quad (80)$$

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

$$\Phi_{int,W} = 25 + (15 \cdot N_p) \quad (81)$$

$\Phi_{int,W}$: 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 13.**' te verilmiştir. (**Tablo 13**, EN ISO 13790'da verilmiş olan varsayılan değerler uyarlanarak oluşturulmuştur.)

Tablo 13. Konut ve apartman dairelerinde duyulur ısı kazançları saatlik zaman çizelgesi

Saat	Konutlar			
	Mutfak + Salon		Diğer alanlar	
	$\Phi_{int, sen, M, unit}$ W/m ² ($\Phi_{int, App, sen, M, unit}$ + $\Phi_{int, Oc, sen, M, unit}$)	$\Phi_{int, App, sen, M, unit}$ W/m ²	$\Phi_{int, sen, D, unit}$ W/m ² ($\Phi_{int, App, sen, D, unit}$ + $\Phi_{int, Oc, sen, D, unit}$)	$\Phi_{int, App, sen, D, unit}$ 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 14.**' te verilmiştir.

Tablo 14. Konutlarda ve ofislerde insanlardan metabolik ısı kazançları için duyulur ve gizli ısı değerleri

Etkinlik Derecesi	$\Phi_{int, Oc, sen, unit}$ (W/kişi)	$\Phi_{int, Oc, lat, unit}$ (W/kişi)
Oturma, çalışma	75	55

10.2.2 Ofisler için;

Ofisin çalışma saatlerinde iç yükler aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır. Bina ve hacim fonksiyonlarına bağlı zaman çizelgeleri **Ek 1**' de verilmiştir.

$$\Phi_{int, Oc, sen} = N_p \cdot \Phi_{int, Oc, sen, unit} \quad (82)$$

$\Phi_{int, Oc, sen, unit}$: bir insandan kazanılan duyulur ısı miktarı, W/kişi
 N_p : kişi sayısı

$$\Phi_{int, Oc, lat} = N_p \cdot \Phi_{int, Oc, lat, unit} \quad (83)$$

$\Phi_{int, Oc, lat, unit}$: bir insandan kazanılan gizli ısı miktarı, W/kişi

$$\Phi_{int, Oc} = \Phi_{int, Oc, sen} + \Phi_{int, Oc, lat} \quad (84)$$

$\Phi_{int, Oc, sen}$: insanlardan kazanılan toplam duyulur ısı kazancı, W
 $\Phi_{int, Oc, lat}$: insanlardan kazanılan toplam gizli ısı kazancı, W

Ofis yoğunlukları, **Tablo 15.** üzerinden kişi başına düşen m² ler aracılığı ile tanımlanacaktır.

Tablo 15. Ofis yoğunluklarının tanımı

İnsan yoğunluğu	İnsan başına düşen alan (m ²)			
	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 16.**'den gelir.

Ofis cihazlarından kazanılan duyulur ısı miktarı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Ofislerde gizli ısı yayan cihaz vb. durumlar (buhar göz ardı edilmekte, bu nedenle cihazlardan gizli kazançlar hesaba katılmamaktadır).

$$\Phi_{\text{int,App}} = A_f \cdot \Phi_{\text{int,App,unit}} \quad (85)$$

- $\Phi_{\text{int,App,unit}}$: cihazlardan m² başına kazanılan birim ısı, W/m²
 A_f : toplam zon döşeme alanı, m²
 $\Phi_{\text{int,App}}$: cihazlardan toplam iç kazanç değeri, W

Tablo 16. Ofislerde cihazlardan ısı kazançları

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

10.2.3 Rezidanslar ve diğer bina tipolojileri

Bu bina tipolojilerinde her kat bir zon olarak alınır ve kat içerisindeki mekanların alanları (m²) ve fonksiyonları üzerinden alanla ağırlıklı ortalama toplam iç kazanç belirlenir.

$$\Phi_{\text{int,Oc,sen}} = \sum_{i=1}^n (A_{f,i} \cdot \Phi_{\text{int,Oc,sen},i}) \quad (86)$$

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

- $A_{f,i}$: *i* hacminin alanı, m²

- $\Phi_{\text{int,Oc,sen}}$: kat içerisindeki tüm mekanlarda insanlardan toplam duyulur ısı kazanç değeri, W

$$\Phi_{\text{int,Oc,lat}} = \sum_{i=1}^n (A_{f,i} \cdot \Phi_{\text{int,Oc,lat},i}) \quad (87)$$

- $\Phi_{\text{int,Oc,lat},i}$: *i* hacminde m² başına insanlardan gizli ısı kazanç değeri, W/m²

- $A_{f,i}$: *i* hacminin alanı, m²

- $\Phi_{\text{int,Oc,lat}}$: kat içerisindeki tüm hacimlerden, insanlardan toplam gizli ısı kazanç değeri, W

İnsanlardan toplam ısı kazancı **(88)** bağıntısı ile hesaplanır.

$$\Phi_{\text{int,Oc}} = \Phi_{\text{int,Oc,sen}} + \Phi_{\text{int,Oc,lat}} \quad (88)$$

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

Cihazlardan ısı kazancı ise **(89)** bağıntısı ile hesaplanır.

$$\Phi_{\text{int,App}} = \sum_{i=1}^n (A_{f,i} \cdot \Phi_{\text{int,App},i,\text{unit}}) \quad (89)$$

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

$\Phi_{\text{int,App},i,\text{unit}}$: i hacminde m^2 başına cihazlardan ısı kazanç değeri, W/m^2

10.3 Aydınlatma aygıtlarından iç kazançların hesaplanması

Aydınlatma aygıtlarından iç kazançlar 2.Cilt' te aydınlatma hesaplarının anlatıldığı konutlar için 6.2.1.1' de ve ofisler için 6.2.2' de açıklanmıştır.

10.4 Toplam iç kazanç değerinin hesaplanması

10.4.1 Müstakil konutlar ve apartman daireleri

Konut birimlerinde iç kazanç değerleri altı maddede toplanmıştır.

- Mutfak ve salon alanları için m^2 başına duyulur ısı kazanç değeri üzerinden toplam duyulur ısı kazancının hesaplanması
- Mutfak ve salon alanları hariç diğer alanlar için m^2 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

$$\Phi_{\text{int}} = \Phi_{\text{int,sen,D}} + \Phi_{\text{int,sen,M}} + \Phi_{\text{int,App,lat}} + \Phi_{\text{int,Oc,lat}} + \Phi_{\text{int,W}} + \Phi_{\text{int,Ig}} \quad (90)$$

$\Phi_{\text{int,sen,D}}$: mutfak ve salon dışındaki mekanlar için toplam duyulur ısı kazancı, W

$\Phi_{\text{int,sen,M}}$: mutfak ve salon için toplam duyulur ısı kazancı, W

$\Phi_{\text{int,App,lat}}$: cihazlardan toplam gizli ısı kazancı, W

$\Phi_{\text{int,Oc,lat}}$: insanlardan toplam gizli ısı kazancı, W

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

$\Phi_{\text{int,Ig}}$: aydınlatma aygıtlarından ısı kazancı, W

10.4.2 Ofisler

Ofis binalarında iç kazanç değerleri dört maddede toplanmıştır.

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

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc,sen} + \Phi_{int,Oc,lat} + \Phi_{int,App} + \Phi_{int,Ig} \quad (91)$$

$\Phi_{int,Oc,sen}$: insanlardan toplam duyulur ısı kazancı, W

$\Phi_{int,Oc,lat}$: insanlardan toplam gizli 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 için;

Rezidans ve diğer bina tipolojilerinden binalarında iç kazanç değerleri dört maddede toplanmıştır, bağıntı (92) ile hesaplanmaktadır.

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

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc,sen} + \Phi_{int,Oc,lat} + \Phi_{int,App} + \Phi_{int,Ig} \quad (92)$$

$\Phi_{int,Oc,sen}$: zon içerisindeki hacimlerde insanlardan duyulur ısı kazançlarının toplamı, W

$\Phi_{int,Oc,lat}$: zon içerisindeki hacimlerde insanlardan gizli ısı kazançlarının toplamı, W

$\Phi_{int,App}$: cihazlardan toplam ısı kazancı, W

$\Phi_{int,Ig}$: aydınlatma aygıtlarından ısı kazancı, W

11 Güneş kazançları

11.1 Hesaplama yöntemi

Güneş enerjisi kazançları, opak ve saydam bileşenlerden olmak üzere iki düzeyde incelenmektedir. Geliştirilen yöntem dış engeller ve bina çıkıntılarının 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 ısı kazançları

Bina elemanından güneş kazançlarını ifade eden ısı miktarı, $\phi_{sol,k}$ "W" watt cinsinden ifade edilmekte ve bağıntı (93) ile verilmektedir:

$$\phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \phi_{r,k} \quad (93)$$

- $F_{sh,ob,k}$: 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 ışınımı, W/m^2
- $F_{r,k}$: k bina elemanı ve gökyüzü arasındaki ışımsal biçim faktörüdür ve değerleri aşağıdaki gibidir:
- $F_r = 1$: gölgelenmemiş yatay yüzeyler için,
- $F_r = 0,5$: gölgelenmemiş düşey yüzeyler için.
- $\phi_{r,k}$: k bina elemanından gökyüzüne ısı ışınım ile ısı kaybı miktarı, W

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

$$A_{sol} = A_{sol,op} + A_{sol,gl} \quad (94)$$

- $A_{sol,op}$: 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 için güneş enerjisinden ısı kazançları

Saydam bileşende (örneğin pencere) dış stor olmayan veya hareketli dış stor olup storun aktif olmadığı saat için etkin güneş enerjisi toplama alanı, $A_{sol,gl}$ metrekaresi cinsinden ifade edilir ve değeri bağıntı (95) ile hesaplanır:

$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \quad (95)$$

$$F_{sh,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \quad (96)$$

- $F_{sh,gl}$: saydam bileşen için gölgelenme faktörü
- F_{ov} : yatay gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü
- F_{fin} : düşey gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü
- g_{gl} : saydam bileşenin cam yüzeyi için toplam güneş enerjisi geçirgenlik katsayısı

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

$$A_{win} : \text{çerçeve dahil saydam bileşenin toplam alanı, m}^2$$

$$F_F : \text{çerçeve faktörü}$$

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

Saydam bileşende hareketli dış stor var ve aktif ise storun pencerenin tamamını kapattığı kabul edilir.

Saydam bileşende hareketli dış stor var ve storun aktif olduğu saat için etkin güneş enerjisi toplama alanı, $A_{sol,gl}$ metrekare cinsinden ifade edilir ve değeri bağıntı (97) ile hesaplanır:

$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \cdot g_{stor} \quad (97)$$

Saydam bileşende (örneğin pencere) sabit dış stor olduğu durum için etkin güneş enerjisi toplama alanı, $A_{sol,gl}$ metrekare cinsinden ifade edilir ve değeri bağıntı (99.b) ve (99.c) ile hesaplanır:

Saydam bileşende sabit dış stor var ise storun pencerenin yüzde kaçını örttüğü bilgisi kullanıcıdan alınır.

Yatay engel storu tamamen örtmüyor.

$(1 - F_{ov}) < F_{stor}$ ise;

$$A_{sol,gl} = F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \cdot (F_{stor} - (1 - F_{ov})) \cdot g_{stor} + (1 - F_{stor}) \quad (98)$$

Yatay engel storu tamamen örtüyor

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

$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \quad (99)$$

F_{stor} : Storun pencereyi örtme oranı, sabit elemanda kullanıcı tanımlar, hareketli eleman için her zaman =1
 g_{stor} : Storun (SHGC) güneş geçirgenlik faktörü

11.2.2 Opak bileşenler için güneş enerjisinden ısı kazançları

Bina kabuğunun opak bileşeninin etkin güneş enerjisi toplama alanı metre kare cinsinden bağıntı (101) ile verilir:

$$A_{sol,op} = \alpha_{sol,em} \cdot R_{se} \cdot U_{op} \cdot A_{op} \quad (100)$$

$\alpha_{sol,em}$: opak yüzeyin güneş ışınımı yutuculuk katsayısı
 R_{se} : opak bileşen dış yüzey ısı direnci, m²K/W
 U_{op} : opak bileşen ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K
 A_{op} : opak bileşen izdüşüm alanı, m²

11.2.3 Kapı bileşenleri için güneş enerjisinden ısı 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.

11.3 Hesaba katılan özel durumlar

11.3.1 Gölgeleme

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

$$R_{dir} = I_{dir} / I_{sol,k} \quad (101)$$

$$R_{dif} = I_{dif} / I_{sol,k} \quad (102)$$

$$R_{tot} = R_{dir} + R_{dif} \quad (103)$$

R_{dir} : yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen doğrudan güneş ışınımının (I_{dir}) toplam güneş ışınımına ($I_{sol,k}$) oranı

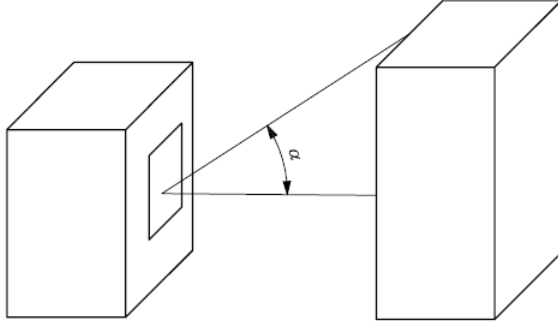
R_{dif} : yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın güneş ışınımının (I_{dif}) toplam güneş ışınımına oranı

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

11.3.1.1 Çevre binalardan gölgeleme

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

Çevre binaların engelleme açısı **Şekil 34.**' 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 34. Çevre Binalardan Gölgeleme Hesapları İçin A Açısının Hesaplanması

Çevre binalardan gölgeleme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır:

S_h : Güneş yükseliş açısı

F_{hor} : Çevre binalardan gölgeleme katsayısı

$S_h > \alpha$ ise ; $F_{hor} = 1$ alınır.

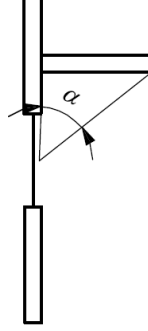
$$S_h < \alpha \text{ ise ; } F_{hor} = 1 - (I_{dir} / I_{sol,k}) \quad (104)$$

I_{dir} : Düzlemin yön ve eğimine göre doğrudan güneş ışınım şiddeti, W/m^2

$I_{sol,k}$: Düzlemin yön ve eğimine göre toplam güneş ışınımı şiddeti, W/m^2

11.3.1.2 Güneş kontrol elemanları ve bina çıkıntıları ile gölgeleme

11.3.1.2.1 Yatay gölgeleme elemanları



Şekil 35. Yatay Gölgeleme Elemanları

Yatay gölgeleme elemanları gölgeleme katsayıları, pencere orta noktasından engele olan açı ile zenit açısı arasındaki bağıntı ile hesaplanır.

$$F_{ov,dir} = \max(0 ; 1 - (0,5 \cdot \tan \alpha_{ov} / \tan \theta_z)) \quad (105)$$

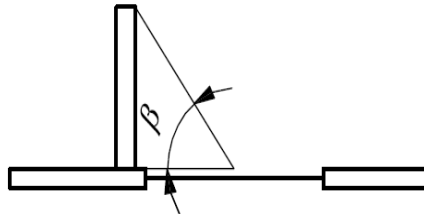
$$F_{ov,dif} = 1 - (\alpha_{ov} / (\pi / 2)) \quad (106)$$

$$F_{ov} = (F_{ov,dir} \cdot R_{dir} + F_{ov,dif} \cdot R_{dif} + 1 - R_{tot}) / R_{tot} \quad (107)$$

- α_{ov} : Yatay engel açısı
- θ_z : Zenit açısı
- $F_{ov,dif}$: Yatay engelin yaygın ışınımı gölgeleme katsayısı
- $F_{ov,dir}$: Yatay engelin doğrudan ışınımı gölgeleme katsayısı
- F_{ov} : Yatay engelin gölgeleme katsayısı
- R_{dir} : yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen doğrudan güneş ışınımının toplam güneş ışınımına oranı
- R_{dif} : yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın güneş ışınımının toplam güneş ışınımına oranı
- R_{tot} : yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen yaygın ve doğrudan güneş ışınım oranlarının toplamı

11.3.1.3 Düşey gölgeleme elemanları

Düşey gölgeleme elemanları gölgeleme katsayıları, pencere orta noktasından engele olan açı ile azimut açısı arasındaki bağıntı ile hesaplanır.



Şekil 36. Düşey Gölgeleme Elemanları

$$\gamma_{S,fin,l} = \pi / 2 - \gamma_S + \gamma \quad (108)$$

$$F_{fin,dir,l} = 1 - 0,5 \cdot \tan \beta_{fin,l} / \tan \gamma_{S,fin,l} \quad (109)$$

$$F_{fin,dif,l} = 1 - (\beta_{fin,l} / (\pi / 2)) \quad (110)$$

$$\gamma_{fin,l} = (F_{fin,dir,l} \cdot R_{dir} + F_{fin,dif,l} \cdot R_{dif} + (1 - R_{tot})) / R_{tot} \quad (111)$$

$$\gamma_{S,fin,r} = \pi / 2 + \gamma_S + \gamma \quad (112)$$

$$F_{fin,dir,r} = 1 - 0,5 \cdot \tan \beta_{fin,r} / \tan \gamma_{S,fin,r} \quad (113)$$

$$F_{fin,dif,r} = 1 - (\beta_{fin,r} / (\pi / 2)) \quad (114)$$

$$F_{fin} = F_{fin,r} \cdot F_{fin,l} \quad (115)$$

- 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 ışınımı gölgeleme katsayısı
 $F_{fin,dif}$: Düşey engelin yaygın ışınımı 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 ışınımı olduğu süre boyunca) direkt ışınım için %100 gölgelenme sağladığı ve yaygın ışınım 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 ışınımı ve gün ışığı hesaba katılarak geliştirilmiş stratejiler doğrultusunda) kullanıcıya ait zaman çizelgesi de tanımlanabilir.

11.3.2 Isıl ışınım ile gökyüzüne ısı kaybı

Belirli bir bina kabuk elemanından gökyüzüne ısı ışınımından kaynaklanan ısı kaçı, ϕ_r bağıntı (116) ile verilir ve W cinsinden ifade edilir:

$$\phi_r = R_{se} \cdot U_{op} \cdot A_{op} \cdot h_r \cdot \Delta \theta_{er} \quad (116)$$

- R_{se} : elemanın dış yüzey ısı direnç katsayısı, m²K/W
 U_{op} : opak elemanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K
 A_{op} : opak elemanın izdüşüm alanı, m²
 h_r : dış ışınımsal ısı geçiş katsayısı, W/m²K
 $\Delta \theta_{er}$: dış hava sıcaklığı ile görünür gökyüzü sıcaklığının ortalama farkıdır, °C

h_r değeri, EN ISO 13790' da belirtildiği üzere, 10 °C ortalama sıcaklığa karşılık gelen 5 ε W/(m²·K) olarak alınabilir.

$$h_r = 5 \cdot \varepsilon \quad (117)$$

ε : opak bileşen dış yüzeyi ışınım salım faktörü

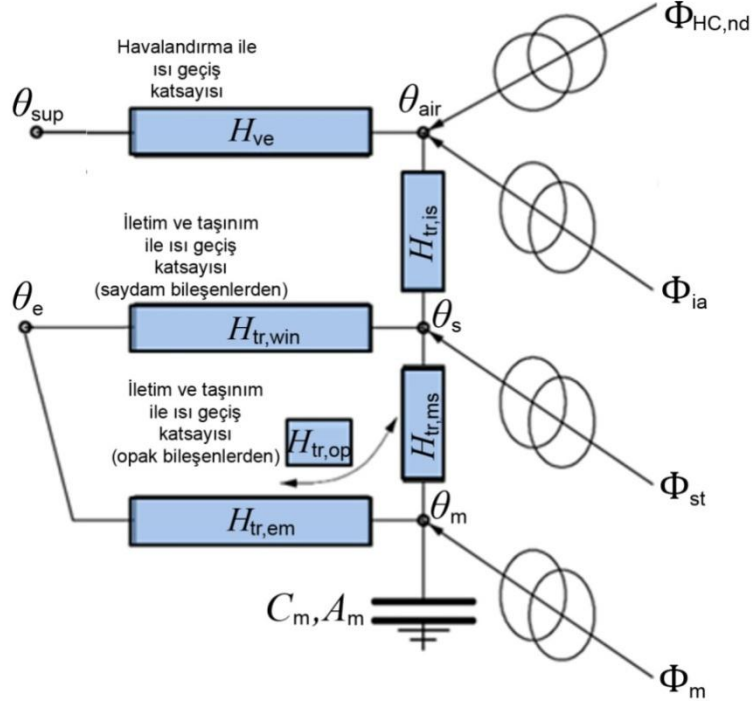
Not - Opak bileşen dış yüzey malzemeleri emisivite değerleri ε, **EK 3**. Opak Malzeme Kütüphanesi'nden alınacaktır.

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

12 Saatlik Isıtma – Soğutma Net Enerji İhtiyacının Hesaplanması

12.1 Genel

Saatlik ısıtma-soğutma net enerji ihtiyacının hesaplanmasında aşağıdaki **Şekil37.**' de şematik olarak ifade edilen direnç-kapasite modeli kullanılır.



Şekil 37. 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 : hacmi çevreleyen yüzeylerin alanı, m²

Bu değerler yapı malzemelerinin özgül ısılarına bağlı olarak hesaplanır ya da bu değerlerin olmaması durumunda yapı elemanının ağırlık sınıfına bağlı olarak **Tablo 17.**' de verilmiş değerler kullanılır.

Tablo 17. Bina Isıl Kapasitesi Varsayılan Değerler (EN ISO 13790)

Isıl kapasite değeri		
Yapı Elemanı Sınıfı	A_m (m ²)	C_m (J/K)
Hafif	2,5 x A_f	110000 x A_f
Orta	2,5 x A_f	165000 x A_f
Ağır	3,0 x A_f	260000 x A_f

Not - Bina ısı kapasitesi için bu hesaplama yönteminde, yapı malzemelerinin özgül ısılarının standartlara geçmiş değerlerinin olmaması nedeniyle, ortalama bir değer atanmıştır. Bu değer binanın orta ağırlıktaki yapı elemanlarıyla orta değerli ısı kapasitesi olması durumunu ifade eder. 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 ısı miktarlarının hesaplanması

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

İç hava sıcaklığına etki eden kazanç ısı miktarı:

$$\Phi_{ia} = 0,5 \times \Phi_{int} \quad (118)$$

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

Kazançlardan yüzey sıcaklığına etki eden ısı miktarı bağıntı 119 ile hesaplanır.

$$\Phi_{st} = \left(1 - \frac{A_m}{A_{tot}} - \frac{H_{tr,win}}{9,1 \cdot A_{tot}}\right) (0,5 \cdot \Phi_{int} + \Phi_{sol}) \quad (119)$$

Φ_{st} : iç kazanç ve güneş kazançlarından yüzeye geçen ısı miktarı, W

A_m : kütle alanı, m²

$H_{tr,win}$: 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 zonu çevreleyen tüm iç yüzeylerin alanları toplamı, m²

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

A_{at} : iç yüzey alanı ile döşeme alanı arasındaki ölçüsüz oran

A_f : zonun net döşeme alanı, m²

Not - Bina geometrisinin tanımlanması sırasında tüm yüzeylerin alanları hesaplatılmaktadır.

Kütleye etki eden ısı miktarı, aşağıda verilen bağıntı (121) ile hesaplanır:

$$\Phi_m = \left(\frac{A_m}{A_{tot}}\right) \cdot (0,5 \cdot \Phi_{int} + \Phi_{sol}) \quad (120)$$

Φ_m : iç kazanç ve güneş kazançlarından kabuk kütlelerine geçen ısı miktarı, W

12.1.3 Isı geçirme katsayıları

RC modelinde ısı geçirme katsayıları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

$$H_{tr,is} = (h_{is} \cdot A_{tot}) \quad (121)$$

$H_{tr,is}$: iç 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 katsayılardır ve aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır.

$$H_{tr,1} = \left(\frac{1}{1/H_{ve} + 1/H_{tr,is}} \right) \quad (122)$$

$H_{tr,1}$: ısı geçiş katsayısı 1

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

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

$$H_{tr,2} = (H_{tr,1} + H_{tr,win}) \quad (123)$$

$H_{tr,2}$: ısı geçiş katsayısı 2

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

$$H_{tr,3} = \left(\frac{1}{1/H_{tr,2} + 1/H_{tr,ms}} \right) \quad (124)$$

$H_{tr,3}$: ısı geçirme katsayısı 3

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

$$H_{tr,ms} = h_{ms} \cdot A_m \quad (125)$$

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

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

$$H_{tr,em} = \left(\frac{1}{1/H_{tr,op} + 1/H_{tr,ms}} \right) \quad (126)$$

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

12.1.4 Verilen ısıtma-soğutma yükü enerjisi ihtiyacı $\Phi_{HC,nd}$ için hava ve operatif sıcaklıkların hesaplanması

Yöntem, EN ISO 13790 'da tanımlanan *Crank-Nicholson* yöntemini temel almaktadır. Bu yöntem, 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:

$$\theta_{m,t} = \frac{\theta_{m,t-1} \cdot \left[\frac{C_m}{3600} - 0,5 \cdot (H_{tr,3} + H_{tr,em}) \right] + \Phi_{m,tot}}{\frac{C_m}{3600} + 0,5 \cdot (H_{tr,3} + H_{tr,em})} \quad (127)$$

$$\theta_m = \frac{\theta_{m,t} + \theta_{m,t-1}}{2} \quad (128)$$

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:

$$\theta_s = \frac{(H_{tr,ms} \cdot \theta_m) + \Phi_{st} + (H_{tr,win} \cdot \theta_e) + H_{tr,1} [\theta_{sup} + (\Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) / H_{ve}]}{H_{tr,ms} + H_{tr,w} + H_{tr,1}} \quad (129)$$

$$\theta_{air} = \frac{(H_{tr,is} \cdot \theta_s) + (H_{ve} \cdot \theta_{sup}) + \Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}}{H_{tr,is} + H_{ve}} \quad (130)$$

Operatif sıcaklık aşağıdaki bağıntıdan elde edilir:

$$\theta_{opr} = 0,3 \cdot \theta_s + 0,7 \cdot \theta_{air} \quad (131)$$

$$\Phi_{m,tot} = \Phi_m + H_{tr,em} \cdot \theta_e + \frac{H_{tr,3}}{H_{tr,2}} \left\{ \Phi_{st} + H_{tr,w} \cdot \theta_e + \frac{H_{tr,1}}{H_{ve}} (\Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) \theta_{sup} \right\} \quad (132)$$

$\Phi_{m,tot}$: Kütle 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 : Kütle sıcaklığı, °C

θ_s : İç yüzey sıcaklığı, °C

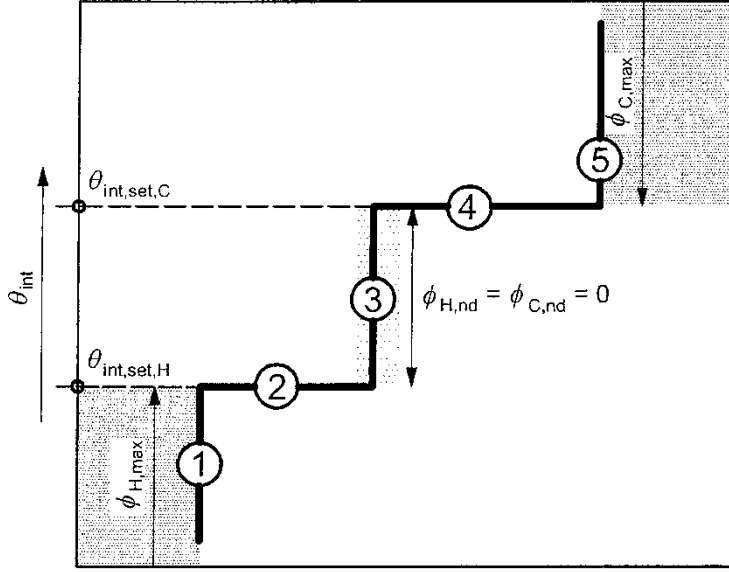
θ_{air} : İç ortam sıcaklığı, °C

θ_{opr} : Operatif sıcaklık, °C

θ_{sup} : Besleme hava sıcaklığı, °C

12.1.5 İç sıcaklığın ve gerekli ısıtma 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 (131) bağıntısıyla hesaplanan operatif sıcaklığa göre yapılır.



Şekil 38. RC Modelinde Sistem Davranışına Karşı Bina Zonu Sıcaklık Davranışı

Her zaman aralığında yapılan hesaplamalar sonucunda beş durum oluşabilir:

- 1) Bina zonu 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 zonu 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 zonu 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. Ayar sıcaklığı olarak operatif sıcaklığın hesaplanması, 131. bağıntıda verilmiştir. 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, $\theta_{m,i}$ '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 38.**' de Durum 3).

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

olarak alınır ve (123, 124, 128, 129, 130) 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.

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

alınarak, bağıntı (123, 124, 128, 129, 130) uygulanır.

Bulunan θ_{air} değeri,

$\theta_{air,10}$ olarak adlandırılır ($\theta_{air,10}$, 10 W/m² 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 pozitif ve soğutma için negatiftir).

$$\Phi_{HC,nd,un} = \Phi_{HC,nd,10} (\theta_{air,set} - \theta_{air,0}) / (\theta_{air,10} - \theta_{air,0}) \quad (133)$$

Bağıntı (123, 124, 125, 129, 133) kullanılarak $\theta_{air,ac}$ hesaplanır.

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 pozitif ve soğutma ihtiyacı durumunda ise negatiftir.

13 İklim Verileri

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

13.1 Genel Bilgi

Bina enerji performansı değerlendirmesi için, binanın bulunduğu il ve ilçeye bağlı iklim verileri kullanılır. Türkiye için kullanılan iklim verileri, İstanbul dışında bütün illerin, öncelikli olarak merkez meteoroloji istasyonlarından, eksik verinin çok olması durumunda ise merkeze en yakın meteoroloji istasyonlarından alınmıştır. İstanbul için ise dört istasyona ait veri bulunmaktadır. **Tablo 18.**' da, iklim verilerinin merkez istasyonlar dışındaki istasyonlardan alındığı iller ve ilgili istasyonlar görülmektedir.

Tablo 18. Merkez istasyonlar dışındaki istasyonların kullanıldığı iller ve ilgili istasyonlar

Şehir	Seçilen istasyon
Burdur	Tefenni
İstanbul_1	Florya
İstanbul_2	Göztepe
İstanbul_3	Kumköy
İstanbul_4	Şile
Şırnak	Cizre

Veriler, bazı istasyonlar için daha kısa dönemlere ait olmakla birlikte genel olarak 1989-2008 arası ölçümler kullanılarak oluşturulmuştur. **Tablo 19.**' de, bu aralıktan farklı ölçüm değerlerinin kullanıldığı iller ve iklim verileri için kullanılan zaman dilimi gösterilmektedir.

Tablo 19. İklim verilerinin alındığı yıllar

Şehir	Yıllar	Şehir	Yıllar
Afyon	1989-2006	İstanbul_3	1989-2006
Ankara	1989-2006	İstanbul_4	1989-2006
Antalya	1989-2006	İzmir	1989-2006
Aydın	1989-2006	Kastamonu	1989-2006
Balıkesir	1989-2006	Kırıkkale	1989-2006
Bartın	1989-2006	Kırklareli	1989-2006
Batman	1989-2006	Kırşehir	1989-2006
Bilecik	1989-2006	Kocaeli	1989-2006
Bolu	1989-2006	Manisa	1989-2006
Burdur	1989-2006	Muğla	1989-2006
Bursa	1989-2006	Sinop	1989-2006
Çanakkale	1989-2006	Tekirdağ	1989-2006
Çankırı	1989-2006	Trabzon	1989-2005
Corum	1989-2006	Uşak	1989-2006
Denizli	1989-2006	Van	1989-2007
Edirne	1989-2006	Yalova	1989-2006
Eskişehir	1991-2008	Zonguldak	1989-2006
Isparta	1989-2006	Düzce	1989-2006
İstanbul_1	1989-2006	Kütahya	1989-2006
İstanbul_2	1989-2006	Karabük	1999-2006

13.2 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 en yakın istasyondan 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 20.**' de görülebilir.

Tablo 20. 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 2. veya 3. TMY (Temsili Meteorolojik Yıl)' den, onların da olmaması durumunda en yakın istasyondan 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 21.**' de görülebilir.

Tablo 21. 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 interpolasyonla normalizasyonunun yapılmasıdır.

13.3 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.

13.3.1 Sıcaklık

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

13.3.2 Bağıl nem

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.

Not - Bağıl nem değeri, her gün için o günün günlük ortalama değeridir.

13.3.3 Güneş ışınımı

Bina enerji dengesine etki eden en önemli etkenlerden güneş faktörü, tüm değerleri ile saatlik olarak hesaplanmaktadır. Meteorolojik veri olarak elde edilen yatay düzleme gelen saatlik güneş ışınımı (W/m^2), hesaplama yönteminin içerdiği algoritma ile tüm yön (360°) ve tüm eğim açılarındaki yüzeylere gelen saatlik güneş ışınımını hesaplamada kullanılmaktadır.

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

13.3.3.1 Yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı

Türkiye'de meteoroloji istasyonlarında toplam güneş ışınımı ve güneşlenme süresi ölçülmektedir. Veriler meteoroloji istasyonlarının ölçümlerinden alınmıştır.

13.3.3.2 Yatay düzleme gelen doğrudan güneş ışınımı

Doğrudan güneş ışınımı ölçülmediğinden dolayı, yatay düzleme gelen saatlik doğrudan güneş ışınımı hesaplanarak elde edilmiştir.

Yatay düzleme gelen doğrudan güneş ışınımının hesaplanması için öncelikle yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı günlük toplamı üzerinden o güne ait yaygın güneş ışınımı miktarı ve buna bağlı olarak doğrudan güneş ışınımı miktarı Duffie-Beckman yöntemi ile (*Duffie, J., A., Beckman, W., A., Solar Engineering of Thermal Processes, 1991*) saatlik değerler olarak hesaplanır.

13.4 Basit saatlik metotta gerekli datalar için temsili meteorolojik yıl oluşturulması

13.4.1 Yöntem

Temsili Meteorolojik Yıl (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 (CDF - Cumulative Distribution Function) 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:

$$F_{(p,y,m,i)} = \frac{J(i)}{n + 1} \quad (134)$$

F : Her bir ay için Kümülatif Dağılım Fonksiyonu'nu,
J : Ayların günlük ortalamalarının değerini,

n : Aylardaki gün sayısını,
 m : Yılın ayını,
 p : İklim değişkenini,
 y : Yılı

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

$$\Phi_{(p,m,i)} = \frac{K_{(i)}}{N + 1} \quad (135)$$

Φ : Uzun yıllara ait aylar için Kümülatif Dağılım Fonksiyonu'nu,
 N : Uzun yıllara ait aylardaki toplam gün sayısını,
 m : Yılın ayını,
 p : İklim değişkenini

Her yıl ve uzun yıllar için ayrı ayrı yapılan bu CDF hesaplamaları *Finkelstein-Schafer İstatistiği* 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.

$$FS_{(p,y,m)} = \sum_{i=1}^n |F_{(p,y,m,i)} - \Phi_{(p,m,i)}| \quad (136)$$

FS : Finkelstein-Schafer İstatistiği'ni,
 F : Her bir ay için Kümülatif Dağılım Fonksiyonu'nu,
 Φ : Uzun yıllara ait aylar için Kümülatif Dağılım Fonksiyonu'nu,
 J : Ayların günlük ortalamalarının değerini,
 n : Aylardaki gün sayısını,
 m : Yılın ayını,
 p : İklim değişkenini,
 y : Yılı

Bulunan bu FS değerleri sadece kullanılan iklim değişkeni için ortalamaya en yakın olan ayı verir. Ancak istenen, sadece iklim değişkenine göre değil, TMY'nin kullanılış amacına göre değerlendirilebilecek meteorolojik değişkenlere verilen ağırlıklara göre hesaplanacak yeni değerlerle bulunan aylarla oluşturulacak TMY'dir. Bu ağırlık katsayıları **Tablo 22'** te verilmiştir (*International Weather for Energy Calculations – IWECC. IWECC uluslar arası bir ASHRAE projesidir*).

Tablo 22. Hava değişkenleri için ağırlık katsayıları

Hava Değişkenleri	IWECC
Maksimum Kuru Termometre Sıcaklığı	5/100
Minimum Kuru Termometre Sıcaklığı	5/100
Ortalama Kuru Termometre Sıcaklığı	30/100
Maksimum Yaş Termometre Sıcaklığı	2.5/100
Minimum Yaş Termometre Sıcaklığı	2.5/100
Ortalama Yaş Termometre Sıcaklığı	5/100
Maksimum Rüzgar Hızı	5/100
Ortalama Rüzgar Hızı	5/100
Toplam Yatay Güneş Işınımı	40/100

13.4.2 Sıcaklık

TMY'ın sıcaklık verileri, **13.4.1.** bölümünde anlatılan yöntem ile seçilmiştir.

13.4.3 Bağıl nem

Bağıl nem değerleri, günlük ortalamalar olarak o ay için dış hava sıcaklığını temsil eden TMY'ın değerlerinden atanır.

13.4.4 Güneş ışınımı

TMY'ın güneş ışınımı verileri, **13.4.1.** bölümünde anlatılan yöntem ile seçilen TMY değerleridir.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

EK 1.

**BİNA ENERJİ PERFORMANSI – HACİMLERİN KULLANIM VE
İŞLETİM ZAMAN ÇİZELGELERİ, İÇ KAZANÇ VE KONFOR
KOŞULLARI**

EK 1.**Tablo 1. Eğitim Binaları İçin, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları**

HACİM FONKSİYONU	BİNA TİPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SİSTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN GİZLİ ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m ²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kişilik)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Büroda çalışma	75	55	3,6	2,6	3,3	20	26
Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Büroda çalışma	75	55	3,6	2,6	3,3	20	26
Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Büroda çalışma	75	55	5,0	3,7	4,7	20	26
Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma	70	35	15,6	7,8	1,3	20	26
Kitap Okuma Salonu	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma, çok hafif çalışma	70	45	3,9	2,5	2,7	20	26
Derslik	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma, çok hafif çalışma	70	45	15,6	10,0	2,7	20	26
Oditoryum	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma	70	35	46,7	23,3	2,7	20	26
Kantin	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturarak çalışma	80	80	29,6	29,6	1,6	20	26
Restoran	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturarak çalışma	80	80	29,6	29,6	1,6	20	26
Mutfak (Konut Dışı)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	6,2	10,9	200,0	20	26

Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	6,2	10,9	20,0	20	26
Tuvalet (Konut Dışı)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma	70	35	10,4	5,2	0,9	20	
Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vesti yer odası-srşiv-koridor)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	75,0	18	18
Atölye, İmalathane	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Yürüme, hafif makine işi	110	185	4,3	7,2	27,2	20	26
İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma	70	35	20,7	10,4	0,0	20	26
Fuaye (Tiyatro..vs)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Yürüme, oturma	75	70	7,8	7,3	0,0	20	26

Sahne (Tiyatro..vs)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sergi Odaları ve Müze	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	3,3	2,4	0,0	20	26
Kütüphane (Okuma Odası)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma, çok hafif çalışma	70	45	18,7	12,0	0,0	20	26
Kütüphane (Açık Raf Alanı)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	5,0	3,7	0,0	20	26
Kütüphane (Dergi ve Depo)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Spor Salonu (Tribün Olmayan)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	Dans, spor	90	160	3,0	5,3	0,0	18	26
Otopark (Ofisler ve Özel Kullanım için)	EĞİTİM BİNASI	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 2. Hastane Binaları İçin, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİYONU	BİNA TİPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SİSTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN GİZLİ ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m ²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kişilik)	HASTANE	08:00-17:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	5,4	3,9	5,0	20	26
Poliklinik odaları	HASTANE	08:00-17:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	5,4	3,9	5,0	20	26
Grup Çalışma Ofisi (maks. 6 kişilik)	HASTANE	08:00-17:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	5,4	3,9	5,0	20	26
Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	HASTANE	08:00-17:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	7,5	5,5	7,0	20	26
Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	HASTANE	08:00-17:00	07:00-17:00	Oturma	70	35	15,6	7,8	1,3	20	26
Hasta odası	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	Oturma	70	35	4,7	2,3	0,5	24	24
Kantin	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	Oturarak çalışma	80	80	11,1	11,1	0,6	20	26
Restoran	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	Oturarak çalışma	80	80	11,1	11,1	0,6		
Mutfak (Konut Dışı)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00		80	140	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
Tuvalet (Konut Dışı)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26

Dİğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	Oturma	70	35	10,7	5,3	0,9	20	
Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(ve stiyer odası-srşiv-koridor)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:01	Oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	37,5	18	18
Fuaye (Tiyatro..vs)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:02	Yürüme, oturma	75	70	7,8	7,3	0,0	20	26
Otopark (Ofisler ve Özel Kullanım için)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3. Rezidanslar için, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİYONU	BİNA TİPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SİSTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN GİZLİ ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m ²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kişilik)	REZİDANS	08:00-18:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	4,3	3,1	4,0	20	26
Grup Çalışma Ofisi (maks. 6 kişilik)	REZİDANS	08:00-18:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	4,3	3,1	4,0	20	26
Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	REZİDANS	08:00-18:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	6,0	4,4	5,6	20	26
Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	REZİDANS	08:00-18:00	07:00-17:00	Oturma	70	35	14,0	7,0	1,2	20	26
Mağaza/Depo	REZİDANS	10:00-22:00	09:00-21:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	70	7,5	7,0	2,0	20	26
Mağaza/Soğuk Yiyecek Deposu (Süpermarket)	REZİDANS	10:00-22:00	09:00-21:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	70	7,5	7,0	-10,0	16	25
Tuvalet (Konut Dışı)	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26

Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Yardımcı Mekanlar (Yaşanan Odalar) (vestiyer odası-arşiv-koridor)	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	Oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	75,0	18	18
Fuaye (Tiyatro..vs)	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sergi Odaları ve Müze	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	1,3	0,9	0,0	20	26
Spor Salonu (Tribün Olmayan)	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	Dans, spor	90	160	3,0	5,3	0,0	18	26
Otopark (Ofisler ve Özel Kullanım için)	REZİDANS	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4. Oteller için, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİYONU	BİNA TİPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SİSTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN GİZLİ ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m ²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kişilik)	OTEL	08:00-18:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	4,3	3,1	4,0	20	26
Grup Çalışma Ofisi (maks. 6 kişilik)	OTEL	08:00-18:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	4,3	3,1	4,0	20	26
Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	OTEL	08:00-18:00	07:00-17:00	Büroda çalışma	75	55	6,0	4,4	5,6	20	26
Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	OTEL	08:00-18:00	07:00-17:00	Oturma	70	35	14,0	7,0	1,2	20	26
Lobi	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Yürüme, oturma	75	70	2,9	2,7	1,8	20	26
Mağaza/Depo	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	70	7,5	7,0	2,0	20	26
Otel Yatak Odası	OTEL	21:00-08:00	20:00-07:00	Oturma	70	35	6,4	3,2	2,0	20	26
Restoran	OTEL	11:00-24:00	10:00-23:00	Oturarak çalışma	80	80	20,5	20,5	1,1	20	26
Mutfak (Konut Dışı)	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	4,3	7,5	138,5	20	26

Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	OTEL	08:00- 21:00	07:00-20:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	4,3	7,5	13,8	20	26
Tuvalet (Konut Dışı)	OTEL	08:00- 21:00	07:00-20:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası- bekleme odası)	OTEL	08:00- 21:00	07:00-20:00	Oturma	70	35	10,8	5,4	0,9	20	
Yardımcı Mekanlar (Yaşanmay an Odalar)(ve stiyer odası- srşiv- koridor)	OTEL	08:00- 21:00	07:00-20:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	OTEL	08:00- 21:00	07:00-20:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	OTEL	08:00- 21:00	07:00-20:00	-	-	-	-	-	-	20	26

Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	OTEL	00:00-23:00	00:00-23:00	Oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	75,0	18	18
İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Oturma	70	35	14,4	7,2	0,0	20	26
Fuaye (Tiyatro..vs)	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Yürüme, oturma	75	70	7,8	7,3	0,0	20	26
Sahne (Tiyatro..vs)	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sergi Odaları ve Müze	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	2,3	1,7	0,0	20	26
Spor Salonu (Tribün Olmayan)	OTEL	08:00-21:00	07:00-20:00	Dans, spor	90	160	2,8	4,9	0,0	18	26
Otopark (Ofisler ve Özel Kullanım için)	OTEL	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 5. Alışveriş ve Ticaret Merkezleri İçin, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİYONU	BİNA TIPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SİSTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN GİZLİ ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m ²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m ²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kişilik)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Büroda çalışma	75	55	4,3	3,1	4,0	20	26
Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Büroda çalışma	75	55	4,3	3,1	4,0	20	26
Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Büroda çalışma	75	55	6,0	4,4	5,6	20	26
Mağaza/Depo	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	70	7,5	7,0	2,0	20	26
Mağaza/S öğük Yiyecek Deposu (Süpermarket)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	70	7,5	7,0	-10,0	16	25
Restoran	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Oturarak çalışma	80	80	22,2	22,2	1,2	20	26
Mutfak (Konut Dışı)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	4,7	8,2	150,0	20	26
Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	4,7	8,2	15,0	20	26

Tuvalet (Konut Dışı)	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Oturma	70	35	11,7	5,8	1,0	20	
Yardımcı Mekanlar (Yaşanma yan Odalar) (vestiyer odası-srşiv-koridor)	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	75,0	18	18
İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro.. vs)	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Oturma	70	35	15,6	7,8	0,0	20	26
Fuaye (Tiyatro.. vs)	ALİŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Yürüme, oturma	75	70	7,8	7,3	0,0	20	26

Sahne (Tiyatro.. vs)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Fuar/ Kongre Binası	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	12,5	9,2	1,0	20	26
Sergi Odaları ve Müze	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	2,5	1,8	0,0	20	26
Spor Salonu (Tribün Olmayan)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Dans, spor	90	160	6,3	11,2	0,0	18	26
Otopark (Ofisler ve Özel Kullanım için)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	-	-

Not - Farklı zaman çizelgeli mekanlara sahip bina tipolojilerinde, hesabı yapılan zonda (katta) iç kazançlar ve konfor koşulları için alan ağırlıklı kabul yapılır.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

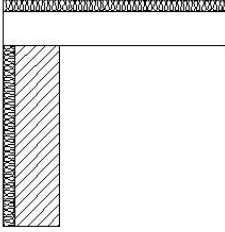
BEP

EK 2.

**BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
ISI KÖPRÜLERİ**

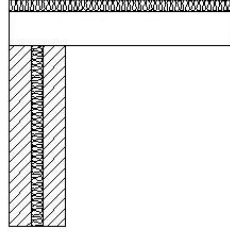
ÇATILAR

C1



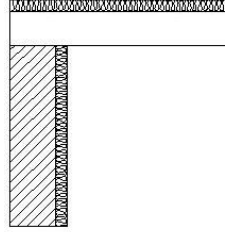
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,55 \\ \psi_{ot} &= 0,75 \\ \psi_j &= 0,75\end{aligned}$$

C2



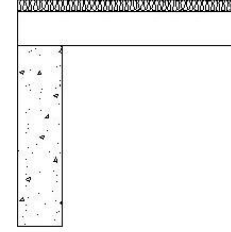
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,50 \\ \psi_{ot} &= 0,75 \\ \psi_j &= 0,75\end{aligned}$$

C3



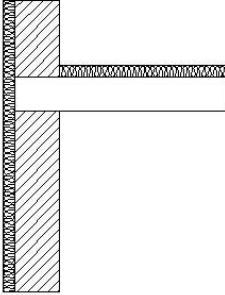
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,40 \\ \psi_{ot} &= 0,75 \\ \psi_j &= 0,75\end{aligned}$$

C4



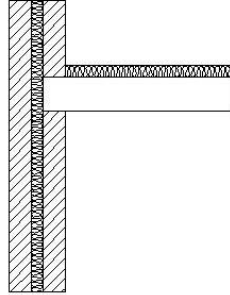
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,40 \\ \psi_{ot} &= 0,65 \\ \psi_j &= 0,65\end{aligned}$$

C5



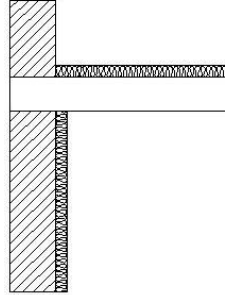
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,60 \\ \psi_{ot} &= 0,80 \\ \psi_j &= 0,80\end{aligned}$$

C6



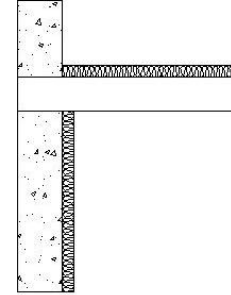
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,50 \\ \psi_{ot} &= 0,70 \\ \psi_j &= 0,70\end{aligned}$$

C7



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,65 \\ \psi_{ot} &= 0,85 \\ \psi_j &= 0,85\end{aligned}$$


C8




$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,45 \\ \psi_{ot} &= 0,70 \\ \psi_j &= 0,70\end{aligned}$$

 DUVAR

 HAFİF DUVAR

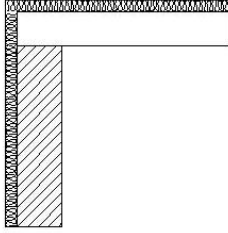
 YALITIM

 DÖŞEME/KOLON

 PENCERE ÇERÇEVESİ

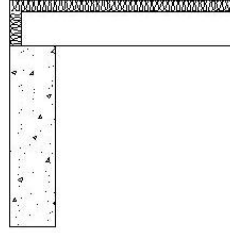
ÇATILAR

C9



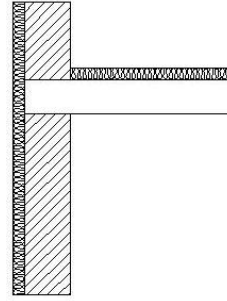
$$\begin{aligned}\psi_e &= -0,05 \\ \psi_{av} &= 0,15 \\ \psi_i &= 0,15\end{aligned}$$

C10



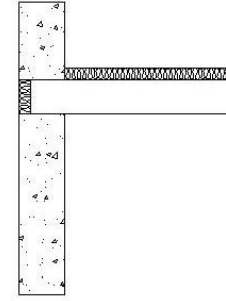
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{av} &= 0,20 \\ \psi_i &= 0,20\end{aligned}$$

C11



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,05 \\ \psi_{av} &= 0,25 \\ \psi_i &= 0,25\end{aligned}$$

C12



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,15 \\ \psi_{av} &= 0,40 \\ \psi_i &= 0,40\end{aligned}$$



DUVAR



HAFİF DUVAR



YALITIM

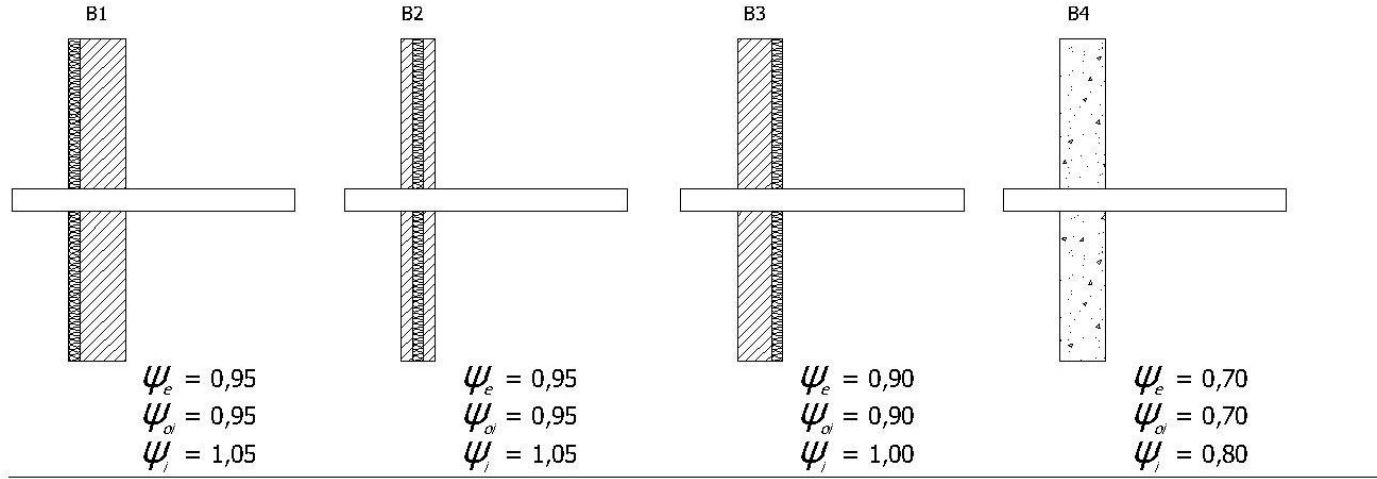


DÖŞEME/KOLON



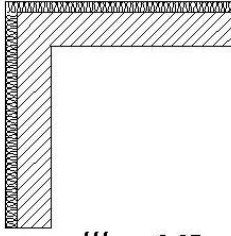
PENCERE ÇERÇEVESİ

BALKONLAR



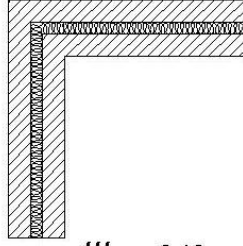
KÖŞELER

K1



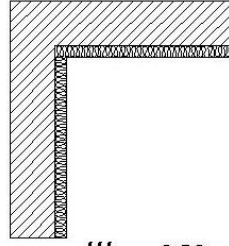
$$\begin{aligned}\psi_e &= -0,05 \\ \psi_{ot} &= 0,15 \\ \psi_j &= 0,15\end{aligned}$$

K2



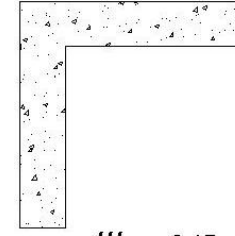
$$\begin{aligned}\psi_e &= -0,10 \\ \psi_{ot} &= 0,10 \\ \psi_j &= 0,10\end{aligned}$$

K3



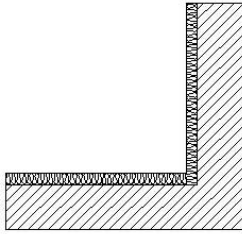
$$\begin{aligned}\psi_e &= -0,20 \\ \psi_{ot} &= 0,05 \\ \psi_j &= 0,05\end{aligned}$$

K4



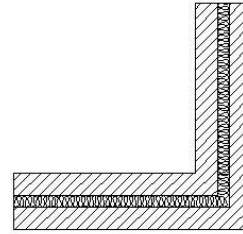
$$\begin{aligned}\psi_e &= -0,15 \\ \psi_{ot} &= 0,10 \\ \psi_j &= 0,10\end{aligned}$$

K5



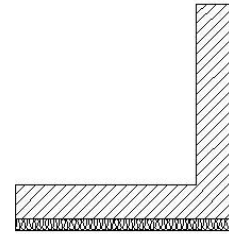
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,05 \\ \psi_{ot} &= -0,15 \\ \psi_j &= -0,15\end{aligned}$$

K6



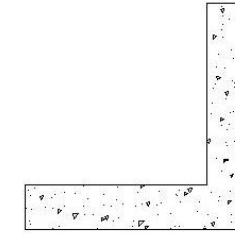
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,15 \\ \psi_{ot} &= -0,10 \\ \psi_j &= -0,10\end{aligned}$$

K7



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,15 \\ \psi_{ot} &= -0,05 \\ \psi_j &= -0,05\end{aligned}$$

K8



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,10 \\ \psi_{ot} &= -0,10 \\ \psi_j &= -0,10\end{aligned}$$



DUVAR



HAFİF DUVAR



YALITIM



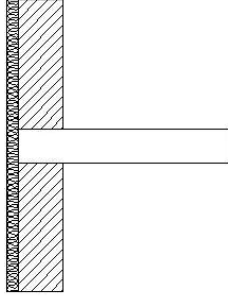
DÖŞEME/KOLON



PENCERE ÇERÇEVESİ

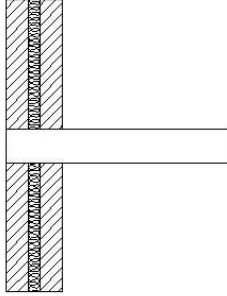
ARA KATLAR

AK1



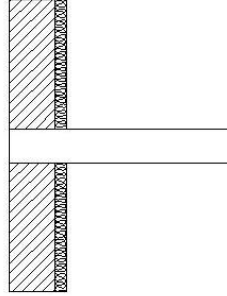
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{ol} &= 0,00 \\ \psi_f &= 0,10\end{aligned}$$

AK2



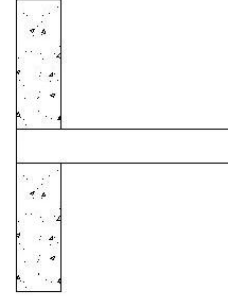
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,95 \\ \psi_{ol} &= 0,95 \\ \psi_f &= 1,05\end{aligned}$$

AK3



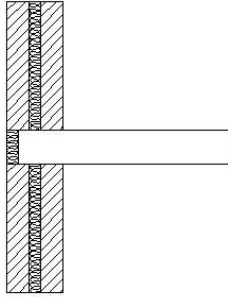
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,90 \\ \psi_{ol} &= 0,90 \\ \psi_f &= 1,00\end{aligned}$$

AK4



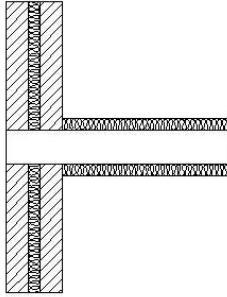
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,70 \\ \psi_{ol} &= 0,70 \\ \psi_f &= 0,80\end{aligned}$$

AK5



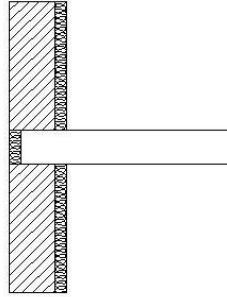
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,60 \\ \psi_{ol} &= 0,60 \\ \psi_f &= 0,65\end{aligned}$$

AK6



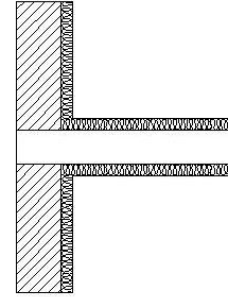
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,90 \\ \psi_{ol} &= 0,90 \\ \psi_f &= 1,00\end{aligned}$$

AK7



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,70 \\ \psi_{ol} &= 0,70 \\ \psi_f &= 0,80\end{aligned}$$

AK8



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,45 \\ \psi_{ol} &= 0,45 \\ \psi_f &= 0,60\end{aligned}$$



DUVAR



HAFIF DUVAR



YALITIM



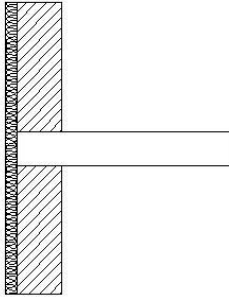
DÖŞEME/KOLON



PENCERE ÇERÇEVESİ

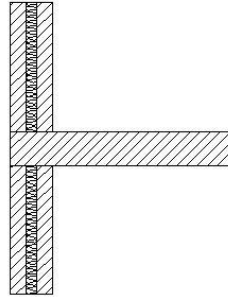
İÇ DUVARLAR

ICD1



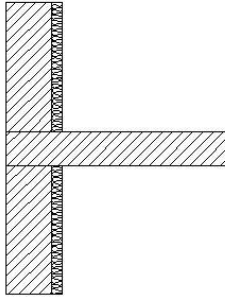
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{ot} &= 0,00 \\ \psi_f &= 0,10\end{aligned}$$

ICD2



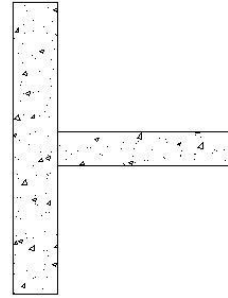
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,95 \\ \psi_{ot} &= 0,95 \\ \psi_f &= 1,05\end{aligned}$$

ICD3



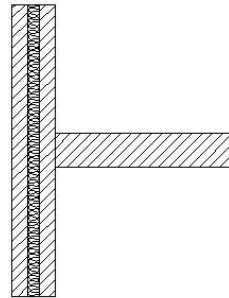
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,90 \\ \psi_{ot} &= 0,90 \\ \psi_f &= 1,00\end{aligned}$$

ICD4



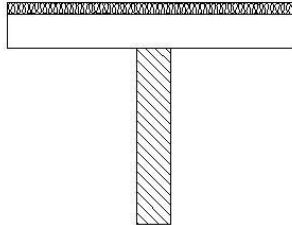
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{ot} &= 0,00 \\ \psi_f &= 0,20\end{aligned}$$

ICD5



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{ot} &= 0,00 \\ \psi_f &= 0,10\end{aligned}$$

ICD6



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{ot} &= 0,00 \\ \psi_f &= 0,10\end{aligned}$$



DUVAR



HAFİF DUVAR



YALITIM

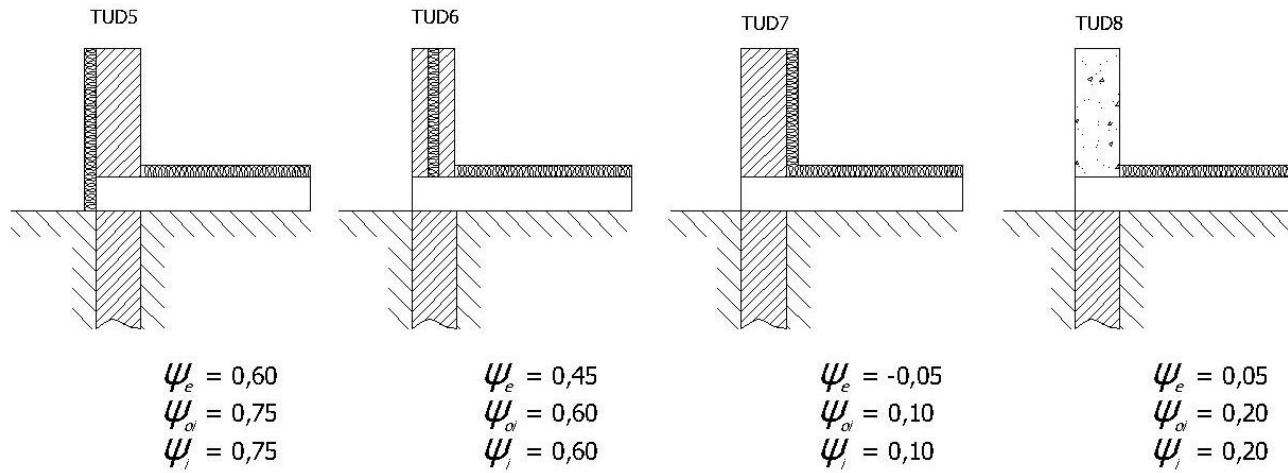
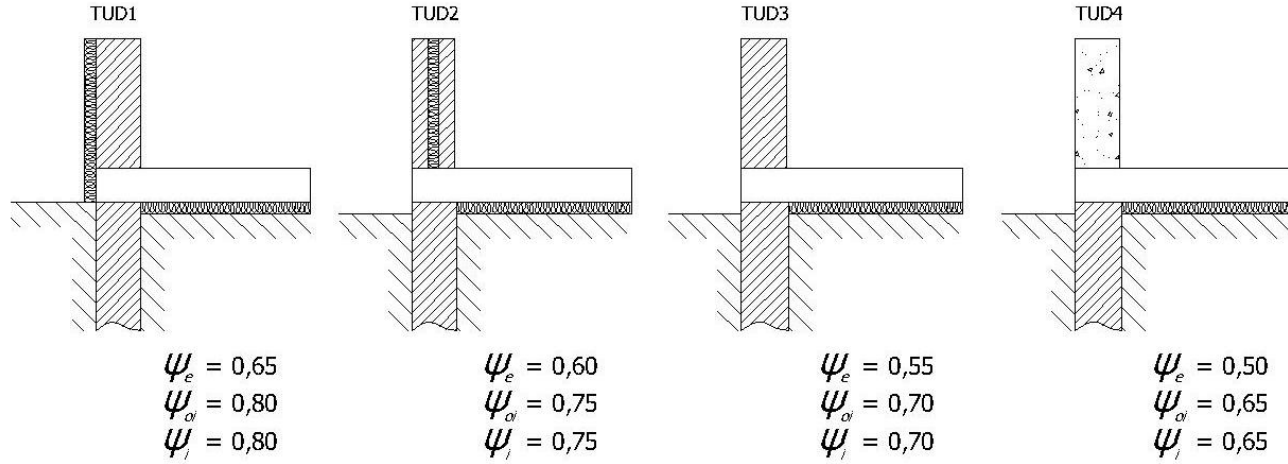


DÖŞEME/KOLON



PENCERE ÇERÇEVESİ

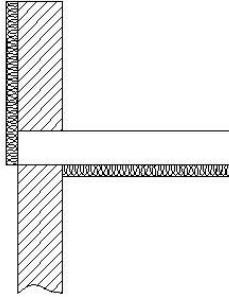
TOPRAK ÜSTÜ DÖŞEME



 DUVAR
  HAFİF DUVAR
  YALITIM
  DÖŞEME/KOLON
  PENCERE ÇERÇEVESİ

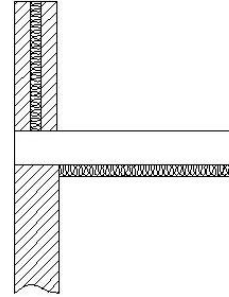
ASMA GİRİŞ KATLAR

AGK1



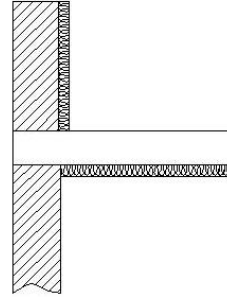
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,75 \\ \psi_{af} &= 0,95 \\ \psi_f &= 0,95\end{aligned}$$

AGK2



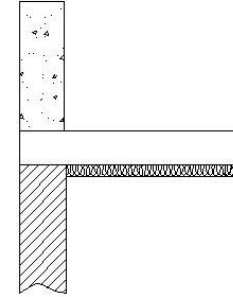
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,65 \\ \psi_{af} &= 0,85 \\ \psi_f &= 0,85\end{aligned}$$

AGK3



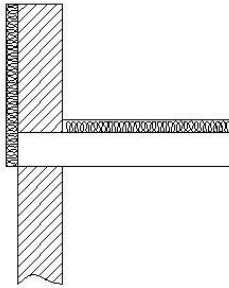
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,55 \\ \psi_{af} &= 0,75 \\ \psi_f &= 0,75\end{aligned}$$

AGK4



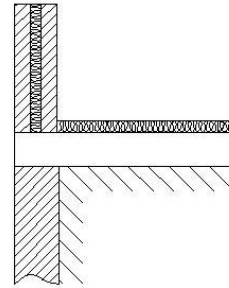
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,50 \\ \psi_{af} &= 0,70 \\ \psi_f &= 0,70\end{aligned}$$

AGK5



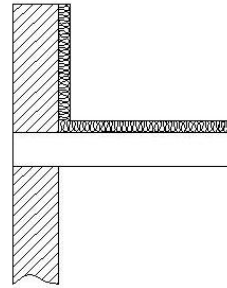
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,60 \\ \psi_{af} &= 0,60 \\ \psi_f &= 0,80\end{aligned}$$

AGK6



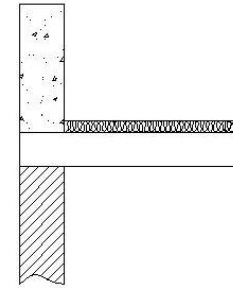
$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,45 \\ \psi_{af} &= 0,65 \\ \psi_f &= 0,65\end{aligned}$$

AGK7



$$\begin{aligned}\psi_e &= -0,10 \\ \psi_{af} &= 0,10 \\ \psi_f &= 0,10\end{aligned}$$

AGK8



$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,00 \\ \psi_{af} &= 0,20 \\ \psi_f &= 0,20\end{aligned}$$



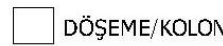
DUVAR



HAFİF DUVAR



YALITIM



DÖŞEME/KOLON



PENCERE ÇERÇEVESİ

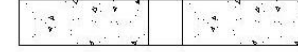
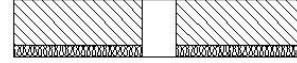
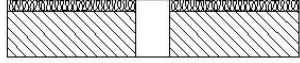
KOLON-DİKME

KL1

KL2

KL3

KL4



$$\begin{aligned}\psi_e &= 1,30 \\ \psi_{ol} &= 1,30 \\ \psi_i &= 1,30\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\psi_e &= 1,20 \\ \psi_{ol} &= 1,20 \\ \psi_i &= 1,20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\psi_e &= 1,15 \\ \psi_{ol} &= 1,15 \\ \psi_i &= 1,15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\psi_e &= 0,90 \\ \psi_{ol} &= 0,90 \\ \psi_i &= 0,90\end{aligned}$$



DUVAR



HAFIF DUVAR



YALITIM



DÖŞEME/KOLON



PENCERE ÇERÇEVESİ

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

EK 3.

**BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
OPAK MALZEME KÜTÜPHANESİ**

Ek 2.Opak Malzeme Kütüphanesi

ID	MALZEMELER			BİRİM HACİM KÜTLESİ	ISIL İLETKENLİK HESAP DEĞERİ	SALIM FAKTÖRÜ (EMİSİVİTE)	SU BUHARI DİFÜZYON DİRENÇ FAKTÖRÜ ALT SINIRI	SU BUHARI DİFÜZYON DİRENÇ FAKTÖRÜ ÜST SINIRI	ÖZGÜL ISI	KAYNAKLAR		
										ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	ϵ	$\mu$	$\mu$	CP J/(kg·K)	(CP için)	($\epsilon$ için)	(malzeme için)
1	<u>Doğal taşlar</u>	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	2800	3.50	0.70	10000	10000	1000	EN ISO 10456		TS 825
2	<u>Doğal taşlar</u>	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	2600	2.30	0.70	200	250	1000	EN ISO 10456		TS 825
3	<u>Doğal taşlar</u>	Tortul, sedimente taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	Tortul, sedimente taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	2600	2.30	0,67	200	250	1000	EN ISO 10456	1	TS 825
4	<u>Doğal taşlar</u>	Tortul, sedimente taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	Kumtaşı, kırmızı	2600	2.30	0,72			1000		1	TS 825
5	<u>Doğal taşlar</u>	Gözenekli püskürük taşlar	Gözenekli püskürük taşlar	1600	0.55	0.70	15	20	1000	EN ISO 10456		TS 825
6	<u>Doğal taşlar</u>	Granit	Granit	2600	2.80	0,45	10000	10000	1000	EN ISO 10456		TS 825
7	<u>Doğal taşlar</u>	Bazalt	Bazalt	2850	3.50	0,72	10000	10000	1000	EN ISO 10456		TS 825
8	<u>Doğal taşlar</u>	Mermer, beyaz	Mermer, beyaz	2800	3.50	0,95	10000	10000	1000	EN ISO 10456		TS 825
9	<u>Doğal taşlar</u>	Mermer, pürüzsüz beyaz	Mermer, pürüzsüz beyaz	2800	3.50	0,56			1000		1	TS 825
10	<u>Doğal taşlar</u>	Mermer, parlatılmış gri	Mermer, parlatılmış gri	2800	3.50	0,75			1000		1	TS 825
11	<u>Doğal taşlar</u>	Alçı taşı	Alçı taşı	2600	2.30	0.70	200	250	1000	EN ISO 10456		TS 825
12	<u>Doğal taşlar</u>	Yapay taşlar	Yapay taşlar	1750	1.30	0.92	40	50	1000	EN ISO 10456	ashrae, table5	TS 825
13	<u>Doğal taşlar</u>	Arduvaz	Arduvaz	2400	2.20	0,97	800	1000	1000	EN ISO 10456	1	TS 825
14	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kum, kum-çakıl	Kum, kum-çakıl	1950	2.00	0,76	50	50	1040	EN ISO 10456	3	TS 825
15	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	Kil, alüvyon	1500	1.50	0,38	50	50	2500	bs en 12524 sbem		TS 825

16	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	siyah tınlı toprak	1500	1.50	0,66	50	50	2500			TS 825
17	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	sürülmüş toprak	1500	1.50	0,39	50	50	2500	EN ISO 10456	1	TS 825
18	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	pişmiş kil	1500	1.50	0,91	50	50	2000		1	TS 825
19	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	killi şist	1500	1.50	0,69	50	50	2000		1	TS 825
20	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	tuğla, açık kırmızı	1500	1.50	0,33	50	50	2000		1	TS 825
21	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	tuğla, kırmızı	1500	1.50	0,45	50	50	2000		1	TS 825
22	<u>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</u>	Kil, alüvyon	tuğla, koyu mor	1500	1.50	0,78	50	50	2000		1	TS 825
23	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Kum, çakıl, kırma taş (micir)	Kum, çakıl, kırma taş (micir)	1800	0.70	0,76	3	3	1000	Designbuild er		TS 825
24	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Bims çakılı	Bims çakılı	1000	0.19	0,76	3	3	1000	EN ISO 10456		TS 825
25	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Yüksek fırın cürufu	Yüksek fırın cürufu	600	0.13	0,95	3	3	1000	EN ISO 10456		TS 825
26	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Kömür cürufu	Kömür cürufu	1000	0.23	0,95	3	3			1	TS 825
27	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Gözenekli doğal taş micirleri	Gözenekli doğal taş micirleri	1200	0.22	0,76	3	3	1500	bs en 12524 sbem		TS 825
28	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Gözenekli doğal taş micirleri	Gözenekli doğal taş micirleri	1500	0.27	0,76	3	3	1500	bs en 12524 sbem		TS 825
29	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Genleştirilmiş perlit agregası	Genleştirilmiş perlit agregası	100	0.06	0.00	3	3				TS 825

30	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Genleştirilmiş perlit agregası	Genleştirilmiş perlit agregası	300	0.16	0.00	3	3				TS 825
31	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	200	0.06	0.00	3	3	1500	EN ISO 10456		TS 825
32	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Polistiren, sert köpük parçacıkları	Polistiren, sert köpük parçacıkları	15	0.05	0.00	3	3	1000			TS 825
33	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Testere ve planya talaşı	Testere ve planya talaşı	200	0.07	0,75	2	2	1000		1	TS 825
34	<u>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</u>	Saman	Saman	150	0.06	0.00	3	3	1000	CE71 (2004) UK NCM		TS 825
35	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	1.00	0,91	15	35	1000	EN ISO 10456	1	TS 825
36	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Çimento harçlı şap	Çimento harçlı şap	2000	1.40	0,96	15	35	1000	EN ISO 10456		TS 825
37	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Çimento harçlı şap	çimento, kırmızı	2000	1.40	0,67	15	35	1000	EN ISO 10456	1	TS 825
38	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Çimento harçlı şap	çimento,beyaz	2000	1.40	0,65	15	35	1000	EN ISO 10456	1	TS 825
39	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Çimento harcı	Çimento harcı	2000	1.60	0,96	15	35	1000	EN ISO 10456		TS 825
40	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0.70	0,90	10	10	1000	EN ISO 10456	2	TS 825
41	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış siva	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış siva	1200	0.51	0,90	10	10	1000	EN ISO 10456	2	TS 825
42	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Alçı harçlı şap	Alçı harçlı şap	2100	1.20	0,90	15	35	1000			TS 825
43	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Dökme asfalt kaplama	Dökme asfalt kaplama	2100	0.70	0,93	50000	50000	1000	SBEM	1	TS 825
	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Dökme asfalt kaplama	Dökme asfalt kaplama									
44	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış siva harçları	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış siva harçları	800	0.30	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder

45	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	900	0.35	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
46	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	1000	0.38	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
47	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	400	0.14	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
48	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	500	0.16	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
49	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	600	0.20	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
50	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	700	0.24	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
51	<u>Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları</u>	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	800	0.29	0.00	15	15	1000			TS 825-izoder
52	<u>Beton yapı elemanı</u>	Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	Donatısız	2200	1.65	0,94	70	120	1000	EN ISO 10456 AD_L2	1	TS 825
53	<u>Beton yapı elemanı</u>	Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	Donatılı	2400	2.50	0,94	80	130	2000	EN ISO 10456		TS 825
54	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	800	0.39	0.63	70	150	1000			TS 825
55	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	900	0.44	0.63	70	150	1000			TS 825
56	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1000	0.49	0.63	70	150	1000			TS 825

57	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1100	0.55	0.63	70	150	1000	SBEM		TS 825
58	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1200	0.62	0.63	70	150	1000			TS 825
59	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1300	0.70	0.63	70	150	1000			TS 825
60	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1400	0.79	0.63	70	150	1000			TS 825
61	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1500	0.89	0.63	70	150	1000			TS 825
62	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1600	1.00	0.63	70	150	1000			TS 825
63	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1800	1.30	0.63	70	150	1000	AD_L2 (2002 EDITION)		TS 825
64	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	2000	1.60	0.63	70	150	1000			TS 825
65	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	300	0.10	0.63	70	150	1000			TS 825
66	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	400	0.13	0.63	70	150	1000			TS 825
67	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	500	0.15	0.63	70	150	1000			TS 825
68	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	600	0.19	0.63	70	150	1000	design builder		TS 825

69	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	700	0.21	0.63	70	150	1000			TS 825
70	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	800	0.24	0.63	70	150	1000			TS 825
71	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	900	0.27	0.63	70	150	1000			TS 825
72	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1000	0.30	0.63	70	150	1000			TS 825
73	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1200	0.35	0.63	70	150	1000			TS 825
74	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1400	0.42	0.63	70	150	1000			TS 825
75	<u>Beton yapı elemanı</u>	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız:	Sadece geliştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1600	0.49	0.63	70	150	1000			TS 825
76	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0.81	0.63	3	10	1000			TS 825
77	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1800	1.10	0.63	3	10	1000			TS 825
78	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	2000	1.40	0.63	5	10	1000			TS 825
79	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	600	0.22	0.63	5	15	1000	SBEM		TS 825
80	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	700	0.26	0.63	5	15	1000	EN 12524		TS 825

81	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	800	0.28	0.63	5	15	1000			TS 825
82	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	1000	0.36	0.63	5	15	1000			TS 825
83	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	1200	0.46	0.63	5	15	1000			TS 825
84	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	1400	0.57	0.63	5	15	1000			TS 825
85	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	1600	0.75	0.63	5	15	1000			TS 825
86	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	1800	0.92	0.63	5	15	1000			TS 825
87	<u>Beton yapı elemanı</u>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	2000	1.20	0.63	5	15	1000			TS 825
88	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	400	0.12	0.63	5	15				TS 825
89	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	450	0.13	0.63	5	15				TS 825
90	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	500	0.15	0.63	5	15				TS 825
91	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	550	0.16	0.63	5	15				TS 825
92	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	600	0.18	0.63	5	15				TS 825

93	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	650	0.19	0.63	5	15				TS 825
94	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	700	0.20	0.63	5	15				TS 825
95	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	750	0.22	0.63	5	15				TS 825
96	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	800	0.24	0.63	5	15				TS 825
97	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	900	0.27	0.63	5	15				TS 825
98	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1000	0.32	0.63	5	15				TS 825
99	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1100	0.37	0.63	5	15				TS 825
100	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1200	0.41	0.63	5	15				TS 825
101	<u>Beton yapı elemanı</u>	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	Yalnız doğal bims kullanarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1300	0.47	0.63	5	15				TS 825
102	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	400	0.14	0.63	5	15				TS 825
103	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	600	0.19	0.63	5	15				TS 825
104	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	800	0.25	0.63	5	15				TS 825

105	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	1000	0.35	0.63	5	15				TS 825
106	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	1200	0.44	0.63	5	15				TS 825
107	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Çeltik kapçığı betonu	600	0.14	0.63	5	15	1000			TS 825
108	<u>Beton yapı elemanı</u>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	Çeltik kapçığı betonu	700	0.17	0.63	5	15	1000			TS 825
109	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	350	0.11	0.63	5	10				TS 825
110	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	400	0.13	0.63	5	10				TS 825
111	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	450	0.15	0.63	5	10				TS 825
112	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	500	0.15	0.63	5	10				TS 825
113	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	550	0.18	0.63	5	10				TS 825
114	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	600	0.19	0.63	5	10				TS 825
115	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	650	0.21	0.63	5	10				TS 825
116	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	700	0.22	0.63	5	10				TS 825
117	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	750	0.24	0.63	5	10				TS 825
118	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	800	0.25	0.63	5	10				TS 825
119	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	900	0.29	0.63	5	10				TS 825
120	<u>Beton yapı elemanı</u>	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar	1000	0.31	0.63	5	10				TS 825
121	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	400	0.20	0.63	5	10	1000			TS 825
122	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	500	0.22	0.63	5	10	1000			TS 825
123	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	600	0.24	0.63	5	10	1000			TS 825

124	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	700	0.27	0.63	5	10	1000			TS 825
125	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	800	0.29	0.63	5	10	1000			TS 825
126	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	350	0.11	0.63	5	10				TS 825
127	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	400	0.13	0.63	5	10				TS 825
128	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	450	0.15	0.63	5	10				TS 825
129	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	500	0.16	0.63	5	10				TS 825
130	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	550	0.18	0.63	5	10				TS 825
131	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	600	0.19	0.63	5	10				TS 825
132	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	650	0.21	0.63	5	10				TS 825
133	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	700	0.22	0.63	5	10				TS 825
134	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	750	0.24	0.63	5	10				TS 825
135	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Gaz beton yapı levhaları	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	800	0.25	0.63	5	10				TS 825

136	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Hafif betondan duvar plakaları	Hafif betondan duvar plakaları	800	0.29	0.63	5	10				TS 825
137	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Hafif betondan duvar plakaları	Hafif betondan duvar plakaları	900	0.32	0.63	5	10				TS 825
138	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Hafif betondan duvar plakaları	Hafif betondan duvar plakaları	1000	0.37	0.63	5	10				TS 825
139	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Hafif betondan duvar plakaları	Hafif betondan duvar plakaları	1200	0.47	0.63	5	10				TS 825
140	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Hafif betondan duvar plakaları	Hafif betondan duvar plakaları	1400	0.58	0.63	5	10				TS 825
141	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	750	0.35	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
142	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	900	0.41	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
143	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	1000	0.47	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
144	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil)	1200	0.58	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
145	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları	600	0.29	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
146	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları	750	0.35	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
147	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları	900	0.41	0.00	5	10	1000	ISO 10456		TS 825
148	<u>Yapı plakaları ve levhalar</u>	Alçı karton plakalar ALÇIPAN PANEL	Alçı karton plakalar ALÇIPAN PANEL	800	0.25	0.00	8	25	1000	ISO 10456		TS 825
149	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	1800	0.81	0.00	5	10				TS 825
150	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	2000	0.96	0.00	5	10				TS 825

151	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	2200	1.20	0.00	5	10				TS 825
152	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker,seramik klinker	2400	1.40	0.00	5	10				TS 825
153	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1200	0.50	0.00	5	10				TS 825
154	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1400	0.58	0.00	5	10				TS 825
155	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1600	0.68	0.00	5	10				TS 825
156	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1800	0.81	0.00	5	10				TS 825
157	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	2000	0.96	0.00	5	10				TS 825
158	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	2200	1.20	0.00	5	10				TS 825
159	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	2400	1.40	0.00	5	10				TS 825
160	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0.32	0.00	5	10				TS 825
161	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0.33	0.00	5	10				TS 825
162	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0.35	0.00	5	10				TS 825
163	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0.36	0.00	5	10				TS 825

164	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0.38	0.00	5	10				TS 825
165	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0.39	0.00	5	10				TS 825
166	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0.41	0.00	5	10				TS 825
167	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0.42	0.00	5	10				TS 825
168	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	950	0.44	0.00	5	10				TS 825
169	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0.45	0.00	5	10				TS 825
170	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0.27	0.00	5	10				TS 825
171	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0.28	0.00	5	10				TS 825
172	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0.30	0.00	5	10				TS 825
173	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0.31	0.00	5	10				TS 825
174	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0.33	0.00	5	10				TS 825
175	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç	800	0.34	0.00	5	10				TS 825

			kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar									
176	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0.36	0.00	5	10				TS 825
177	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0.37	0.00	5	10				TS 825
178	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	950	0.38	0.00	5	10				TS 825
179	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1..000 kg/m3'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0.40	0.00	5	10				TS 825
180	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0.22	0.00	5	10				TS 825
181	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0.23	0.00	5	10				TS 825
182	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0.23	0.00	5	10				TS 825
183	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0.24	0.00	5	10				TS 825
184	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0.25	0.00	5	10				TS 825
185	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0.26	0.00	5	10				TS 825
186	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0.26	0.00	5	10				TS 825

187	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	900	0.27	0.00	5	10				TS 825
188	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	950	0.28	0.00	5	10				TS 825
189	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	1000	0.29	0.00	5	10				TS 825
190	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	550	0.19	0.00	5	10				TS 825
191	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	600	0.20	0.00	5	10				TS 825
192	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	650	0.20	0.00	5	10				TS 825
193	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	700	0.21	0.00	5	10				TS 825
194	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	750	0.22	0.00	5	10				TS 825
195	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	800	0.23	0.00	5	10				TS 825
196	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	850	0.23	0.00	5	10				TS 825
197	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	900	0.24	0.00	5	10				TS 825
198	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	950	0.25	0.00	5	10				TS 825
199	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Düşey delikli hafif tuğlarla duvarlar	harç kullanılarak W sınıfı tuğlarla yapılan duvarlar	1000	0.26	0.00	5	10				TS 825
200	<u>Kağır duvarlar (harç fuğaları- derzleri dâhil)</u>	Yatay delikli tuğlarla yapılan duvarlar	Yatay delikli tuğlarla yapılan duvarlar	600	0.33	0.00	5	10	950			TS 825

201	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0.36	0.00	5	10				TS 825
202	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0.39	0.00	5	10				TS 825
203	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0.42	0.00	5	10				TS 825
204	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0.45	0.00	5	10				TS 825
205	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	700	0.35	0.00	5	10				TS 825
206	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	800	0.40	0.00	5	10				TS 825
207	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	900	0.44	0.00	5	10				TS 825
208	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	1000	0.50	0.00	5	10				TS 825
209	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	1200	0.56	0.00	5	10				TS 825
210	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	1400	0.70	0.00	5	10				TS 825
211	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	1600	0.79	0.00	15	25				TS 825
212	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	1800	0.99	0.00	15	25				TS 825
213	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	2000	1.10	0.00	15	25				TS 825
214	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Kireç kum taşı duvarlar	Kireç kum taşı duvarlar	2200	1.30	0.00	15	25				TS 825

215	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	400	0.20	0.00	5	10				TS 825
216	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	450	0.21	0.00	5	10				TS 825
217	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	500	0.22	0.00	5	10				TS 825
218	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	550	0.23	0.00	5	10				TS 825
219	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	600	0.24	0.00	5	10				TS 825
220	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	650	0.25	0.00	5	10				TS 825
221	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	700	0.27	0.00	5	10				TS 825
222	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	800	0.29	0.00	5	10				TS 825
223	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	350	0.11	0.00	5	10				TS 825
224	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	400	0.13	0.00	5	10				TS 825

225	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	450	0.15	0.00	5	10				TS 825
226	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	500	0.16	0.00	5	10				TS 825
227	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	550	0.18	0.00	5	10				TS 825
228	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	600	0.19	0.00	5	10				TS 825
229	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	650	0.21	0.00	5	10				TS 825
230	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	700	0.22	0.00	5	10				TS 825
231	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	750	0.24	0.00	5	10				TS 825

232	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	800	0.25	0.00	5	10				TS 825
233	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	450	0.31	0.00	5	10				TS 825
234	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	500	0.32	0.00	5	10				TS 825
235	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	550	0.33	0.00	5	10				TS 825
236	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	600	0.34	0.00	5	10				TS 825
237	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	650	0.35	0.00	5	10				TS 825
238	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	700	0.37	0.00	5	10				TS 825
239	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	800	0.40	0.00	5	10				TS 825
240	<u>Kagir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	900	0.43	0.00	5	10				TS 825

241	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	1000	0.46	0.00	5	10				TS 825
242	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	1200	0.54	0.00	5	10				TS 825
243	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	1400	0.63	0.00	5	10				TS 825
244	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	1600	0.74	0.00	10	15				TS 825
245	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	1800	0.87	0.00	10	15				TS 825
246	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	2000	0.99	0.00	10	15				TS 825
247	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	450	0.28	0.00	5	10				TS 825
248	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	500	0.29	0.00	5	10				TS 825
249	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	550	0.30	0.00	5	10				TS 825

250	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	600	0.31	0.00	5	10				TS 825
251	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	650	0.32	0.00	5	10				TS 825
252	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	700	0.33	0.00	5	10				TS 825
253	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	800	0.36	0.00	5	10				TS 825
254	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	900	0.39	0.00	5	10				TS 825
255	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1000	0.42	0.00	5	10				TS 825
256	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1200	0.49	0.00	5	10				TS 825
257	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1400	0.57	0.00	5	10				TS 825
258	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1600	0.62	0.00	10	15				TS 825

259	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1800	0.68	0.00	10	15				TS 825
260	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	2000	0.74	0.00	10	15				TS 825
261	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	450	0.23	0.00	5	10				TS 825
262	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	500	0.24	0.00	5	10				TS 825
263	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	550	0.25	0.00	5	10				TS 825
264	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	600	0.26	0.00	5	10				TS 825
265	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	650	0.27	0.00	5	10				TS 825
266	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	700	0.28	0.00	5	10				TS 825

267	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	800	0.30	0.00	5	10				TS 825
268	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	900	0.32	0.00	5	10				TS 825
269	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (DDBtürü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1000	0.35	0.00	5	10				TS 825
270	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	450	0.18	0.00	5	10				TS 825
271	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	500	0.20	0.00	5	10				TS 825
272	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	550	0.21	0.00	5	10				TS 825
273	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	600	0.22	0.00	5	10				TS 825
274	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	650	0.23	0.00	5	10				TS 825
275	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	700	0.25	0.00	5	10				TS 825

276	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	800	0.27	0.00	5	10				TS 825
277	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	900	0.30	0.00	5	10				TS 825
278	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar SW türü bloklarla)	1000	0.32	0.00	5	10				TS 825
279	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	450	0.16	0.00	5	10				TS 825
280	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	500	0.17	0.00	5	10				TS 825
281	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	550	0.18	0.00	5	10				TS 825
282	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	600	0.19	0.00	5	10				TS 825
283	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	650	0.20	0.00	5	10				TS 825

284	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	700	0.21	0.00	5	10				TS 825
285	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	800	0.23	0.00	5	10				TS 825
286	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	900	0.26	0.00	5	10				TS 825
287	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (SW türü bloklarla)	1000	0.29	0.00	5	10				TS 825
288	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla)	500	0.26	0.00	5	10				TS 825
289	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar	600	0.29	0.00	5	10				TS 825
290	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar	700	0.32	0.00	5	10				TS 825
291	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar	800	0.35	0.00	5	10				TS 825

292	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla) 1 sıra boşluklu; genişlik 115 mm, 1 sıra boşluklu; genişlik 150 mm, 1 sıra boşluklu; genişlik 175 mm, < 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm, < 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm, < 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm, < 5 sıra boşluklu genişlik < 425 mm, 6 sıra boşluklu; genişlik < 490 mm olan bloklarda	450	0.28	0.00	5	10				TS 825
293	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar	500	0.29	0.00	5	10				TS 825
294	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar	550	0.31	0.00	5	10				TS 825
295	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	600	0.32	0.00	5	10				TS 825
296	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	650	0.34	0.00	5	10				TS 825

297	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	700	0.36	0.00	5	10				TS 825
298	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>			800	0.41	0.00	5	10				TS 825
299	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	900	0.46	0.00	5	10				TS 825
300	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1000	0.52	0.00	5	10				TS 825
301	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1200	0.60	0.00	5	10				TS 825
302	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1400	0.72	0.00	5	10				TS 825
303	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1600	0.76	0.00	5	10				TS 825

304	<u>Kaçir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla) < 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm , < 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm, < 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm, < 5 sıra boşluklu genişlik < 490 mm, 6 sıra boşluklu; genişlik < 490 mm olan bloklarda	450	0.23	0.00	5	10				TS 825
305	<u>Kaçir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	500	0.25	0.00	5	10				TS 825
306	<u>Kaçir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla),	550	0.27	0.00	5	10				TS 825
307	<u>Kaçir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	600	0.28	0.00	5	10				TS 825
308	<u>Kaçir duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	650	0.30	0.00	5	10				TS 825

309	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	700	0.32	0.00	5	10				TS 825
310	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	800	0.36	0.00	5	10				TS 825
311	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	900	0.40	0.00	5	10				TS 825
312	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1000	0.52	0.00	5	10				TS 825
313	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1200	0.60	0.00	5	10				TS 825
314	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1400	0.72	0.00	5	10				TS 825
315	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	1600	0.75	0.00	5	10				TS 825

316	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Normal betondan boşluklu briket ve bloklarla yapılan duvarlar 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm , 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm, 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm, olan bloklarda	1800	0.92	0.00	20	30				TS 825
317	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	Normal betondan boşluklu briket ve bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun)	1800	1.30	0.00	20	30				TS 825
318	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	1600	0.81	0.00	1	1				TS 825-izoder
319	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	1800	1.16	0.00	1	1				TS 825-izoder
320	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	2300	1.74	0.00	1	1	1000	AD_L2 SBEM		TS 825-izoder
321	<u>Kağır duvarlar (harç fugaları- derzleri dâhil)</u>	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar	2600	2.56	0.00	1	1				TS 825-izoder
322	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	600	0.13	0.89	40	40	1700	BR 443		TS 825
323	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap	Kayın	800	0.20	0,94	40	40			1	TS 825
324	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap	meşe	800	0.20	0,91	40	40				TS 825
325	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap	ladın, çam	800	0.20	0.89	40	40			1	TS 825
326	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap	dişbudak	800	0.20	0,85	40	40	1255	DOE2 ASHREA	1	TS 825
327	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Kontrplâk , kontrtabla	800	0.13	0.00	50	400	1500	SBEM		TS 825
328	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Ahşap yonga levhalar: Yatık yongalı levhalar	700	0.13	0.00	50	100	1500	SBEM		TS 825
329	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Ahşap yonga levhalar: Dik yongalı levhalar	700	0.17	0.00	20	20	1500	AD_L2 (2002 EDITION)		TS 825
330	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Sert ve orta sert odun lifi levhalar	600	0.13	0.00	70	70	2510	DOE2 ASHREA		TS 825

331	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Sert ve orta sert odun lifi levhalar	800	0.15	0.00	70	70				TS 825
332	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Sert ve orta sert odun lifi levhalar	1000	0.17	0.00	70	70	1255	DOE2 ASHREA		TS 825
333	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Hafif odun lifi levhalar	200	0.05	0.00	5	5				TS 825
334	<u>Ahşap ve Ahşap Mamulleri</u>	Ahşap mamulleri	Hafif odun lifi levhalar	300	0.06	0.00						TS 825
335	<u>Kaplamalar</u>	Döşeme kaplamaları	Linolyum	1200	0.17	0.00	800	800	1400	EN 12524		TS 825
336	<u>Kaplamalar</u>	Döşeme kaplamaları	Mantarlı linolyum	700	0.08	0.00	1500	1500				TS 825
337	<u>Kaplamalar</u>	Döşeme kaplamaları	Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC)	1500	0.23	0.92	50000	50000	1400	EN 12524		TS 825
338	<u>Kaplamalar</u>	Döşeme kaplamaları	Halı vb. kaplamalar	200	0.06	0.00	5	5	1300	EN 12524		TS 825
339	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	Mastik asfalt kaplama > 7 mm	2000	0.70	0.93	1	1	1000	EN 12524	1	TS 825
340	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	Bitümlü karton	1100	0.19	0.00	2000	2000	1000	EN 12524		TS 825
341	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	1200	0.19	0.00	14000	14000				TS 825
342	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	0,01 mm Alüminyum folyolu bitümlü pestil	900	0.19	0.00	100000	100000		ad-I2 sbem		TS 825
343	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	3500	0.19	0.00	20000	20000				TS 825
344	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	Cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran	2000	0.19	0.00	14000	14000				TS 825
345	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	Poliyeten folyo	1000	0.19	0.00	80000	80000	1000	CE71 (2004)		TS 825
346	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	PVC örtü	1200	0.19	0.00	42000	42000	900	EN 10456		TS 825
347	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	PIB polyisobütülen örtü	1600	0.26	0.00	300000	300000	1100	EN 12524		TS 825
348	<u>Kaplamalar</u>	Suya karşı yalıtım kaplamaları	ECB etilen kopolimer örtü	1000	0.19	0.00	80000	80000				TS 825
350	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Kalınlık d < 25 mm	550	0.15	0.00	2	5				TS 825
351	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Kalınlık d ≥ 25 mm	550	0.15	0.00	2	5				TS 825
352	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Ahşap yünü levhalar	400	0.07	0.00	2	5	1470	EN 12524		TS 825
353	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Ahşap yünü levhalar	400	0.07	0.00	2	5	1470	EN 12524		TS 825
354	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Ahşap yünü levhalar	400	0.08	0.00	2	5	1470	EN 12524		TS 825

355	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Ahşap yünü levhalar	400	0.08	0.00	2	5	1470	EN 12524		TS 825
356	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Ahşap yünü levhalar	400	0.09	0.00	2	5				TS 825
357	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap yünü levhalar	Ahşap yünü levhalar	400	0.09	0.00	2	5	1470	EN 12524		TS 825
358	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Poliüretan (PUR)	45	0.04	0.00	30	100	1400	EN 12524		TS 825
359	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Poliüretan (PUR)	45	0.04	0.00	30	100	1400	EN 12524		TS 825
360	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Reçine - formaldehit köpüğü (UF)	10	0.04	0.00	1	3				TS 825
361	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Reçine - formaldehit köpüğü (UF)	10	0.04	0.00	1	3				TS 825
362	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Polistiren – Parçacıklı köpük	15	0.04	0.00	20	50				TS 826
363	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Polistiren – Parçacıklı köpük	20	0.04	0.00	30	70				TS 827
364	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Polistiren – Parçacıklı köpük	30	0.04	0.00	40	100	1300			TS 828
365	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Ekstrüde polistiren köpüğü	25	0.03	0.00	80	250				TS 825
366	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Ekstrüde polistiren köpüğü	25	0.04	0.00	80	250	1450	EN12524		TS 825
367	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Ekstrüde polistiren köpüğü	25	0.04	0.00	80	250	1300	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
368	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Ekstrüde polistiren köpüğü - Bina su yalıtımının dış tarafında, örneğin çatı örtüsünün	30	0.03	0.00	80	250	1300	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
369	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Ekstrüde polistiren köpüğü - Bina su yalıtımının dış tarafında, örneğin çatı örtüsünün Isıl iletkenlik grubu 035	30	0.04	0.00	80	250	1300	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
370	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Ekstrüde polistiren köpüğü - Bina su yalıtımının dış tarafında, örneğin çatı örtüsünün	30	0.04	0.00	80	250	1300	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
371	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Poliüretan sert köpük	30	0.03	0.00	30	100	1000	CE71 (2004) SBEM		TS 825
372	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Poliüretan sert köpük	30	0.03	0.00	30	100	1800	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825

373	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Poliüretan sert köpük Isıl iletkenlik grubu 035	30	0.04	0.00	30	100	1800	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
374	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	Poliüretan sert köpük	30	0.04	0.00	30	100	1800	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
375	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar	Fenolik sert köpük	30	0.03	0.00	10	50	1700	EN 12524		TS 825
376	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar	Fenolik sert köpük	30	0.04	0.00	10	50	1700	EN 12524		TS 825
377	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar	Fenolik sert köpük	30	0.04	0.00	10	50	1700	EN 12524		TS 825
378	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar	Fenolik sert köpük	30	0.05	0.00	10	50	1700	EN 12524		TS 825
379	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)	500	0.04	0.00	1	1	1030	AD_L2 (2002) SBEM		TS 825
380	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)	500	0.04	0.00	1	1	750	SBEM		TS 825
381	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)	500	0.05	0.00	1	1				TS 825
382	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü	125	0.05	0.00	1500	1500				TS 825
383	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü	125	0.05	0.00	1500	1500				TS 825
384	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü	125	0.06	0.00	1500	1500				TS 825
385	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü	125	0.06	0.00	1500	1500				TS 825
386	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında	125	0.05	0.00	1500	1500				TS 825
387	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında	125	0.05	0.00	1500	1500				TS 825
388	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Cam köpüğü	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında	125	0.06	0.00	1500	1500				TS 825
389	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.04	0.00	5	5				TS 825
390	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.04	0.00	5	5				TS 825
391	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.05	0.00	5	5				TS 825
392	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.05	0.00	5	5				TS 825

393	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.06	0.00	5	5				TS 825
394	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.06	0.00	5	5				TS 825
395	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.07	0.00	5	5				TS 825
396	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları	300	0.07	0.00	5	5				TS 825
397	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar	500	0.05	0.00	5	10				TS 825
398	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar	500	0.05	0.00	5	10	1500	EN 12524		TS 825
399	<u>Isı Yalıtım Malzemeleri</u>	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar	500	0.06	0.00	5	10	1500	EN 12524		TS 825
400	<u>döşeme kaplamaları</u>	kauçuk	kauçuk	1200	0.17	0.52	10000	10000	1400	EN ISO 10456	3	EN 10456
401	<u>döşeme kaplamaları</u>	Mat, gözenekli kauçuk veya plastik	Mat, gözenekli kauçuk veya plastik	270	0.10	0.86	10000	10000	1400	EN ISO 10456	3	EN 10456
402	<u>döşeme kaplamaları</u>	Mat, keçe	Mat, keçe	120	0.05	0.00	20	20	1300	EN ISO 10456		EN 10456
403	<u>döşeme kaplamaları</u>	Mat, yün	Mat, yün	200	0.06	0.00	20	20	1300	EN ISO 10456		EN 10456
404	<u>döşeme kaplamaları</u>	Mat, mantar	Mat, mantar	200	0.05	0.00	20	20	1500	EN ISO 10456		EN 10456
405	<u>döşeme kaplamaları</u>	Karo, mantar	Karo, mantar	400	0.07	0.00	40	40	1500	EN ISO 10456		EN 10456
406	<u>metaller</u>	aliminyum	çok parlatılmış levha	2800	160.00	0.05	∞	∞	880	EN ISO 10456	3	EN 10456
407	<u>metaller</u>	aliminyum	parlatılmış folyo	2800	160.00	0.04	∞	∞	880	EN ISO 10456	3	EN 10456
408	<u>metaller</u>	aliminyum	parlatılmış levha	2800	160.00	0.10	∞	∞	880	EN ISO 10456	3	EN 10456
409	<u>metaller</u>	aliminyum	yüksek oksitli	2800	160.00	0.27	∞	∞	880	EN ISO 10456	3	EN 10456
410	<u>metaller</u>	pirinç	çok parlatılmış	8400	120.00	0.03	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
411	<u>metaller</u>	pirinç	parlatılmış	8400	120.00	0.09	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
412	<u>metaller</u>	pirinç	mat	8400	120.00	0.22	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
413	<u>metaller</u>	pirinç	oksitli	8400	120.00	0.60	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
414	<u>metaller</u>	bakır	çok parlatılmış	8900	380.00	0.02	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456

415	<u>metaller</u>	bakır	parlatılmış	8900	380.00	0.05	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
416	<u>metaller</u>	bakır	siyırılmış,parlak	8900	380.00	0.07	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
417	<u>metaller</u>	bakır	çok az parlatılmış	8900	380.00	0.15	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
418	<u>metaller</u>	bakır	siyah oksitlenmiş	8900	380.00	0.78	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
419	<u>metaller</u>	demir	çok parlatılmış, elektrolitik	7500	50.00	0.06	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
420	<u>metaller</u>	demir	parlatılmış	7500	50.00	0.24	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
421	<u>metaller</u>	demir	zımparalanmış pürüzsüz	7500	50.00	0.24	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
422	<u>metaller</u>	demir	işlenmiş demir, parlatılmış	7500	50.00	0.28	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
423	<u>metaller</u>	demir	döküm	7500	50.00	0.44	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
424	<u>metaller</u>	demir	demir levha,asitle temizlenmiş, paslandırılmış	7500	50.00	0.61	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
425	<u>metaller</u>	demir	dökme, 1100° F de oksitlendirilmiş	7500	50.00	0.70	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
426	<u>metaller</u>	demir	pürüzlü, güçlü oksitlenmiş	7500	50.00	0.95	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
427	<u>metaller</u>	kurşun	parlatılmış	11300	35.00	0.07	∞	∞	130	EN ISO 10456	3	EN 10456
428	<u>metaller</u>	kurşun	pürüzlü oksitlenmemiş	11300	35.00	0.43	∞	∞	130	EN ISO 10456	3	EN 10456
429	<u>metaller</u>	kurşun	1100° F de oksitlendirilmiş	11300	35.00	0.63	∞	∞	130	EN ISO 10456	3	EN 10456
430	<u>metaller</u>	çelik	parlatılmış levha	7800	50.00	0.10	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
431	<u>metaller</u>	çelik	yumuşak çelik, parlatılmış	7800	50.00	0.29	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
432	<u>metaller</u>	çelik	pürüzlü okside katmanlı levha	7800	50.00	0.81	∞	∞	450	EN ISO 10456	3	EN 10456
433	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, östenitik	paslanmaz çelik, östenitik	7900	17.00	0.20	∞	∞	500	EN ISO 10456		EN 10456
434	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	parlatılmış	7900	30.00	0.07	∞	∞	460	EN ISO 10456	2	EN 10456
435	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	TİP 301, parlatılmış	7900	30.00	0.16	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456
436	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	TİP 310, pürüzsüz	7900	30.00	0.39	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456
437	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	TİP 316, parlatılmış	7900	30.00	0.28	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456

438	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	TİP 304, folyo	7900	30.00	0.05	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456
439	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	inconel X, folyo	7900	30.00	0.10	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456
440	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	inconel X, parlatılmış	7900	30.00	0.20	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456
441	<u>metaller</u>	paslanmaz çelik, feritik	inconel B, parlatılmış	7900	30.00	0.21	∞	∞	460	EN ISO 10456	3	EN 10456
442	<u>metaller</u>	çinko	parlatılmış	7200	110.00	0.04	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
443	<u>metaller</u>	çinko	galvenize levha, çok parlak	7200	110.00	0.23	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
444	<u>metaller</u>	çinko	oksitlenmiş gri	7200	110.00	0.25	∞	∞	380	EN ISO 10456	3	EN 10456
445	<u>plastikler, katı</u>	akrilik	akrilik	1050	0.20	0.00	10000	10000	1500	EN ISO 10456		EN 10456
446	<u>plastikler, katı</u>	polikarbonat	polikarbonat	1200	0.20	0.00	5000	5000	1200	EN ISO 10456		EN 10456
447	<u>plastikler, katı</u>	politetrafloroetilen	politetrafloroetilen	2200	0.25	0.00	10000	10000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
448	<u>plastikler, katı</u>	polivinilklorid	polivinilklorid	1390	0.17	0.00	50000	50000	900	EN ISO 10456		EN 10456
449	<u>plastikler, katı</u>	polimetilmetakrilat	polimetilmetakrilat	1180	0.18	0.00	50000	50000	1500	EN ISO 10456		EN 10456
450	<u>plastikler, katı</u>	Polyacetate	Polyacetate	1410	0.30	0.00	100000	100000	1400	EN ISO 10456		EN 10456
451	<u>plastikler, katı</u>	polyamid(naylon)	polyamid(naylon)	1150	0.25	0.00	50000	50000	1600	EN ISO 10456		EN 10456
452	<u>plastikler, katı</u>	polyamid 6.6 %25 fibrglas	polyamid 6.6 %25 fibrglas	1450	0.30	0.00	50000	50000	1600	EN ISO 10456		EN 10456
453	<u>plastikler, katı</u>	polietilen, yüksek yoğunluklu	polietilen, yüksek yoğunluklu	980	0.50	0.00	100000	100000	1800	EN ISO 10456		EN 10456
454	<u>plastikler, katı</u>	polietilen, düşük yoğunluklu	polietilen, düşük yoğunluklu	920	0.33	0.00	100000	100000	2200	EN ISO 10456		EN 10456
455	<u>plastikler, katı</u>	polistren	polistren	1050	0.16	0.00	100000	100000	1300	EN ISO 10456		EN 10456
456	<u>plastikler, katı</u>	polipropilen	polipropilen	910	0.22	0.00	10000	10000	1800	EN ISO 10456		EN 10456
457	<u>plastikler, katı</u>	polipropilen	polipropilen	1200	0.25	0.00	10000	10000	1800	EN ISO 10456		EN 10456
458	<u>plastikler, katı</u>	poliüretan(PU)	poliüretan(PU)	1200	0.25	0.00	6000	6000	1800	EN ISO 10456		EN 10456
459	<u>plastikler, katı</u>	epoksi reçinesi	epoksi reçinesi	1200	0.20	0.00	10000	10000	1400	EN ISO 10456		EN 10456
460	<u>plastikler, katı</u>	fenolik reçine	fenolik reçine	1300	0.30	0.00	100000	100000	1700	EN ISO 10456		EN 10456

461	<u>plastikler, katı</u>	polyester reçine	polyester reçine	1400	0.19	0.00	10000	10000	1200	EN ISO 10456		EN 10456
462	<u>Kauçuk</u>	Doğal	Sert	910	0.13	0.94	10000	10000	1100	EN ISO 10456	1	EN 10456
463	<u>Kauçuk</u>		yumuşak,gri	910	0.13	0.86	10000	10000			1	
464	<u>Kauçuk</u>	Neoprin (suni kauçuk)	Neoprin (suni kauçuk)	1240	0.23	0.00	10000	10000	2140	EN ISO 10456		EN 10456
465	<u>Kauçuk</u>	Bütıl (izobütan), katı/eriyik	Bütıl (izobütan), katı/eriyik	1200	0.24	0.00	200000	200000	1400	EN ISO 10456		EN 10456
466	<u>Kauçuk</u>	Köpük kauçuk	Köpük kauçuk	70	0.06	0.00	7000	7000	1500	EN ISO 10456		EN 10456
467	<u>Kauçuk</u>	Katı kauçuk (ebonit)	Katı kauçuk (ebonit)	1200	0.17	0.00	∞	∞	1400	EN ISO 10456		EN 10456
468	<u>Kauçuk</u>	EPDM	EPDM	1150	0.25	0.00	6000	6000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
469	<u>Kauçuk</u>	Poliizobütülen	Poliizobütülen	930	0.20	0.00	10000	10000	1100	EN ISO 10456		EN 10456
470	<u>Kauçuk</u>	Polisulfid	Polisulfid	1700	0.40	0.00	10000	10000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
471	<u>Kauçuk</u>	Bütadin	Bütadin	980	0.25	0.00	100000	100000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
472	<u>Macunlar</u>	Silislı jel (kurutucu)	Silislı jel (kurutucu)	720	0.13	0.00	∞	∞	1000	EN ISO 10456		EN 10456
473	<u>Macunlar</u>	Silikon, katkısız	Silikon, katkısız	1200	0.35	0.00	5000	5000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
474	<u>Macunlar</u>	Silikon, doldurulmuş	Silikon, doldurulmuş	1450	0.50	0.00	5000	5000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
475	<u>Macunlar</u>	Silikon köpük	Silikon köpük	750	0.12	0.00	10000	10000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
476	<u>Macunlar</u>	Poliüretan/üretan	Poliüretan/üretan	1300	0.21	0.00	60	60	1800	EN ISO 10456		EN 10456
477	<u>Macunlar</u>	PVC, esnek, %40 yumuşatıcılı	PVC, esnek, %40 yumuşatıcılı	1200	0.14	0.00	100000	100000	1000	EN ISO 10456		EN 10456
478	<u>Macunlar</u>	Elastomer köpük, esnek	Elastomer köpük, esnek	70	0.05	0.00	10000	10000	1500	EN ISO 10456		EN 10456
479	<u>Macunlar</u>	Poliüretan köpük	Poliüretan köpük	70	0.05	0.00	60	60	1500	EN ISO 10456		EN 10456
480	<u>Macunlar</u>	Polietilen köpük	Polietilen köpük	70	0.05	0.00	100	100	2300	EN ISO 10456		EN 10456
481	<u>Kaplamalar (diğer)</u>	Seramik/porselen	Seramik/porselen	2300	1.30	0.92	∞	∞	840	EN ISO 10456	1	EN 10456
482	<u>Alçı</u>	alçı	alçı	600	0.18	0.85	10	10	1000	EN ISO 10456	2	EN 10456
483	<u>Alçı</u>	alçı	alçı	900	0.30	0.85	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456

484	<u>Alçı</u>	alçı	alçı	1200	0.43	0.85	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
485	<u>Alçı</u>	alçı	alçı	1500	0.56	0.85	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
486	<u>Alçı</u>	alçıpan panel	alçıpan panel	700	0.21	0.00	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
487	<u>Alçı</u>	alçıpan panel	alçıpan panel	900	0.25	0.00	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
488	<u>Alçı</u>	alçı izolasyon sıvası	alçı izolasyon sıvası	600	0.18	0.00	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
489	<u>Alçı</u>	alçı sıva	alçı sıva	1000	0.40	0.00	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
490	<u>Alçı</u>	alçı sıva	alçı sıva	1300	0.57	0.00	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
491	<u>Alçı</u>	alçı, kum	alçı, kum	1600	0.80	0.00	10	10	1000	EN ISO 10456		EN 10456
492	<u>doğal taşlar</u>	doğal, tortul kaya, hafif	doğal, tortul kaya, hafif	1500	0.85	0.93	10000	10000	1000	EN ISO 10456	2	EN 10456
493	<u>doğal taşlar</u>	Kumtaşı (Silisli toprak)	Kumtaşı (Silisli toprak)	2600	2.30	0.87	40	40	1000	EN ISO 10456	2	EN 10456
494	<u>doğal taşlar</u>	Kireçtaşı, ekstra yumuşak	Kireçtaşı, ekstra yumuşak	1600	0.85	0.95	30	30	1000	EN ISO 10456		EN 10456
495	<u>doğal taşlar</u>	Kireçtaşı, yumuşak	Kireçtaşı, yumuşak	1800	1.10	0.95	40	40	1000	EN ISO 10456		EN 10456
496	<u>doğal taşlar</u>	Kireçtaşı, yarı sert	Kireçtaşı, yarı sert	2000	1.40	0.95	50	50	1000	EN ISO 10456		EN 10456
497	<u>doğal taşlar</u>	Kireçtaşı, sert	Kireçtaşı, sert	2200	1.70	0.95	200	200	1000	EN ISO 10456		EN 10456
498	<u>doğal taşlar</u>	Kireçtaşı, ekstra sert	Kireçtaşı, ekstra sert	2600	2.30	0.95	250	250	1000	EN ISO 10456	1	EN 10456
499	<u>doğal taşlar</u>	Doğal süngertaşı	Doğal süngertaşı	400	0.12	0.95	8	8	1000	EN ISO 10456		EN 10456
500	<u>bovalar</u>	mavi	mavi			0,94					1	EN 10456
501	<u>bovalar</u>	siyah	siyah			0,96					1	EN 10456
502	<u>bovalar</u>	yeşil	yeşil			0,92					1	EN 10456
503	<u>bovalar</u>	kırmızı	kırmızı			0,91					1	EN 10456
504	<u>bovalar</u>	beyaz	beyaz			0,93					1	EN 10456
505	<u>bovalar</u>	sarı	sarı			0,92					1	EN 10456
506	<u>bovalar</u>	bronz	bronz			0,57					1	EN 10456
507	<u>yağlı boya</u>	bütün renkler	bütün renkler			0,94					1	EN 10456

Not 1 - Cephe bileşeni tanımlanırken, ilk olarak dış cephe boyalı ise boyanın rengi malzeme listesinden seçilerek salım faktörü (emisivite) atanır.

Not 2 - Bileşen oluşturulurken malzemeler dıştan içe doğru tanımlanır.

Not 3 - Malzeme listesinde yer alan "Özgül Isı" (CP) değerleri çeşitli kaynaklardan elde edilmiş ancak tüm malzemeler için değerler bulunamamıştır. Ülkemizde malzemelerin özgül ısı değerleri veri tabanı oluşturulması durumunda ısı geçişi hesaplamalarına dahil edilebilecektir. O zamana kadar hesaplamalarda "Am" etkin kütle alanı ve "Cm" özgül ısı kapasitesi kullanılmaktadır.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

II.
BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
AYDINLATMA ENERJİSİ GEREKSİNİMLERİNİN
HESAPLANMASI

İÇİNDEKİLER

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ.....	3
Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri.....	3
Giriş.....	3
1 Kapsam	4
2 Atıf yapılan standart ve/veya dokümanlar	4
3 Terimler ve tanımlar.....	4
3.1 Yerleşik aygıtlar	5
3.2 Kontrol donatısı	5
3.3 Güç.....	5
3.3.1 Aygıt gücü (P_i).....	5
3.3.2 Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (P_n).....	5
3.3.3 Parazit güç.....	5
3.3.3.1 Aygıtla ilişkin parazit güç (P_{Pi}).....	5
3.3.3.2 Aygıtların otomatik kontrolüne ilişkin parazit güç, lambaların kapalı olduğu süre için (P_{ci})	5
3.3.3.3 Acil durum aydınlatması şarj gücü (P_{ei}).....	5
3.3.4 Bir hacim veya bölümün aydınlatma kontrolüne ilişkin toplam kurulu parazit güç (P_{pc}).....	5
3.3.5 Bir hacim veya bölümde acil durum aydınlatmasına ilişkin toplam şarj gücü (P_{em}).....	5
3.4 Enerji.....	5
3.4.1 Toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (W_i).....	5
3.4.2 Aydınlatma için tüketilen toplam enerji ($W_{L,t}$).....	6
3.4.3 Aygıtla ilişkin parazit enerji tüketimi (W_{Pt})	6
3.5 Zaman.....	6
3.5.1 İşletim süresi (t).....	6
3.5.2 Yıllık işletim süresi (t_o)	6
3.5.3 Standart yıl (t_y).....	6
3.5.4 Gün saatleri kullanımı (t_D).....	6
3.5.5 Gün saatleri dışında kullanım (t_N)	6
3.5.6 Acil durum aydınlatması şarj süresi (t_e).....	6
3.6 Kullanılan alan (A)	6
3.7 Bağımlılık faktörleri	6
3.7.1 Güneş ışığı bağımlılık faktörü (F_D).....	6
3.7.2 Kullanıma bağlı faktör (F_O)	6
3.7.3 Yokluk faktörü (F_A).....	6
3.7.4 Sabit aydınlık faktörü (F_C).....	6
3.8 Bakım faktörü (MF).....	6
3.9 Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (AESG).....	7
4 Aydınlatma enerjisinin hesaplanması.....	7
4.1 Toplam aydınlatma enerjisi	7
4.1.1 Toplam enerjinin belirlenmesi	7
4.1.2. Yıllık toplam aydınlatma enerjisi	8
4.2. Aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi.....	8
5 Ölçüm.....	8
5.1. Genel	8
5.2 Güç ayırımı.....	8
5.3 Uzaktan ölçüm.....	8
6 Binalarda aydınlatma enerjisinin hesaplanması.....	8
6.1. Kurulu aydınlatma gücü	8
6.1.1. Genel	8
6.1.2. Aygıtlar.....	9
6.1.3. Aygıt gücü (P_i).....	9
6.1.4. Parazit güç (P_{ci} ve P_{ei}).....	9
6.2. Hesaplama yöntemleri	9
6.2.1. Hızlı yöntem	9
6.2.1.1 Konutlar için aydınlatma enerjisi hesaplanması.....	9
6.2.1.2 Konutların çekirdek alanları için hesap adımları	11

6.2.1.3 Konut binalarının aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesi.....	11
6.2.2. Kapsamlı yöntem	12
6.2.2.1. Güneşiği bağımlık faktörünün ($F_{D,n}$) belirlenmesi	12
6.2.2.2. Kullanıma bağlı faktörün belirlenmesi $F_{O,n}$	13
6.2.3. Sabit aydınlık faktörünün belirlenmesi F_c	13
6.2.4. Yıllık toplam aydınlatma enerjisinin ve Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesinin hesaplanması	13
Ele alınan binada bir hacim veya bölüme ilişkin aydınlatma için harcanan toplam enerjinin belirlenmesi eşitlikler (6), (7) ve (8) kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu eşitliklerde yer alan değişkenlerin alacakları değerlerin belirlenmesi Ek C, D, E, F ve G'de açıklanmıştır.	13
7 Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri.....	13
8 Aydınlatma tasarımı ve uygulama	13
Ek A Aydınlatma sistemi enerji gereksiniminin ölçülmesi.....	15
Ek B Toplam aydınlatma enerjisinin ve ilgili parazit gücün hesaplanması için yöntem.....	18
B.1 Giriş.....	18
B.2 Normal çalışma koşullarında aydınlatma gereçlerinin test ölçümleri	18
B.3 Standart test koşulları.....	18
B.4 Elektriksel ölçüm cihazları	18
B.5 Test edilecek aydınlatma aygıtları.....	18
B.6 Test gerilimi.....	18
B.7 Aygıt gücü (P_i).....	18
B.8 Lambaların kapalı olması durumunda aygıt parazit gücü (P_{pi})	18
B.9 Acil durum aydınlatması parazit giriş gücü (P_{ei}).....	18
B.10 Aydınlatma kontrol sistemleri bekleme durumu parazit gücü (P_{ci}).....	18
B.11 Kurulu olan aydınlatma sistemleri için varsayılan güç.....	19
B.12 Kurulu olan aydınlatma sistemleri için varsayılan parazit güç	19
Ek C Güneşiği bağımlık faktörünün ($F_{D,n}$) belirlenmesi.....	20
C.1. Genel	20
C.2. Binanın bölümlendirilmesi.....	20
C.2.1. Dikdörtgen hacimler.....	21
C.2.1.1 Bir duvarda bir pencere durumu (Durum 1)	22
C.2.1.2. Bir duvarda birden çok pencere durumu (Durum 2)	22
C.2.1.3. Dikdörtgen hacimlerde birden çok duvarda bir veya birden çok pencere durumu	23
C.2.2. Diğer hacim biçimleri	27
C.3. Güneşiği sağlama	27
C.3.1. Düşey cepheler.....	27
C.3.1.1. Güneşiği faktörü sınıflandırması	27
Güneşiği etkisinin sınıflandırılması, D_c veya D değerleri göz önüne alınarak yapılır, düşük olan değer güneşiği etkisinin belirlenebilmesi için kabul edilir.....	32
C.3.1.2. Güneşiği sağlama faktörü.....	33
C.3. Güneşiğine Bağlı Yapma Aydınlatma Kontrolü ($F_{D,c}$).....	33
Ek D Kullanıma bağlı faktörün belirlenmesi F_o	35
D.1. Varsayılan değer.....	35
D.2. F_o değerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi	35
Ek E Sabit aydınlık faktörü F_c değerinin belirlenmesi	38
E.1 Giriş.....	38
E.2 Sabit aydınlık faktörü gücü	39
E.3 Sabit aydınlık faktörü F_c	39
Ek F Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri	40
Ek F.1 Aydınlatma Düzeyi Hesabı.....	40
Ek G Güneşiğinin çalışma saatleri ve kontrol sistemlerine etkisi	50
G 1-Gün uzunlukları ve çalışma saatleri ilişkisi.....	50
G.1.1. t_D ve t_N değerinin hesaplanması	50
Semboller.....	52
Kaynaklar.....	55

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri

Giriş

Bu hesaplama yöntemi, binalarda aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesine ilişkin düzenlemeleri ve binaların enerji performansının belirlenmesi için sayısal bir göstergenin hesaplanması yöntemini tanıtmak üzere hazırlanmıştır.

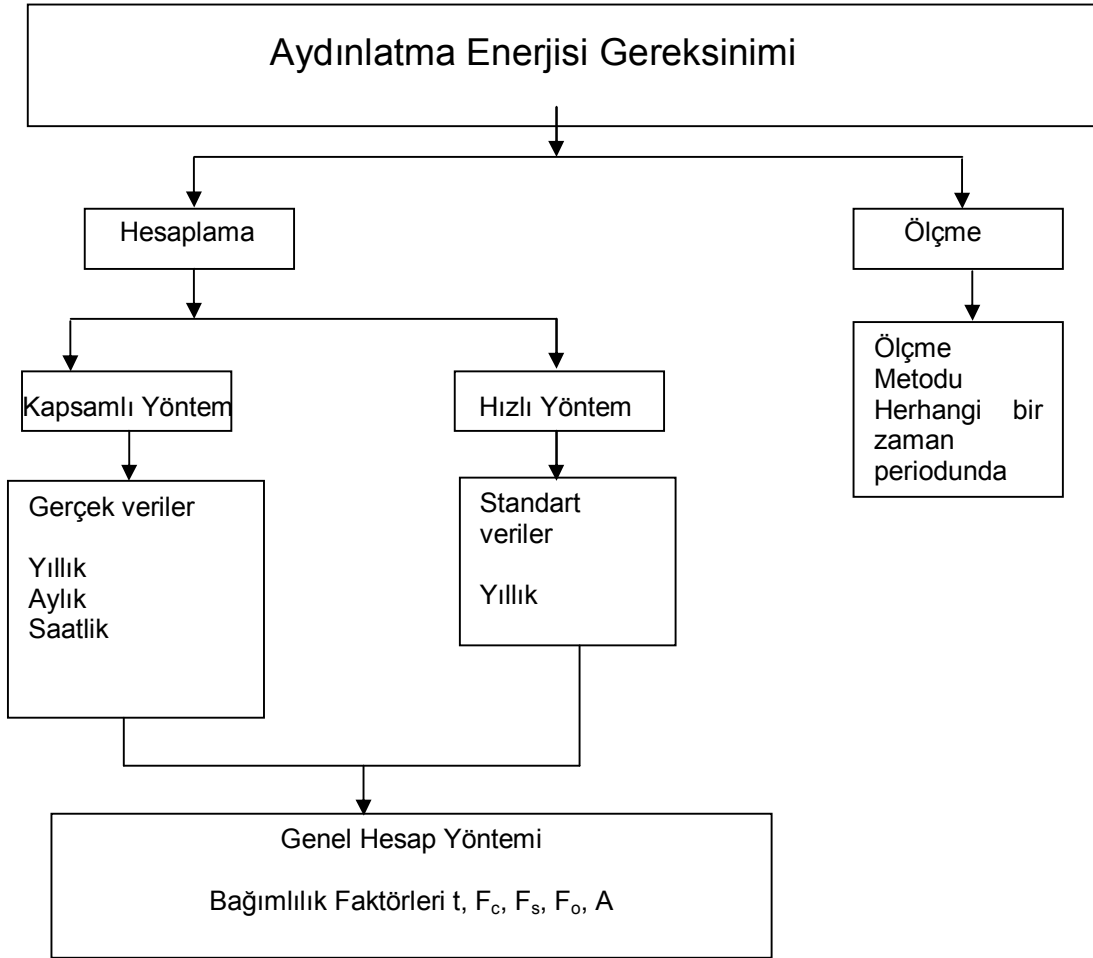
Binaların aydınlatılmasında doğru sistemlerin tasarlanmasının ve uygulanmasının önemi çok büyüktür, tasarım ve uygulamanın görsel konfor koşullarını sağlaması gerekmektedir. Yeni uygulamalar için tasarım, "EN 12464-1 Işık ve Aydınlatma-Çalışma alanlarının aydınlatılması-Bölüm 1:Çalışma alanları" standardına uygun olmalıdır.

Bu hesaplama yönteminde aydınlatma kontrolünün etkinliğine ilişkin veri sağlanması için, aydınlatma amaçlı tüketilen enerjinin ayrı olarak ölçülmesi teknikleri de açıklanmaktadır.

Aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesi yöntemi, sayısal gösterge için değerler vermenin yanı sıra ısıtma ve soğutma yükleri üzerindeki etkiye ilişkin veriler de sağlamaktadır.

Şekil 1'de yöntemin ana hatları ve sürece ilişkin akış verilmektedir.

Hesaplama yöntemi ve formatı Binalarda Enerji Performansı 2002/91/EC ile uygunluk sağlamaktadır.



Şekil 1. Aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesinde farklı yolları gösteren akış diyagramı

1 Kapsam

Bu hesaplama yöntemi, binalarda iç aydınlatma amacıyla tüketilen enerji miktarının değerlendirilmesine yönelik hesap adımlarını ve aydınlatma enerjisi gereksinimine ilişkin sertifikalandırma amacıyla kullanılacak bir sayısal göstergesi tanıtmaktadır. Bu yöntem, mevcut binalar için veya yeni veya yenilenecek binaların tasarımı için kullanılabilir. Ayrıca aydınlatmaya ayrılan enerji miktarına yönelik hedeflerin belirlenmesinde yol göstericidir. Bu belge ayrıca, binanın toplam enerji performansının belirlenmesinde kullanılmak üzere aydınlatma enerjisinin hesaplanması için bir yöntem sunmaktadır. Binalarda iç aydınlatma amacıyla tüketilen enerji miktarına aygıt kapsamında olmayan parazit güçler dahil edilmemiştir.

Binaya ait güçle beslenen cephe, açık alan otopark, güvenlik, bahçe gibi alanlara ilişkin dış aydınlatma yüksek bir miktar oluşturabilir. Bu durumda dış aydınlatmanın binanın toplam enerji harcaması açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerler Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi'ne veya ısıtma ve soğutma yüklerine dahil edilmez. Eğer aydınlatma yükü ölçümü gerçekleştiriliyorsa bu yükler ölçülen aydınlatma enerjisine dahil edilmelidir.

Bu hesaplama yönteminde, konutlar ve diğer binalar ele alınmıştır. Diğer binalar, Ofisler, Eğitim binaları, Hastaneler, Oteller, Restoranlar, Spor tesisleri, Toptan ve Perakende Satış alanları, İmalathaneler şeklinde sınıflandırılmıştır.

2 Atıf yapılan standart ve/veya dokümanlar

Bu yöntemde tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standart ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste hâlinde verilmiştir

IEC, ISO, EN vb No	Adı (İngilizce)	Adı (Türkçe)
EN 60598	Luminaires	Aygıtlar
EN 60570	Electrical supply track systems for luminaires	Aygıtlar için elektriksel bağlantılar
EN 61347	Lamp control gear	Lamba kontrol donanımı
EN 12193	Light and lighting — Sports Lighting	Işık ve Aydınlatma-Spor aydınlatması
EN 12464-1	Light and lighting — Lighting of work places — Part 1: Indoor work places	Işık ve Aydınlatma-Çalışma alanlarının aydınlatılması-Bölüm 1:İç çalışma alanları
EN 13032-1	Lighting applications — Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires — Part 1: Measurement and file format	Aydınlatma uygulamaları-Lamba ve aygıtların fotometrik verilerinin ölçülmesi ve sunumu-Bölüm 1:Ölçüm ve dosya formatı
EN 1838	Lighting applications — emergency lighting	Aydınlatma uygulamaları-Acil durum aydınlatması
EN15193	Energy performance of buildings — Energy requirements for lighting	Binaların Enerji Performansı- Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri

3 Terimler ve tanımlar

Bu standartta aşağıda verilen terimler ve tanımlar geçerlidir.

3.1 Yerleşik aygıtlar

Binada aydınlatmayı sağlayan sabit aygıtlar.

3.2 Kontrol donatısı

Lambaların kontrol edilmesini sağlayan bileşenler.

3.3 Güç

3.3.1 Aygıt gücü (P_i)

Aygıta ilişkin lambalar, kontrol donatısı ve kontrol devresinin parazit güç de dahil olmak üzere ana şebekeden çektiği elektrik gücü (Watt).

NOT: Bu veri aygıt üreticisi firmadan elde edilebilir.

3.3.2 Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (P_n)

Bir hacim veya bölümdeki tüm aygıtların gücü (Watt).

$$P_n = \sum_i P_i \text{ (W)} \quad (01)$$

3.3.3 Parazit güç

3.3.3.1 Aygıta ilişkin parazit güç (P_{pi})

Acil durum aydınlatma aygıtlarının şarj devrelerine ve aygıtların otomatik kontrolüne ilişkin bekleme durumunda ana şebekeden çekilen güç (Watt).

$$P_{pi} = P_{ci} + P_{ei} \text{ (W)} \quad (02)$$

3.3.3.2 Aygıtların otomatik kontrolüne ilişkin parazit güç, lambaların kapalı olduğu süre için (P_{ci})

Lambaların kapalı oldukları süre için aygıtların otomatik kontrolüne ilişkin parazit güç (Watt).

3.3.3.3 Acil durum aydınlatması şarj gücü (P_{ei})

Acil durum aydınlatma aygıtlarının şarj devrelerine ilişkin güç (Watt).

3.3.4 Bir hacim veya bölümün aydınlatma kontrolüne ilişkin toplam kurulu parazit güç (P_{pc})

Bir hacim veya bölümdeki tüm aygıtların kontrol sistemine ilişkin toplam güç (Watt).

$$P_{pc} = \sum_i P_{ci} \text{ (W)} \quad (03)$$

3.3.5 Bir hacim veya bölümde acil durum aydınlatmasına ilişkin toplam şarj gücü (P_{em})

Bir hacim veya bölümdeki acil durum aydınlatma aygıtlarının şarj devrelerine ilişkin toplam güç (Watt).

$$P_{em} = \sum_i P_{ei} \text{ (W)} \quad (04)$$

3.4 Enerji

3.4.1 Toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (W_t)

Bir hacim veya bölümde t zamanında aygıtlar devredeyken tüketilen güç ve aygıtlar devrede değilken tüketilen parazit enerji (kWh).

3.4.2 Aydınlatma için tüketilen toplam enerji ($W_{L,t}$)

Bir binada t zamanında aygıtlar devredeyken aydınlatma amacıyla tüketilen toplam enerji (kWh).

3.4.3 Aygıtla ilişkin parazit enerji tüketimi ($W_{P,t}$)

Bir t zamanında acil durum aydınlatma aygıtlarının şarj devreleri ve bekleme durumda kontrol sistemi tarafından tüketilen enerji (kWh).

3.5 Zaman

3.5.1 İşletim süresi (t)

Enerji tüketilen zaman aralığı (h).

3.5.2 Yıllık işletim süresi (t_o)

Yapma aydınlatma sisteminin yıllık toplam işletim süresi (h).

$$t_o = t_D + t_N \text{ (h)}$$

(05)

NOT: Bu değer binanın kullanım saatlerine bağlıdır.

3.5.3 Standart yıl (t_y)

Bir yıl içindeki toplam saatler, 8 760 h.

3.5.4 Gün saatleri kullanımı (t_D)

Gün saatleri içindeki işletim süresi (h).

3.5.5 Gün saatleri dışında kullanım (t_N)

Gün saatleri dışındaki işletim süresi (h).

3.5.6 Acil durum aydınlatması şarj süresi (t_e)

Acil durum aydınlatması bataryalarının şarj olduğu işletim süresi (h).

3.6 Kullanılan alan (A)

Binanın dış duvarları içinde kalan ve kullanılmayan bodrumlar ve aydınlatılmayan alanlar dışında kalan alanlar (m^2).

3.7 Bağımlılık faktörleri

3.7.1 Günişığı bağımlılık faktörü (F_D)

Bir hacim veya bölümde toplam kurulu aydınlatma gücünün günışığına bağlı tüketimine ilişkin faktör.

3.7.2 Kullanıma bağlı faktör (F_O)

Bir hacim veya bölümde toplam kurulu aydınlatma gücünün kullanım süresine bağlı tüketimine ilişkin faktör.

3.7.3 Yokluk faktörü (F_A)

Kullanıcının bulunmamasına ilişkin faktör

3.7.4 Sabit aydınlık faktörü (F_C)

Bir hacim veya bölümde toplam kurulu aydınlatma gücünün sabit aydınlık kontrolüne bağlı tüketimine ilişkin faktör. Sabit aydınlık faktörü, bir hacimde loşlaştırılabilir aydınlatma sistemi kontrolü olması durumunda hesaba katılmaktadır.

3.8 Bakım faktörü (MF)

Bir aydınlatma tesisatının belirli bir kullanım süresinden sonra çalışma düzleminde sağladığı ortalama aydınlığın yeni tesisatın sağladığı ortalama aydınlığa oranı.

NOT: Ayrıntılı bilgi için CIE Publication No 97, 2005 kaynağına bakılmalıdır.

3.9 Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (AESG)

Aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi binada tüketilen yıllık toplam aydınlatma enerjisine ilişkin sayısal göstergedir.

NOT: AESG, benzer işlevde fakat farklı boyut ve konfigürasyondaki binalarda tüketilen aydınlatma enerjisinin direkt olarak karşılaştırılması için kullanılabilir.

4 Aydınlatma enerjisinin hesaplanması

4.1 Toplam aydınlatma enerjisi

4.1.1 Toplam enerjinin belirlenmesi

Bir hacimde aydınlatma için herhangi bir zaman diliminde harcanan toplam enerji aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \text{ (kWh)} \quad (06)$$

Burada;

W_t : Aydınlatma için harcanan toplam enerji

$W_{L,t}$: Aydınlatma için harcanan enerji

$W_{P,t}$: Parazit güç için harcanan enerjidir.

$W_{L,t}$, Aydınlatma için harcanan enerji ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilmektedir:

$$W_{L,t} = \sum \{ (F_c \times F_o) \times [(t_D \times F_D \times F_N) + (t_N \times F_D)] \} / 1000 \text{ (kWh)} \quad (07)$$

Burada;

P_n : Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (W)

Toplam kurulu aydınlatma gücünün hesaplanması için kullanılan tüm lambalar, sayıları ve güçleri ile belirlenir. Tablo F.1'de piyasada mevcut çeşitli lamba tiplerine ilişkin değerler verilmektedir. Her tip için sayıya ve güce bağlı olarak belirlenen değerlerin toplamı P_n değerini vermektedir.

F_c : Sabit aydınlık faktörü

t_D : Gün saatleri kullanımı (h)

F_o : Kullanıma bağlı faktör

F_D : Güneş ışığı bağımlılık faktörü

t_N : Gün saatleri dışında kullanım (h)

$W_{P,t}$, Parazit güç için harcanan enerji ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$W_{P,t} = \sum \{ (P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)]) + (P_{em} \times t_{em}) \} / 1000 \text{ (kWh)} \quad (08)$$

Burada;

P_{pc} : Bir hacimdeki toplam parazit güç

t_y : Bir yıl içindeki toplam süre (h)

t_D : Gün saatleri kullanımı (h)

t_N : Gün saatleri dışında kullanım (h)

P_{em} : Bir hacimdeki acil durum aydınlatma aygıtlarının şarj güçlerinin toplamı

t_{em} : Acil durum aydınlatma aygıtlarının şarj süresidir (h)

Notlar:

- Toplam aydınlatma enerjisi saatlik, günlük, haftalık, aylık veya yıllık gibi istenen dönemler için, kullanılan bağımlılık faktörlerinin zaman aralığına bağlı olarak hesaplanabilmektedir.
- Mevcut binalarda aydınlatma enerjisinin ayrı ve direkt ölçümü ile $W_{P,t}$ ve $W_{L,t}$ değerleri daha doğru olarak belirlenebilmektedir.
- Bu belirlemede aygıtlardan uzaktaki ve aygıt dahil olmayan kontrol sistemleri tarafından tüketilen güç katılmamıştır. Bilindiği durumda eklenmelidir.
- Eşitlik (8) acil durum aydınlatması için merkezi bataryanın harcadığı gücü içermemektedir.

4.1.2. Yıllık toplam aydınlatma enerjisi

$$W = W_L + W_P \text{ (kWh/yıl)} \quad (09)$$

Burada, binada aydınlatma amaçlı tüketilen yıllık enerji (W_L) ve acil durum aydınlatmalarının şarj enerjisi ve aydınlatma kontrollerinin bekleme durumunda tüketilen enerjisi için tüketilen yıllık parazit enerji (W_P) sırasıyla eşitlik 7 ve 8 ile hesaplanmaktadır.

4.2. Aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi

Bir bina için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

$$AESG = W / A \text{ (kWh/m}^2 \text{ x yıl)} \quad (10)$$

Burada,

W: Aydınlatma için kullanılan toplam yıllık enerji (kWh/yıl)

A: Binanın toplam kullanılan alanıdır (m^2).

5 Ölçüm

5.1. Genel

Aydınlatma enerjisi tüketiminin aşağıdaki yöntemlerden birisi kullanılarak ayrı olarak ölçülmesi gerekmektedir.

- Elektrik dağıtımında aydınlatmaya ayrılan devrelerde kWh sayaçları
- Aydınlatma yönetimi sisteminde aydınlatma kontrol cihazlarıyla bütünleşmiş veya eklenmiş bölgesel güç sayaçları
- Bölgesel enerji tüketimini hesaplayabilen ve bu bilginin daha sonra binanın yönetim sisteminde kullanılmasını sağlayan bir aydınlatma yönetimi sistemi
- Bina bölümlerinin enerji tüketimini hesaplayabilen ve bu bilginin daha sonra kullanılmasını sağlayan (ör. Tablo biçiminde çıktılar) bir aydınlatma yönetimi sistemi
- Çalışma saatlerini ve loşlaştırma oranlarını kaydeden ve bunları kurulu güçle ilişkilendirebilen bir aydınlatma yönetimi sistemi

Not: Ölçülen değerler, binanın kullanıldığı zaman ölçülen gerçek kilowatt değerleri ile karşılaştırılmalıdır.

5.2 Güç ayırımı

Bina Yönetim Sistemi/Aydınlatma Yönetimi Sisteminin bölgelere ayrılması güç dağıtımı ile aynı biçimde olmalıdır.

5.3 Uzaktan ölçüm

- Tamamen bölgelere ayrılmış bir güç dağıtım sistemi olan binalar için önerilmektedir.
- Uzaktan ölçüm aynı zamanda aydınlatma yönetimi gibi akıllı sistemler için veri sağlamada kullanılabilir.

Not: Ek A'da ölçüm örnekleri verilmektedir.

6 Binalarda aydınlatma enerjisinin hesaplanması

6.1. Kurulu aydınlatma gücü

6.1.1. Genel

Binalarda aydınlatmaya ilişkin iki biçimde kurulu güç vardır, aygıtlara ilişkin güç ve parazit güç.

Aygıtlara ilişkin güç EN 12193 Spor tesisleri ve EN 12464-1 İç çalışma alanları aydınlatması standartlarına uygun olarak aydınlatma işlevini yerine getirmek üzere kullanılan güçtür.

Parazit güç ise, aydınlatma kontrol sistemlerine güç sağlayan ve EN 1838'e uygun olarak acil durum aydınlatmasının şarj edilmesini sağlayan güçtür.

6.1.2. Aygıtlar

Aygıtlar ve aygıtların elektriksel bileşenleri EN 60598, EN 60570 ve/ veya EN 61347 standartlarının ilgili bölümleri ile uyumlu olarak tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

6.1.3. Aygıt gücü (P_i)

Bir aygıtla ilişkin toplam güç (Watt). Ek B'ye göre belirlenir.

6.1.4. Parazit güç (P_{ci} ve P_{ei})

Parazit güç Ek B'ye göre belirlenir.

6.2. Hesaplama yöntemleri

6.2.1. Hızlı yöntem

Hızlı yöntemle göre binanın yıllık aydınlatma enerjisi belirlenirken eşitlik (9) kullanılmalıdır. Bu yöntem konut binalarında aydınlatma için tüketilen enerjinin belirlenmesinde konutların saatlik kullanım oranları temel alınarak uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında izlenen yol aşağıdaki adımlarda açıklanmıştır.

6.2.1.1 Konutlar için aydınlatma enerjisi hesaplanması

Konut alanı (A_{daire}), konut tipi müstakil ise tüm konut alanı, apartman ise daire alanı olarak hesaplanır. Yapma aydınlatma sisteminin tanımlanması için konutta kullanılan tüm lambalar, sayıları ve güçleri ile belirlenir. Tablo F.2'de piyasada mevcut çeşitli lamba tiplerine ilişkin değerler verilmektedir.

Konutta kullanılan her farklı lamba tipi için aşağıdaki işlem yapılır:

Lamba tipi 1 için:

$$P_{i1} = \text{lamba sayısı } (n_1) \times \text{gücü } (P_1) \quad (11)$$

Lamba tipi 2 için:

$$P_{i2} = \text{lamba sayısı } (n_2) \times \text{gücü } (P_2) \quad (12)$$

Lamba tipi n için:

$$P_{in} = \text{lamba sayısı } (n_n) \times \text{gücü } (P_n) \quad (13)$$

hesaplanır.

Aydınlatma sisteminin saatlik toplam enerji yükü ($P_{toplamlam}$) aşağıdaki eşitlikle belirlenir:

$$P_{toplamlam} = P_{i1} + P_{i2} + \dots + P_{in} \text{ (W)} \quad (14)$$

Ancak konutlarda saatlik aydınlatma enerjisi tüketimi hafta içi ve hafta sonu günlerdeki kullanım oranlarına bağlıdır. Saatlik hesaplama yapıldığında $P_{toplamlam}$ değerleri ait olduğu saate ilişkin Oran_{saat} değeri ile çarpılmalıdır. Bu değerler hafta içi ve hafta sonu günler için Tablo 6.1.'de verilmiştir. Günlük toplam aydınlatma enerjisi yükünün belirlenebilmesi için konutların gün saatlerindeki kullanım oranlarının toplam değeri hesaba katılmalıdır.

Günlük toplam aydınlatma enerjisi yükünün belirlenmesi

Hafta içi günler için

$$P_{HI} = P_{toplamlam} \times 8.095^* \quad (15)$$

Hafta sonu günler için

$$P_{HS} = P_{toplamlam} \times 8.355^* \quad (16)$$

***Not:** Bu değerler Tablo 6.1'de verilen konutların saatlik kullanım oranlarının günlük toplamıdır (Richardson, I., vd. 2008).

Aydınlatmadan kaynaklanan ısı yükünün hesaplanması:
(Bu değerler soğutma yüklerinin hesaplanması için kullanılmaktadır)

Enkandesan Lambalar için:

$$Q_{\text{saat}} = P_{\text{enk}} \times \text{Oran}_{\text{saat}} \times 0.5 \quad (17)$$

Örnek: $P_{\text{enk}} \times \text{Oran}_{00:00} = W_{\text{enk } 00:00}$

$$Q_{\text{enk } 00:00} = 0.5 \times W_{\text{enk } 00:00}$$

Fluoresan Lambalar için:

$$Q_{\text{saat}} = P_{\text{flo}} \times \text{Oran}_{\text{saat}} \times 0.35 \quad (18)$$

Kompakt Fluoresan Lambalar için:

$$Q_{\text{saat}} = P_{\text{kflo}} \times \text{Oran}_{\text{saat}} \times 0.35 \quad (19)$$

Tablo 6. 1. Konutların saatlik kullanım oranları

Konutlarda Kullanıma Bağlı Oran (Oran _{saat})					
Gün	Saat	Oran	Gün	Saat	Oran
Pazartesi - Cuma	00:00	0.26	Cumartesi - Pazar	00:00	0.30
	01:00	0.08		01:00	0.09
	02:00	0.04		02:00	0.06
	03:00	0.03		03:00	0.04
	04:00	0.02		04:00	0.03
	05:00	0.06		05:00	0.04
	06:00	0.09		06:00	0.07
	07:00	0.32		07:00	0.18
	08:00	0.32		08:00	0.21
	09:00	0.26		09:00	0.315
	10:00	0.25		10:00	0.345
	11:00	0.225		11:00	0.325
	12:00	0.22		12:00	0.315
	13:00	0.245		13:00	0.32
	14:00	0.24		14:00	0.31
	15:00	0.235		15:00	0.305
	16:00	0.285		16:00	0.32
	17:00	0.325		17:00	0.35
	18:00	0.79		18:00	0.77
	19:00	0.82		19:00	0.79
	20:00	0.82		20:00	0.78
	21:00	0.83		21:00	0.78
	22:00	0.80		22:00	0.75
	23:00	0.53		23:00	0.56

Not: Gün saatlerindeki kullanım oranları, günışığının yapma aydınlatma enerjisi tüketimine etkisinin hesaba katılması amacıyla %50 oranında azaltılarak alınmıştır (Richardson, I., vd. 2008).

Yıllık toplam aydınlatma enerjisi yükünün (W_{YIL}) hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$W_{\text{YIL}} = (52 \times 5 \times P_{\text{HI}}) + ((52 \times 2 + 1)) \times P_{\text{HS}} \text{ (kWh)} \quad (20)$$

Elde edilen W_{YIL} değeri, tek bir daire tipi için geçerlidir, örnek olarak daire tipi 1 için W_{YIL1} , daire tipi 2 için W_{YIL2} değerleri hesaplanır. Bir daireye veya müstakil bir konuta ilişkin AESG değerinin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik geçerlidir.

$$\text{AESG}_{\text{konut}} = W_{\text{YIL}} / A_{\text{daire}} \text{ (kWh/m}^2\text{x yıl)} \quad (21)$$

6.2.1.2 Konutların çekirdek alanları için hesap adımları

Apartmanlarda çekirdek alanının aydınlatma enerjisi gereksiniminin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için öncelikle çekirdek alan ($A_{\text{çekirdek}}$) hesaplanır.

$$A_{\text{çekirdek}} = A_{\text{çekirdekkat}} + \text{kat sayısı} \times A_{\text{çekirdekkat}} \quad (22)$$

Yapma aydınlatma sisteminin tanımlanması için çekirdekte kullanılan her farklı lamba tipi için aşağıdaki işlemler yapılır:

Lamba tipi 1 için:

$$P_{i1} = \text{lamba sayısı } (n_1) \times \text{gücü } (P_1) \quad (11)$$

Lamba tipi 2 için:

$$P_{i2} = \text{lamba sayısı } (n_2) \times \text{gücü } (P_2) \quad (12)$$

Lamba tipi n için:

$$P_{in} = \text{lamba sayısı } (n_n) \times \text{gücü } (P_n) \quad (13)$$

hesaplanır.

Çekirdek alan için aydınlatma sisteminin saatlik toplam gücü ($P_{\text{toplamlam}}$) aşağıdaki eşitlikle belirlenir:

$$P_{\text{toplamlam}} = P_{i1} + P_{i2} + \dots + P_{in} \text{ (W)} \quad (14)$$

Saatlik ve günlük aydınlatma enerjisi yüklerinin belirlenmesi için daire veya müstakil konutlar için geçerli olan eşitlik 15 ve 16'da verilen bağıntılar kullanılır. Konut içindeki kullanım oranları, çekirdek alan için de aynı kabul edilmiştir.

$$\text{Hafta içi günler için } (P_{\text{Hi}}) = P_{\text{toplamlam}} \times 8.095 \quad (15)$$

$$\text{Hafta sonu günler için } (P_{\text{HS}}) = P_{\text{toplamlam}} \times 8.355 \quad (16)$$

Çekirdek alanları için aydınlatma sisteminin yıllık enerji yükünün (W_{YIL}) hesaplanması:

$$W_{\text{YIL}} = (52 \times 5 \times P_{\text{Hi}}) + ((52 \times 2 + 1)) \times P_{\text{HS}} \text{ (kWh)} \quad (20)$$

Çekirdek alanları için aydınlatma sisteminin yıllık toplam enerji yükünün ($P_{\text{çekirdektoplamlamYIL}}$) hesaplanmasında otomatik kontrol ve acil durum aydınlatmasına ilişkin parazit yükler de eklenmelidir. Bu yıllık değerler net olarak belirlenmediği durumlarda, otomatik kontrol için 5 kW ve acil durum aydınlatması için 1 kW olarak alınmalıdır (EN 15193; 2006)

$$W_{\text{çekirdektoplamlamYIL}} = W_{\text{YIL}} + 5 \times A_{\text{çekirdek}} + 1 \times A_{\text{çekirdek}} \text{ (kWh)} \quad (23)$$

Apartmanlarda çekirdek alanı için hesaplanan aydınlatma enerjisi gereksinimi daire alanı ile orantılı olarak paylaştırılarak dairelerin toplam enerji tüketimine dahil edilmelidir.

6.2.1.3 Konut binalarının aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesi

Apartmanlarda tüm binaya ilişkin toplam aydınlatma enerjisi gereksiniminin hesaplanması için dairelere ilişkin değerler, daire sayıları ve çekirdek alana ilişkin değerler dikkate alınmalıdır. Daire tipi 1 için W_{YIL1} , Daire tipi 2 için W_{YIL2} , Daire tipi n için W_{YILn} değerleri hesaplanır.

Toplam konut alanlarının yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (W_K)

$$W_K = (W_{\text{YIL1}} \times \text{daire sayısı}) + (W_{\text{YIL2}} \times \text{daire sayısı}) \quad (24)$$

Toplam binanın yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (P_{bina})

$$W_{\text{bina}} = W_K + W_{\text{çekirdektoplamlamYIL}} \quad (25)$$

Binanın toplam alanı (A_{bina})

$$A_{\text{bina}} = [(A_{\text{daire1}} \times \text{sayısı}) + (A_{\text{daire2}} \times \text{sayısı}) + \dots + (A_{\text{dairen}} \times \text{sayısı})] + A_{\text{çekirdek}} \quad (26)$$

Konut binasının Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

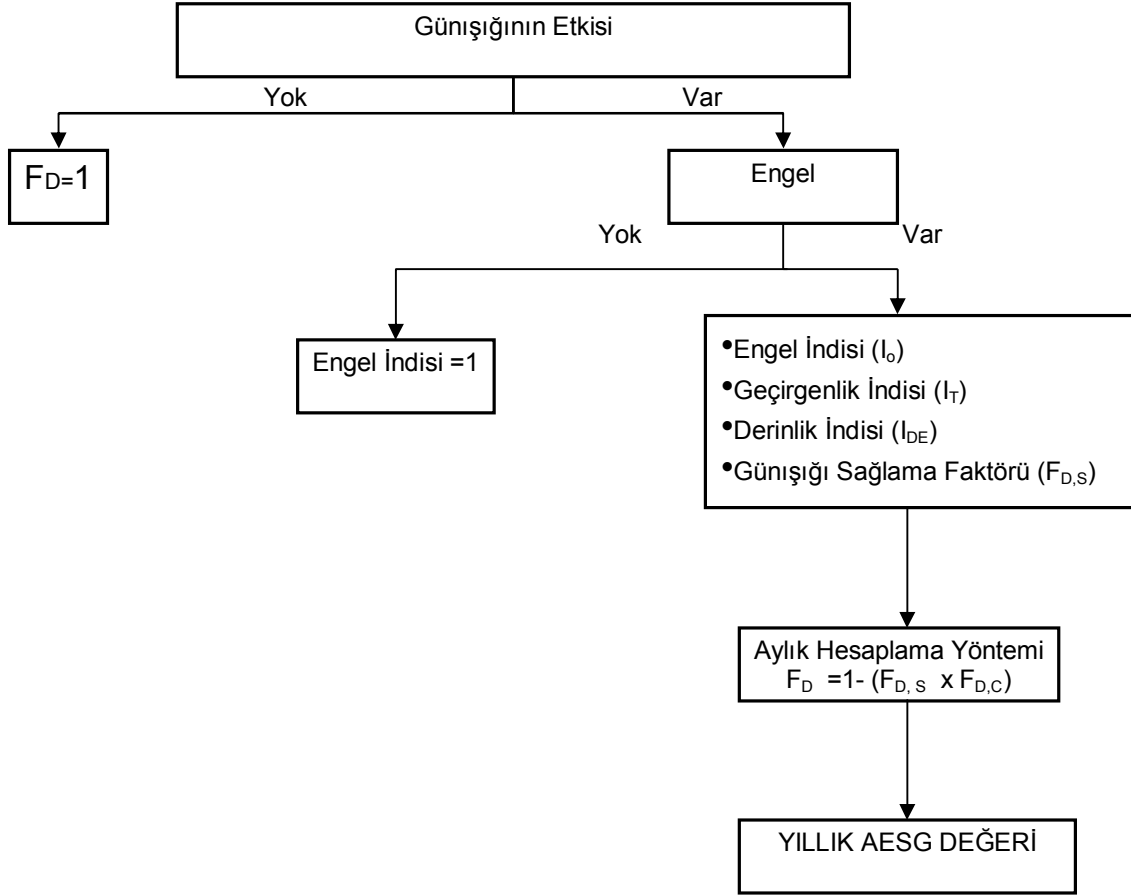
$$AESG_{\text{konutbina}} = W_{\text{bina}} / A_{\text{bina}} \text{ (kWh/m}^2 \times \text{yıl)} \quad (27)$$

6.2.2. Kapsamlı yöntem

Kapsamlı yöntem, aydınlatma enerjisinin yıllık veya aylık gibi farklı zaman aralıkları için daha net belirlenebilmesini sağlamaktadır.

Bu yöntem ofisler, eğitim binaları, hastaneler, oteller, restoranlar, spor tesisleri, toptan ve perakende satış alanları, imalathaneler gibi bina türleri için günışığı etkisini, kullanım oranlarını ve kontrol sistemini dikkate alarak aydınlatma enerjisi tüketimini hesaplamakta kullanılmaktadır.

Kapsamlı yöntemi kullanarak aydınlatma enerjisinin belirlenmesinde istenen zaman aralığı t için eşitlik (6) kullanılmalıdır.



Şekil 2 - Günüşiği bağımlılık faktörünün belirlenmesi ile ilgili akış diyagramı

Not 1. Günüşiği bağımlılık faktörü F_D 'nin bir hacim veya bölge için belirlenmesi Ek C'de açıklanmaktadır.

Not 2. Kullanıma bağlı faktör F_O 'nun bir hacim veya bölge için belirlenmesi Ek D'de açıklanmaktadır.

Not 3. Bu yöntem kullanım ve günüşiği miktarına ilişkin belirlemelere dayanarak herhangi bir zaman aralığı ve yöre için kullanılabilir.

6.2.2.1. Günüşiği bağımlılık faktörünün ($F_{D,n}$) belirlenmesi

Herhangi bir hacim için günüşiği bağımlılık faktörünün ($F_{D,n}$) yıllık veya aylık zaman dilimleri için belirlenmesinde Ek C'de tanıtılan yöntemler ve Şekil 2'de verilen akış izlenmelidir.

Bir oda veya bölüm için $F_{D,n}$ günüşiği bağımlılık faktörünün belirlenmesi günüşiği sağlama faktörü $F_{D,S,n}$ ve günüşiği bağımlı yapma aydınlatma kontrol faktörü $F_{D,C,n}$ değerlerinin fonksiyonu olarak gerçekleştirilmektedir.

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n})$$

(28)

Burada

$F_{D,S,n}$ belirli bir n bölümünde sağlanan günışığına dikkate alan günışığı sağlama faktörüdür. Bu değer belirli bir zaman aralığında, belirli bir bölüm için günışığının istenen aydınlık düzeyine katkısını ifade etmektedir. Ek C, C 2.1.2 ve C 2.2.2.

$F_{D,C,n}$ günışığı bağımlı yapma aydınlatma kontrol faktörüdür. Belirli bir n bölümü için yapma aydınlatmanın günışığına bağlı kontrol edilebilmesini dikkate almaktadır. Ek C, C 3.

Not 1. $F_{D,n}$ yıllık, aylık veya saatlik gibi farklı zaman dilimleri için belirlenebilmektedir, gün saatleri içindeki çalışma saatleri t_D ile uyumlu olmalıdır.

Not 2. Hacimlere giren günışığını artıran veya daha derin bölgelere iletilmesini sağlayan günışığı sistemleri de mevcuttur. Bu sistemler bu standarda dahil edilmemiştir, fakat günışığı faktörünün hesaplanması veya başka hesap yöntemleri ile F_D belirlenebilir.

Not 3. Günışığı almayan bölümlerde $F_D = 1$ alınacaktır.

Not 4. Ek C'de verilen yöntem günışığının iklim ve yöreye bağlı değerlerinin dikkate alınmasını gerektirmektedir.

6.2.2.2. Kullanıma bağlı faktörün belirlenmesi $F_{O,n}$

Bir hacim veya bölüm için kullanıma bağlı faktör $F_{O,n}$ değerinin belirlenmesi Ek D'de verilen yöntemle göre yapılmaktadır.

6.2.3. Sabit aydınlık faktörünün belirlenmesi F_c

Bir hacim veya bölüm için sabit aydınlık faktörü F_c değerinin belirlenmesi Ek E'de verilen yöntemle göre yapılmaktadır.

6.2.4. Yıllık toplam aydınlatma enerjisinin ve Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesinin hesaplanması

Ele alınan binada bir hacim veya bölüme ilişkin aydınlatma için harcanan toplam enerjinin belirlenmesi eşitlikler (6), (7) ve (8) kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu eşitliklerde yer alan değişkenlerin alacakları değerlerin belirlenmesi Ek C, D, E, F ve G'de açıklanmıştır.

Belirlenen yıllık toplam aydınlatma enerjisi (W) değeri, binada aydınlatma amaçlı tüketilen yıllık enerji miktarını (W_L), acil durum aydınlatmalarının şarj enerjisini ve aydınlatma kontrollerinin bekleme durumunda tüketilen parazit enerjisi (W_P) kapsamaktadır. Bu değer binanın toplam kullanılan alanlarına bölünmesi ile binada birim alana düşen aydınlatma enerjisi tüketimini belirleyen AESG değerleri hesaplanabilmektedir.

Bir bina için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

$$AESG = W / A \text{ (kWh/m}^2 \text{ x yıl)}$$

(10)

Burada,

W: Aydınlatma için kullanılan toplam yıllık enerji (kWh/yıl)

A: Binanın toplam kullanılan alanıdır (m^2).

7 Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri

Binaların toplam aydınlatma enerjisi gereksinimi Ek F'de verilen referans değerler ile karşılaştırılacaktır. Verilen değerler binalarda işleve bağlı olarak sağlanması gereken görsel konfor koşullarını ve günışığı kullanımını dikkate almaktadır. Değerler bina için ortalama değerlerdir ve bölümlere veya hacimlere göre farklılaşabilir.

8 Aydınlatma tasarımı ve uygulama

Aydınlatma sistemlerine ilişkin tasarım ve uygulama sürekli gelişmektedir ve aydınlatma enerjisi gereksinimi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Aşağıda başlıkları verilen bu etkenler EN 15193; 2006 Ek H'da ele alınmış ve tanıtılmıştır.

- Bağımsız loşlaştırma

Kişisel tercihlere bağılı olarak çalışma alanlarında aydınlatma sisteminin bölgesel olarak kontrol edilmesidir.

- Algoritmik ışık

Görsel olmayan biyolojik etkileri dikkate alarak aydınlık düzeyi, ışığın doğrultusu ve renk sıcaklığını otomatik değiştirebilen aydınlatma sistemidir.

- Işık tüpleri

Güneş ışığını ve günışığını binanın çatısındaki açıklıklardan içerideki aygıtlara taşıyan yansıtıcı iç yüzeylere sahip tüplerdir.

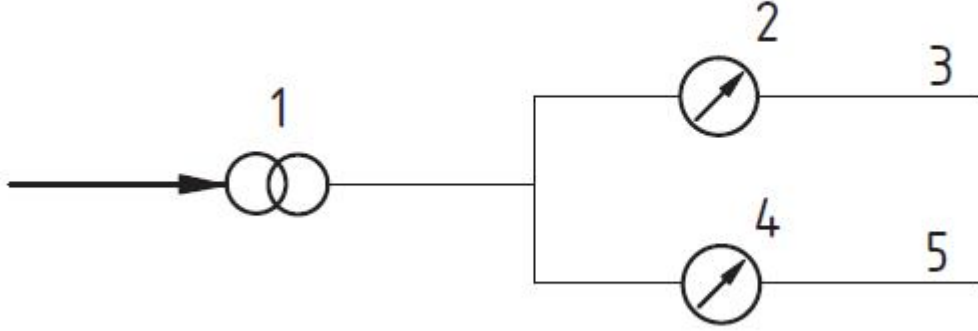
- Senaryo ayarlı sistemler

Farklı eylemler için farklı aydınlatma senaryolarının önceden ayarlanabildiği sistemlerdir.

- Günışığı iletimi

Kamaşma ve ısı kazancı gibi olumsuzlukları önleyerek hacimlerin derin bölümlerine yeterli günışığının taşınmasını hedefleyen enerji tasarrufu sağlayan sistemlerdir.

Ek A Aydınlatma sistemi enerji gereksiniminin ölçülmesi (Bilgi Amaçlı)



Şekil A.1. Elektrik enerjisi dağıtımında aydınlatma devreleri için ayrılan kWh sayaçlarının gösterimi

- 1 Şebeke
- 2 Diğer devrelerin kWh sayaçları
- 3 Güç devreleri
- 4 Aydınlatma için ayrılan kWh sayaçları
- 5 Aydınlatma devreleri

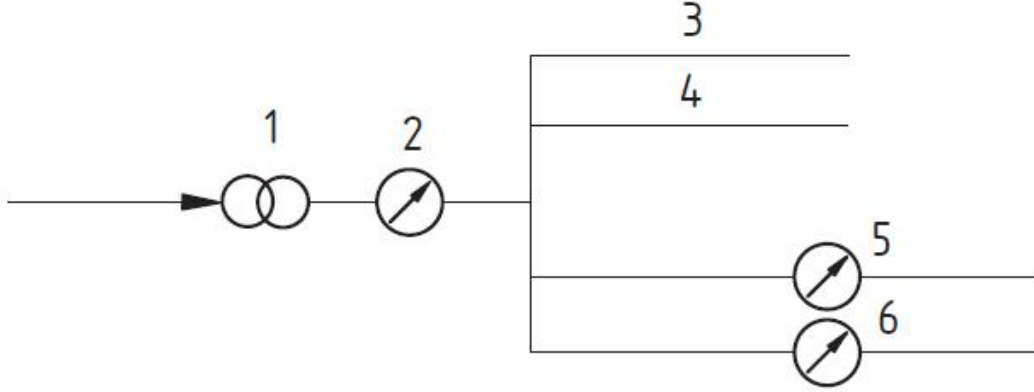
Şekil A.1'de aydınlatma sistemi için ayrılan kWh sayacı, elektrik sisteminin geri kalanı için ayrılan kWh sayacına paralel bağlanmıştır. Binanın toplam enerji gereksinimi, her iki sayaçtan okunan değerlerin toplamına eşittir.

$$W = W_{\text{aydınlatma ölçülen}} \text{ (kWh/yıl)} \quad (\text{A1})$$

Şekil A.2 örneğinde, her bir kattaki aydınlatma sistemleri için ayrılan kWh sayaçları merkez kWh sayacı ile seri bağlanmıştır. Bu durumda merkezi sayaçlar, aydınlatma enerjisi de dahil olmak üzere, binanın toplam enerji tüketimini kaydederler. İzleme sistemi için eşitlikler:

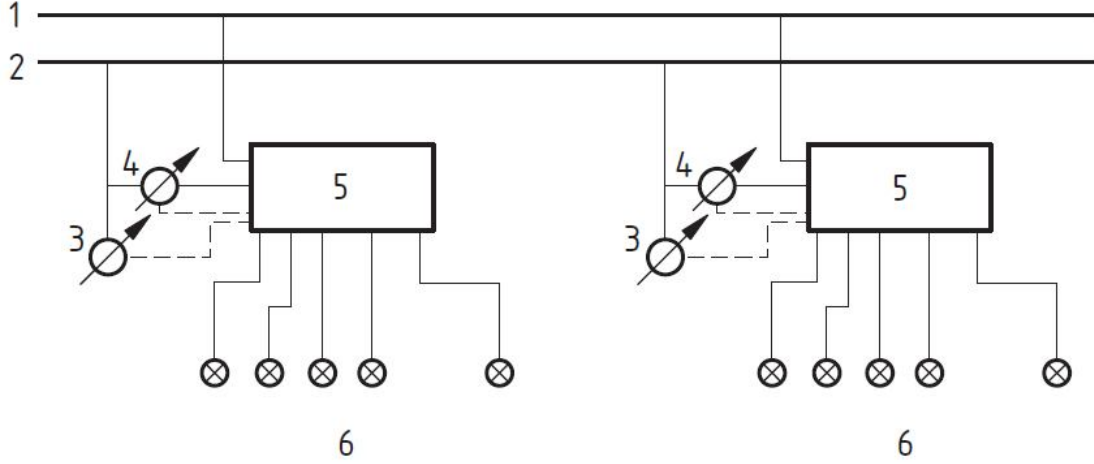
$$W = W_{\text{aydınlatma ölçülen}} = \sum_{\text{butun katlar}} (\text{kWh}_{\text{tarih}} - \text{kWh}_{(\text{tarih} - 12 \text{ ay})}) \text{ (kWh/yıl)} \quad (\text{A2})$$

Bölgesel kWh sayaçlarının değerleri okunup, bina yönetim sistemi ile beraber toplanabilir. Kullanım veya kontrol sistemine bağlı bir düzeltme yapmaya gerek duyulmaz.



Şekil A.2. Her bir katın aydınlatma devreleri için ayrılmış ölçüm

- 1.Şebeke
- 2.kWh sayacı- Toplam güç
- 3.Güç devresi 1
- 4.Güç devresi 2
- 5.kWh sayacı- Aydınlatma devresi 1
- 6.kWh sayacı- Aydınlatma devresi 2



Şekil A.3. Aydınlatma kontrollerinin giriş sinyalleri ile birlikte çalışan voltmetre ve ampermetreler

1. Şebeke
2. 230 V gerilimi
3. Voltmetre
4. Ampermetre
5. Aydınlatma kontrol birimleri
6. Aygıtlar

NOT: Bazı sistemler bir güç faktörü sayacı içerebilirler.

Bölgesel güç sayaçları aydınlatma yönetim sistemlerinin aydınlatma kontrol birimlerinin içinde yer alırlar. Böylece bölgesel olarak tüketilen güç bina yönetim sistemine iletilir.

Şekil A.3'te voltmetre ve ampermetreler veya wattmetreler her bir aydınlatma kontrol biriminin güç girişine konulmuştur. Aydınlatma kontrol sistemleri, bölgesel olarak tüketilen enerjiyi bu sayaçlardan aldıkları bilgileri zaman içinde toplayarak hesaplarlar. Bu değerler aydınlatma sistemi merkez bilgisayarına veya bina yönetim merkezine baralar ile iletilirler. Merkez bilgisayar bu bilgileri işler ve tüketilen enerjiyi birim alanda tüketilen aylık enerji ve/veya 12 ay içinde bir dönemde binanın toplam aydınlatma enerjisi ihtiyacı olarak çıkarır.

İzleme için eşitlikler:

$$W = W_{\text{aydınlatma ölçülen}} = \sum_{\text{butun kontrolörler}} \sum_{12 \text{ ay}} \text{(kWh bölgesel)} \text{(kWh/yıl)} \quad (\text{A3})$$

NOT 1: Aydınlatma kontrol sistemi tarafından kontrol edilmeyen aygıtların tükettiği enerji dahil edilmemiştir.

NOT 2: Dış kontaktörler tarafından dolaylı olarak kontrol edilen aygıtların tükettiği enerji dahil edilmemiştir.

Bir aydınlatma kontrol sistemi çalışma saatlerinin ve loşlaştırma oranlarının değerlerini, tanımlı olduğu yük için, bir veri tabanında kaydedebilmelidir. Aydınlatma yönetim sistemi bu verileri bina yönetim sistemine iletmeli veya okunabilir bir düzende vermelidir.

Aydınlatma kontrolörleri birim çıkış gücü ile birim aydınlatma yükü arasındaki zamanı toplar ve bu değerlerin baralar boyunca okunmasını sağlarlar.

NOT 3: Aydınlatma kontrol sistemi tarafından kontrol edilmeyen aygıtların tükettiği enerji dahil edilmemiştir.

NOT 4: Dış kontaktörler tarafından dolaylı olarak kontrol edilen aygıtların tükettiği enerji dahil edilmiştir.

Ek B Toplam aydınlatma enerjisinin ve ilgili parazit gücün hesaplanması için yöntem (Bilgi Amaçlı)

B.1 Giriş

Aydınlatma enerjisi giriş gücü ve parazit giriş gücü değerleri binanın aydınlatma enerjisi gereksinimi doğrultusunda enerji performansının hesaplanmasında kullanılmalıdır. Güç değerleri 10 Watt ve aşağısı için en yakın tam değere yuvarlanmalı, ve 10 W değerinin altında olduğunda iki basamaklı ifade edilmelidir. Her iki durumda da \pm %5 tolerans aralığı tanınmalıdır.

B.2 Normal çalışma koşullarında aydınlatma gereçlerinin test ölçümleri

Test ölçümlerinin amacı, aydınlatma gereçlerinin ve ilişkili parazit gücün (kontrol birimlerinin bekleme durumu giriş güçleri, sensörler ve acil durum aydınlatmasının şarj üniteleri) normal çalışma koşullarında ihtiyaç duyacakları toplam giriş gücünün, aydınlatma gereçlerinin çalışmak üzere tasarlandığı koşullara en yakın koşullarda belirlenmesidir. İdeal olarak bu aydınlatma gereçlerinin elektriksel ölçümleri fotometrik testlerle yapılmalıdır.

B.3 Standart test koşulları

Fotometrik ölçümler için standart test koşulları EN 13032-1 standartının 5.1, 5.2 ve 5.3 bölümlerine uygun olmalıdır.

B.4 Elektriksel ölçüm cihazları

Voltmetre, ampermetre ve wattmetreler Class Index 0.5 veya daha yüksek bir sınıfın gereksinimlerini karşılamalıdır.

B.5 Test edilecek aydınlatma aygıtları

Aydınlatma aygıtları üreticinin düzenli olarak ürettiği ürünlerden olmalıdır. Montaj yüksekliği aygıtların çalışmak üzere tasarlandıkları yükseklik olmalıdır.

B.6 Test gerilimi

Besleme terminallerindeki test gerilimi aygıtların çalışma gerilimi olmalı ve EN 13032-1 standartının 5.2.2 bölümüne uygun olmalıdır.

B.7 Aygıt gücü (P_i)

Aygıt gücü (P_i) B1-B6 maddelerine göre belirlenmeli veya üretici tarafından açıklanmalıdır. Bu değere normal tam çalışma durumu veya aygıtın bir loşlaştırma kontrol birimi içermesi durumunda da en yüksek ışık akısının elde edileceği durum için her bir lambanın, balastın ve diğer bileşenlerin kayıpları eklenmelidir.

B.8 Lambaların kapalı olması durumunda aygıt parazit gücü (P_{pi})

Aygıtın parazit gücü (P_{pi}), aygıtın bekleme durumunda harcadığı güç olarak tanımlanır. Kontrol edilen aygıtlar için bu güç dedektörlerin gücüdür. Acil durum aydınlatma aygıtları içinse aygıtların sürekli şarj edilen akülerinin gücüdür.

B.9 Acil durum aydınlatması parazit giriş gücü (P_{ei})

Acil durum aydınlatma aygıtlarında akülerin şarj edilmesi için gerekli olan parazit güç (P_{ei}) akülerini kendi içinde barındıran aygıtların sadece akü şarj modunda çalıştığı sürede harcadığı güçtür.

B.10 Aydınlatma kontrol sistemleri bekleme durumu parazit gücü (P_{ci})

Aygıtların lambaların çalışmadığı durumlarda, aydınlatma kontrolü ve dedektörler için bekleme durumunda tükettiği parazit güç (P_{ci}) aygıtın parazit gücü olarak adlandırılır.

B.11 Kurulu olan aydınlatma sistemleri için varsayılan güç

Aygıtların gücünün (P_i) bilinmediği, mevcut binalarda gücün hesaplanması aşağıdaki şekillerde yapılabilir.

a) Direkt olarak şebekeye bağlı olarak çalışan lambalar için (enkandesan lambalar, kendi balastını içeren floresan lambalar gibi) **(B1)**

(Lamba gücü) x (aygıt içindeki lamba sayısı)

b) Şebekeye bir transformatör veya ballast üzerinde bağlanan aygıtlar için;
1.2 x (Lamba gücü) x (aygıt içindeki lamba sayısı) **(B2)**

B.12 Kurulu olan aydınlatma sistemleri için varsayılan parazit güç

Tüketilen parazit enerjinin bilinmediği mevcut binalarda yıllık enerji tüketimi;

Acil durum aydınlatması için $1\text{kWh/m}^2\text{yıl}$,

Otomatik aydınlatma kontrolü için $5\text{kWh/m}^2\text{yıl}$,

Her ikisinin de olması durumundan ise $W_p = 6\text{kWh/m}^2\text{yıl}$

olarak kabul edilir. Bu durumda yıllık parazit güçten kaynaklanan enerji aşağıdaki formüller uyarınca hesaplanır:

$W_{AC} = A_{bina} \times 5\text{ kWh/yıl}$ **(B3)**

W_{AC} : Otomatik aydınlatma kontrolü için gerekli yıllık parazit enerji

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

$W_{EM} = A_{bina} \times 1\text{ kWh/yıl}$ **(B4)**

W_{EM} : Acil durum aydınlatması için gerekli yıllık parazit enerji

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

Ek C Günişliği bağımlık faktörünün ($F_{D,n}$) belirlenmesi (Bilgi Amaçlı)

C.1. Genel

Bu bölüm $F_{D,S,n}$ ve $F_{D,C,n}$ değerlerinin ve buna bağlı olarak $F_{D,n}$ değerinin belirlenme yöntemini tanıtmaktadır. Düşey cephelerde yer alan pencereler dikkate alınmıştır. Yöntem yıllık veya aylık olarak uygulanabilmektedir.

Alt bölüm 6.2.2.1'de açıklandığı gibi günişliği bağımlılık faktörü $F_{D,n}$ değeri, günişliği sağlama faktörü $F_{D,S,n}$ ve günişliğine bağlı yapma aydınlatma kontrol faktörü $F_{D,C,n}$ değerlerinin fonksiyonu olarak belirlenebilmektedir.

Böylece aşağıdaki eşitlik geçerlidir:

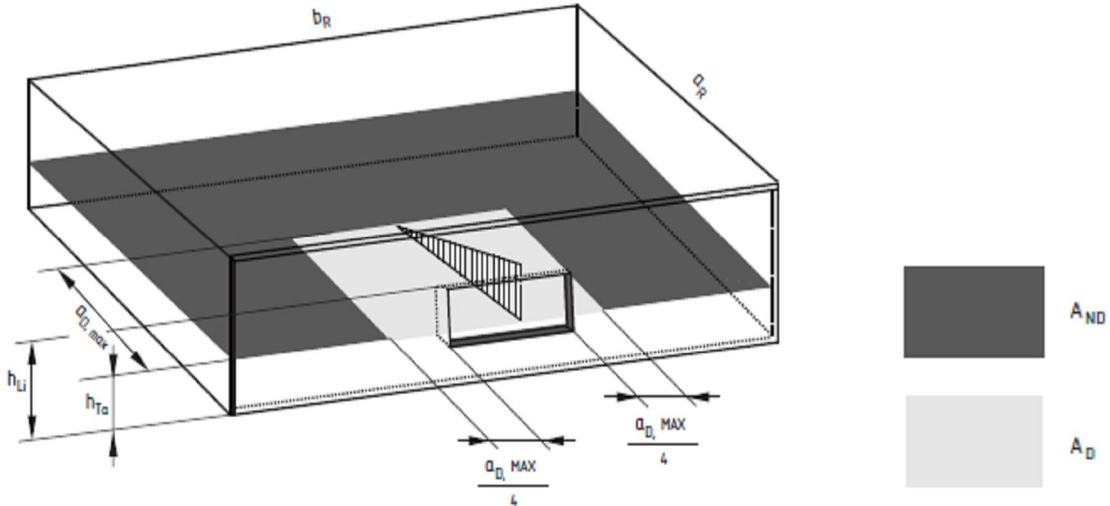
$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n}) \quad (C1)$$

Şekil 2'de verilen işlemlerle ilgili açıklamalar aşağıdaki 5 adımda açıklanmıştır:

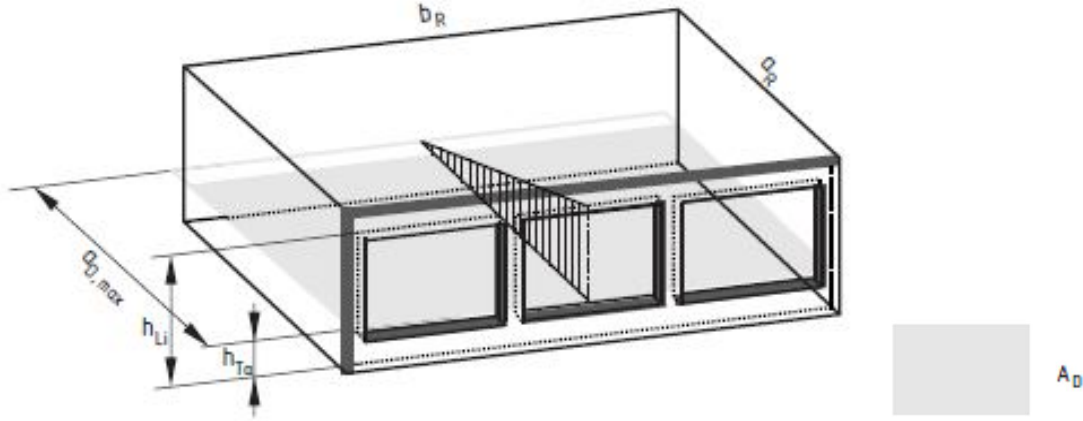
- 1) Binanın günişliği alan ve almayan bölümleri ayrılmalıdır.
- 2) Hacme ilişkin parametrelerin, cephe geometrisinin ve dış engellerin hacme giren günişliği üzerindeki etkisi günişliği faktörü kavramı kullanılarak dikkate alınmalıdır.
- 3) Enerji tasarrufu potansiyeli yöresel iklim, aydınlık düzeyi ve günişliği faktörünün fonksiyonu olan günişliği sağlama faktörü $F_{D,S,n}$ değerine bağlı olarak belirlenmelidir.
- 4) Günişliği kullanımı mevcut günişliği değerine ve yapma aydınlatma kontrol tipine bağlı ($F_{D,C,n}$) olarak belirlenmelidir.
- 5) $F_{D,n}$ yıllık ve aylık değerleri belirlenmelidir.

C.2. Binanın bölümlendirilmesi

Hacimler günişliği alan bölümler, $A_{D,j}$ ve günişliği almayan bölümler, $A_{N,D,j}$ olarak ikiye ayrılmalıdır. Şekil C.2'de örnek bir hacmin günişliği alan ($A_{D,j}$) ve günişliği almayan ($A_{N,D,j}$) bölümleri ifade edilmiştir. Şekil C.3'de ise geniş pencere açıklığına sahip bir hacim için günişliği alan ($A_{D,i}$) bölge ifade edilmiştir.



Şekil C.2. Örnek bir hacim için günişliği alan ($A_{D,j}$) ve günişliği almayan ($A_{N,D,j}$) bölümlerin gösterimi



Şekil C.3. Geniş pencere açıklığına sahip bir hacim için genişliği alan ($A_{D,j}$) bölgesinin gösterimi

Birden fazla cepheden aydınlatılan veya bir cephede birden fazla penceresi bulunan hacimlerdeki genişliği alan bölümlerin belirlenmesinde aşağıda açıklanan yöntem izlenmiştir. Öncelikle hacim formu Tablo C.1 'e göre seçilerek belirlenen adımlara göre $A_{D,j}$ ve $A_{N,D}$ hesaplanır.

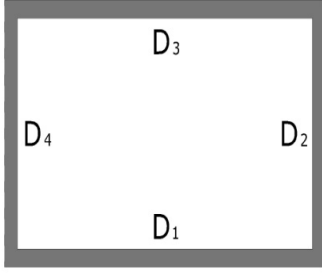
Tablo C.1 Farklı hacim formları

Oda Formu	Şekil	Alan
Dikdörtgen		A,B, C, D $A_{\text{hacim}} = A \times B$
Yamuk		A,B, C, D $A_{\text{hacim}} = [(A + C) \times D]/2$ Not: A ve D duvarları birbirine dik kabul edilir.
L tipi		A,B, C, D, E, F $A_{\text{hacim}} = (A \times B) + (E \times (F-D))$ Not: Kenarlar birbirine dik kabul edilir.
O tipi		A,B, C, D, E, F, x, y $A_{\text{hacim}} = (A \times B) - (E \times F)$ Not: Kenarlar birbirine dik kabul edilir.

C.2.1. Dikdörtgen hacimler

Bu bölümde hacim formunun dikdörtgen olması durumunda doğal aydınlatmanın iç mekanda etki ettiği toplam alanın bulunmasına yönelik hesap adımları tanıtılmaktadır.

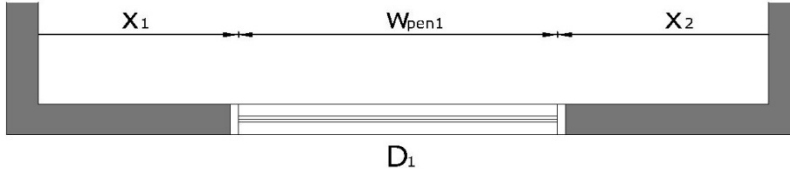
a : Hacmin derinliği (m)
 b : Hacmin genişliği (m)
 bilgileri $A_{D,i}$ ve $A_{N,D}$ hesapları için gereklidir.



Şekil C4. Dikdörtgen hacim planı

C.2.1.1 Bir duvarda bir pencere durumu (Durum 1)

Bir duvarda bir pencere olması durumunda hesaplama için gerekli büyüklükler, Şekil C5'de ifade edilmiştir.



Şekil C5. Bir duvarda bir pencere olması durumu

$$A_C = h_{pen} \times W_{pen} \quad (C2)$$

A_C : Pencere alanı (m^2)

h_{pen} : Pencere yüksekliği (m)

w_{pen} : Pencere genişliği (m)

$$a_d = 2.5 \times (h_{ji} - h_{çd}) \quad (C3)$$

$$b_d = w_{pen} + a_d/2 \quad (C4)$$

$$A_D = a_d \times b_d \quad (C5)$$

A_D : Güneşten yararlanılan toplam yatay çalışma düzlemleri alanı (m^2)

a_d : Güneşten yararlanılan bölgenin derinliği (pencereye dik uzunluk)

b_d : Güneşten yararlanılan bölgenin uzunluğu (pencereye paralel uzunluk)

h_{ji} : Lentonun yerden yüksekliği (Pencerenin üst kotu)

$h_{çd}$: Çalışma düzlemi yüksekliği

Taşma durumu kontrol edilir.

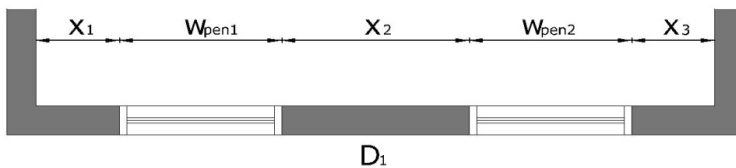
Eğer güneşli bölgesinin genişliği (b_d) hacmin genişliğinin %75'inden daha büyükse veya dışarı taşıyorsa $b_d = b$ alınmalıdır.

Eğer güneşli bölgesinin derinliği (a_d), hacmin derinliğinden (a) büyükse, $a_d = a$ alınmalıdır.

Eğer güneşli bölgesinin derinliği (a_d), hacmin derinliğinden (a) küçük, fakat 1.25 katı hacmin derinliğinden büyükse, $a_d = a$ alınmalıdır.

C.2.1.2. Bir duvarda birden çok pencere durumu (Durum 2)

Bir duvarda birden fazla pencere olması durumunda hesaplama için gerekli büyüklükler, Şekil C6'da ifade edilmiştir.



Şekil C6. Bir duvarda birden fazla pencere olması durumu

Her pencere için A_C hesaplanır, toplanır.

$$A_{CT} = A_{C1} + A_{C2} + \dots + A_{CN} \quad (C6)$$

Her pencere için a_{d1}, \dots, a_{dn} ve b_{d1}, \dots, b_{dn} değerleri hesaplanır.

$$a_{d1} = 2.5 \times (h_{li} - h_{ta}), \dots, a_{dn} = 2.5 \times (h_{lin} - h_{ta}) \quad (C7)$$

$$b_{d1} = w_{pen1} + a_{d1}/2, \dots, b_{dn} = w_{penn} + a_{dn}/2 \quad (C8)$$

Eğer günışığı bölgesinin derinliği (a_{d1}, a_{dn}) hacmin derinliğinden (a) büyükse, $a_{d1} = a$, $a_{dn} = a$ alınmalı. Eğer günışığı bölgesinin derinliği (a_{d1}, a_{dn}), hacmin derinliğinden (a) küçük, fakat 1.25 katı hacmin derinliğinden büyükse, $a_{d1} = a$, $a_{dn} = a$ alınmalı.

İlk ve son pencereler için taşma kontrolü yapılır, varsa bu alan hesaba katılmaz.

Günışığı bölgelerinin üst üste düşme kontrolü yapılır, varsa üst üste düşen alan çıkartılır.

Eğer tüm günışığı bölgeleri üst üste düşüyorsa veya toplam b_d , b 'nin en az %75'ine eşitse

$b_d = b$ alınır. Bu durumda a_d olarak ortalama değer alınır ve bu duvardaki A_{DT} değeri $a_{dort} \times b_d$ olarak hesaplanır.

$$a_{dort} = (a_{d1} + a_{d2} + \dots + a_{dn}) / n \quad (C9)$$

$$A_{DT} = a_{dort} \times b_d \quad (C10)$$

Değilse aşağıdaki gibi ayrı ayrı hesaplanarak toplanır.

A_D alanları hesaplanır, toplanır.

$$A_{D1} = a_{d1} \times b_{d1} \quad (C11)$$

$$A_{DN} = a_{dn} \times b_{dn} \quad (C12)$$

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} + \dots + A_{DN} \quad (C13)$$

C.2.1.3. Dikdörtgen hacimlerde birden çok duvarda bir veya birden çok pencere durumu

C.2.1.3.1 A- Karşılıklı duvarlarda pencereler (D1 –D3) veya (D2 –D4) duvarlarında pencere

Bu duvarlardaki pencerelerin oluşturduğu günışığı bölgelerinin alanları $A_{Dduvar1}$, $A_{Dduvar3}$ ayrı ayrı bulunur. Üst üste düşme kontrolü yapılır.

(D1 –D3) duvarları için:

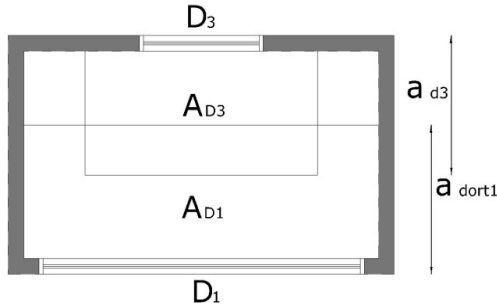
Karşılıklı duvarlarda pencere olması durumunda hesaplama için gerekli büyüklükler, Şekil C7 ve Şekil C8'de ifade edilmiştir.

İki duvarın da "Durum 2" olması halinde üst üste düşme varsa tüm hacim alanı A_D olarak alınır. Üst üste düşme kontrolünü yapmak için $a_{d duvar1}$ ve $a_{d duvar3}$ değerleri, ortalama değerler olarak hesaplanacaktır.

$$a_{d duvar1} = a_{dort1} \quad (C14)$$

$$a_{d duvar3} = a_{dort3} \quad (C15)$$

-Bir duvarın "Durum 1", bir duvarın "Durum 2" olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. "Durum 1" olan duvar için ilgili pencerenin a_d değeri, "Durum 2" olan duvar için ortalama değer alınır.



Şekil C7. D1-D3 duvarlarında pencere olması durumu

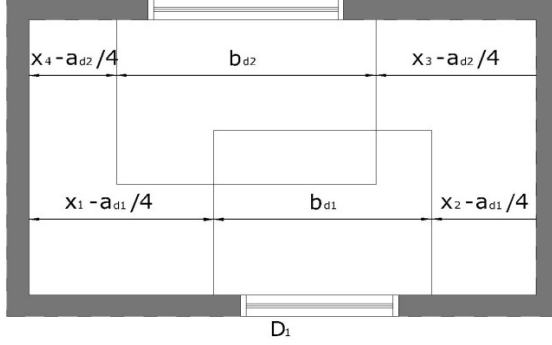
Örnek 1: Duvar 1, "Durum 2" ve Duvar 3, "Durum 1" olduğunda Duvar 1 için $a_{d duvar1} = a_{dort1}$

alınır ve Duvar 3 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKes} = (a_{d3} + a_{dort1} - a) \times b_{d3} \quad (C16)$$

Örnek 2: Duvar 1, “Durum 1” ve Duvar 3, “Durum 2” olduğunda Duvar 3 için $a_{d \text{ duvar3}} = a_{dort3}$ alınır ve Duvar 1 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKes} = (a_{d1} + a_{dort3} - a) \times b_{d1} \quad (C17)$$



Şekil C8. D1-D3 duvarlarında pencere olması durumu

-Her iki duvarın da “Durum 1” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. Bunun için her duvardaki pencere pozisyonunu belirten x_1, x_2, \dots, x_n değerleri kullanılır.

$$a_{kes} = a_{d1} + a_{d2} - a \quad (C18)$$

$$b_{kes} = (x_1 - a_{d1}/4 + b_{d1}) + (x_3 - a_{d2}/4 + b_{d2}) - b \quad (C19)$$

$$A_{KES} = a_{kes} \times b_{kes} \quad (C20)$$

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} - A_{KES} \quad (C21)$$

Üst üste düşme olmadığı durumlar için aşağıdaki bağıntı geçerlidir.

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} \quad (C22)$$

(D2 –D4) duvarları için:

-İki duvarın da “Durum 2” olması halinde üst üste düşme varsa, tüm hacim alanı A_D olarak alınır.

$$a_{d \text{ duvar2}} = a_{dort2} \quad (C23)$$

$$a_{d \text{ duvar4}} = a_{dort4} \quad (C24)$$

-Bir duvarın “Durum 1”, bir duvarın “Durum 2” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. “Durum 1” olan duvar için ilgili pencerenin a_d değeri, “Durum 2” olan duvar için ortalama değer alınır.

Örnek 1: Duvar 2, “Durum 2” ve Duvar 4, “Durum 1” olduğunda Duvar 2 için $a_{d \text{ duvar2}} = a_{dort2}$

alınır ve Duvar 4 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKES} = (a_{d4} + a_{dort2} - b) \times b_{d4} \quad (C25)$$

Örnek 2: Duvar 2, “Durum 1” ve Duvar 4, “Durum 2” olduğunda Duvar 4 için $a_{d \text{ duvar4}} = a_{dort4}$

alınır ve Duvar 2 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKES} = (a_{d2} + a_{dort4} - b) \times b_{d2} \quad (C26)$$

-Her iki duvarın da “Durum 1” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. Bunun için her duvardaki pencere pozisyonunu belirten x_1, x_2, \dots, x_n değerleri kullanılır.

$$a_{kes} = a_{d1} + a_{d2} - b \quad (C27)$$

$$b_{kes} = (x_1 - a_{d1}/4 + b_{d1}) + (x_3 - a_{d2}/4 + b_{d2}) - a \quad (C28)$$

$$A_{KES} = a_{kes} \times b_{kes} \quad (C20)$$

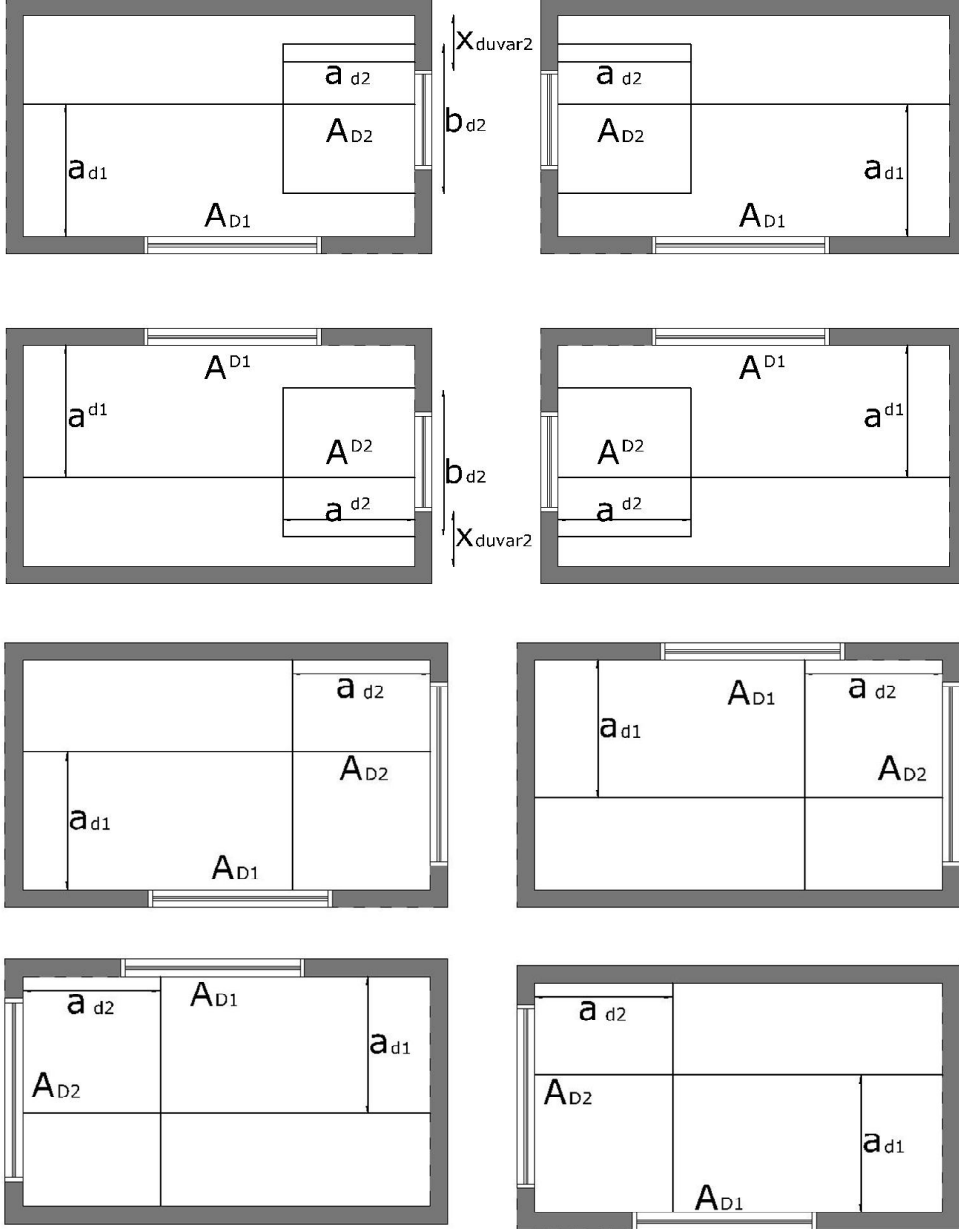
$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} - A_{KES} \quad (C21)$$

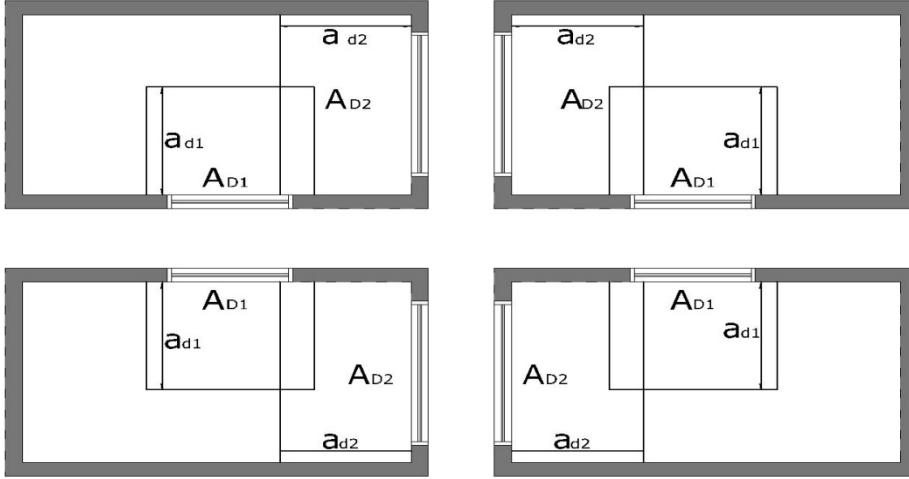
Üst üste düşme olmadığı durumlar için aşağıdaki bağıntı geçerlidir.

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} \quad (C22)$$

C.2.1.3.2 B-Köşe duvarlarda pencereler

Duvarlardaki pencerelerin konumlarına göre "Durum 1" ve "Durum 2" durumları için geçerli bağıntılar ve pencerelerin köşelere olan uzaklıkları x_1, x_2, \dots, x_n değerlerine bağlı olarak üst üste düşen alanlar kontrol edilerek varsa çıkartılır. Şekil C9 'de farklı köşe pencereleri alternatifleri verilmiştir.



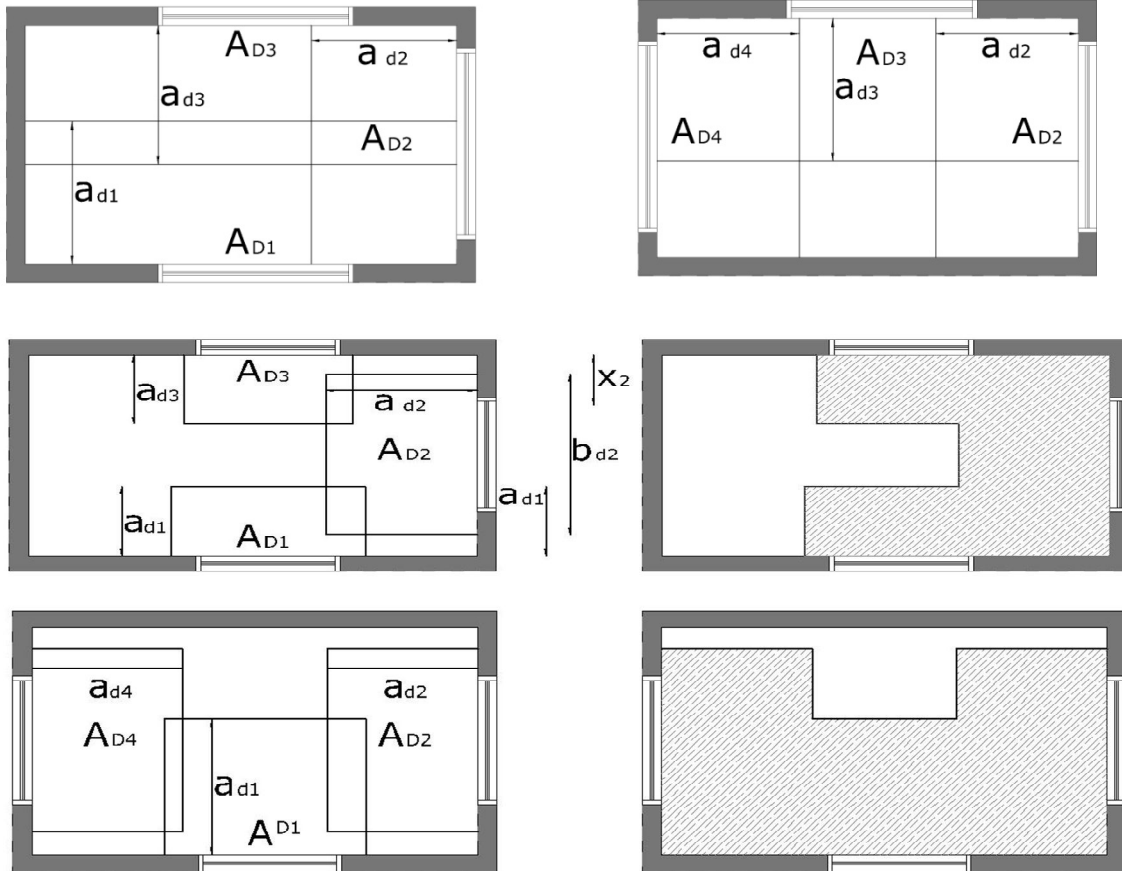


Şekil C9. Bir hacimdeki köşe penceresi alternatifleri

C.2.1.3.3 C-Üç duvarda pencereler

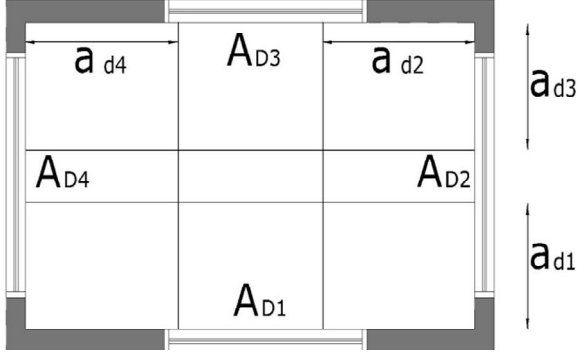
Üç duvarda da pencere olması durumunda oluşan güneşiğindan etkilenen bölgeler Şekil C10'da ifade edilmiştir.

Duvarlardaki pencerelerin konumlarına göre "Durum 1" ve "Durum 2" durumları için geçerli bağıntılar ve pencerelerin köşelere olan uzaklıkları x_1, x_2, \dots, x_n değerlerine bağlı olarak üst üste düşen alanlar kontrol edilerek varsa çikartılır.



Şekil C10. Üç duvarda da pencere bulunması durumlarında ($A_{D,j}$) ve güneşiği almayan ($A_{N,D,j}$) bölümlerin gösterimi

C.2.1.3.4 D-Dört duvarda pencere



Şekil C11. Dört duvarda da pencere bulunması durumlarında ($A_{D,i}$) ve güneşiği almayan ($A_{N,D,i}$) bölümlerin gösterimi

C.2.2. Diğer hacim biçimleri

Tablo C.1'de yer alan diğer hacim biçimleri için de benzer bağıntılar geliştirilerek güneşiği alan bölgelerin üst üste düşmesi kontrol edilir ve güneşiğinden yararlanan toplam yatay çalışma düzlemleri alanı hesaplanır.

C.3. Güneşiği sağlama

C.3.1. Düşey cepheler

Bu bölümde düşey cepheler için güneşiği sağlama faktörünün ($F_{D,S,N}$) hesap adımları yer almaktadır.

C.3.1.1. Güneşiği faktörü sınıflandırması

Binada güneşiğinden yararlanan bir bölümde sağlanan güneşiği, geçirgenlik indisi I_T olarak tanımlanan geometrik koşullara, derinlik indisine ve engel indisine bağlıdır.

A. Geçirgenlik indisinin hesaplanması (I_T):

Binada güneşiğinden yararlanan bir bölüme ilişkin geçirgenlik indisi I_T aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_T = A_C / A_D \quad (C29)$$

A_C : Pencere alanı (m^2)

A_D : Güneşiğinden yararlanan toplam yatay çalışma düzlemleri alanı (m^2)

B. Derinlik indisinin hesaplanması (I_{DE}):

Binada güneşiğinden yararlanan bir bölüme ilişkin derinlik indisi I_{DE} aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_{DE} = a_D / (h_{Li} - h_{çd}) \quad (C30)$$

h_{Li} : Lentonun yerden yüksekliği (Pencerenin üst kotu)

$h_{çd}$: Çalışma düzlemi yüksekliği

Not: Birden fazla cepheden aydınlatılan hacimler için C.2.'de açıklanan adımlar izlenmelidir.

C. Engel indisinin hesaplanması (I_O):

Engel indisi I_O cepheye gelen güneşiğini azaltan engellerin etkisini ifade etmektedir. Engel örnekleri şunlardır:

- Diğer binalar ve ağaç, dağ gibi doğal engeller
- Avlu veya atriumu olan binalarda binanın kendisi
- Cephede yer alan yatay veya düşey gölgeleme elemanları
- Camlı çift cidarlı cepheler

Engel indisi I_O aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_0 = I_{0,OB} \times I_{0,OV} \times I_{0,SF} \times I_{0,CA} \times I_{0,GDF} \quad (C31)$$

I_0 : Engel indisi

$I_{0,OB}$: Karşı bina engel için düzeltme faktörü

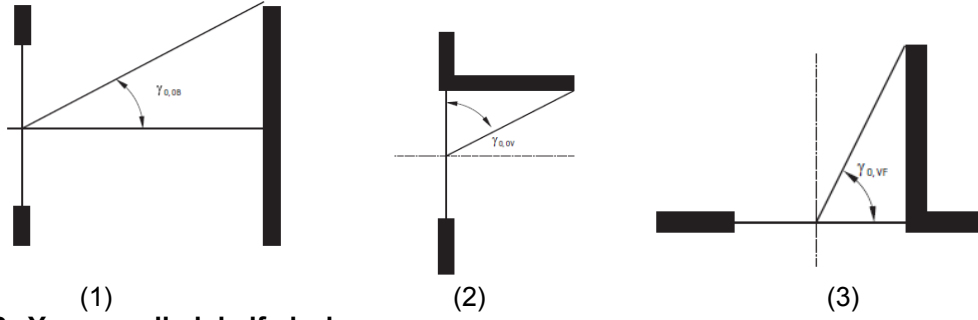
$I_{0,OV}$: Yatay saçak için düzeltme faktörü

$I_{0,VF}$: Düşey gölgeleme elemanı için düzeltme faktörü

$I_{0,CA}$: Avlu veya atrium için düzeltme faktörü

$I_{0,GDF}$: Camlı çift cidarlı cephe için düzeltme faktörü

Engel etkileri cephe ortasında bulunan bir pencereye göre alınarak yöntem basitleştirilebilir. Şekil C.12'de bir pencereye etki eden engel durumları örneklenmiştir. Ele alınan hacim veya bölüm için engel etkilerinin ortalaması alınmalıdır.



Şekil C.12. Yapı engellerinin ifadesi

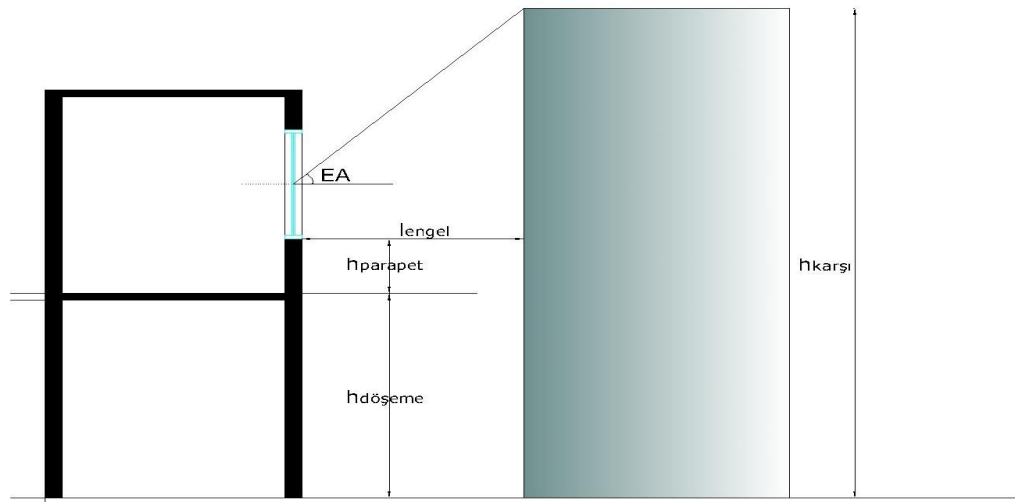
a. Pencerenin karşısında engel olma durumu ($I_{0,OB}$).

Pencerenin karşısında bir engel bulunması durumunda karşı engel etkisinin hesaplanabilmesi için pencere orta noktası ile engelin üst kotu arasında kalan engel açısının bilinmesi gerekmektedir. Karşı bina engel açısı (EA), Şekil C.13'de örneklenmiştir.

Engel açısı 60° 'den büyükse hacim içine gün ışığı girse de enerji verimliliği üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Karşı engel açısının 60° 'den büyük veya küçük olma durumlarına göre aşağıdaki bağıntılar geçerlidir.

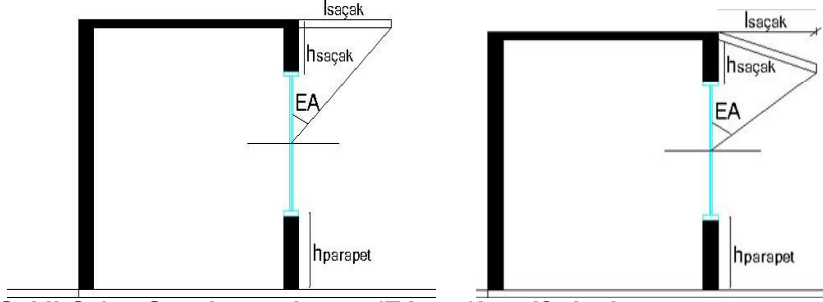
$$EA_{bina} 60^\circ \text{ den büyükse } I_{0,OB} = 0 \quad (C32)$$

$$EA_{bina} 60^\circ \text{ den küçükse } I_{0,OB} = \cos (1.5 \times EA_{bina}) \quad (C33)$$



Şekil C.13. Karşı bina engel açısı (EA)'nın belirlenmesi

b. Pencereye dik durumda yatay bir engelin olması durumu ($I_{0,OV}$).



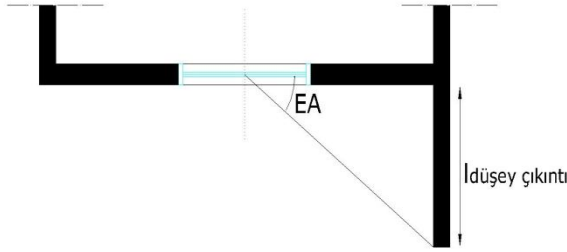
Şekil C.14. Saçak engel açısı ($EA_{saçak}$)'nın ifadesi

Pencere üzerinde bir saçak bulunması durumunda saçak engel açısı $67,5^{\circ}$ 'den büyükse enerji verimliliği üzerinde herhangi bir etkisi olmaz ve $I_{0,OV} = 0$ kabul edilir. Saçak engel açısının $67,5^{\circ}$ 'den küçük olması durumunda $I_{0,OV}$ hesabı için aşağıdaki bağıntı kullanılır:

$$I_{0,OV} = \cos (1,33 \times EA_{saçak}) \quad (C34)$$

c. Pencereye dik bir engelin olması durumu ($I_{0,VF}$).

$$I_{0,VF} = 1 - EA_{fin} / 300 \quad (C35)$$



Şekil C.15. Pencereye dik bir engel bulunması durumunda plan düzleminde engel açısı (EA_{fin})'in ifadesi

d. İç avlu ve Atrium indisi hesaplanması $I_{0,CA}$

Binalarda avlu, atrium gibi elemanlar farklı boyut ve seçeneklerde tasarlanmaktadır. Bu model, 4 tarafı kapalı avlu ve atriumların iç mekana oluşturacağı engel indislerini hesaplamak için geliştirilmiştir. Hacim iç avlu veya atriuma sahip değilse iç avluya veya atriuma bağlı olan engel indisi $I_{D,CA} = 1$ alınır. Şekil C.16.'da atrium veya iç avlu geometrisine ait bir örnek yer almaktadır.

Pencerenin önünde iç avlu veya atrium varsa aşağıdaki formül uyarınca atrium veya iç avluya yönlendirilmiş pencerenin derinlik indeksi hesaplanabilmektedir:

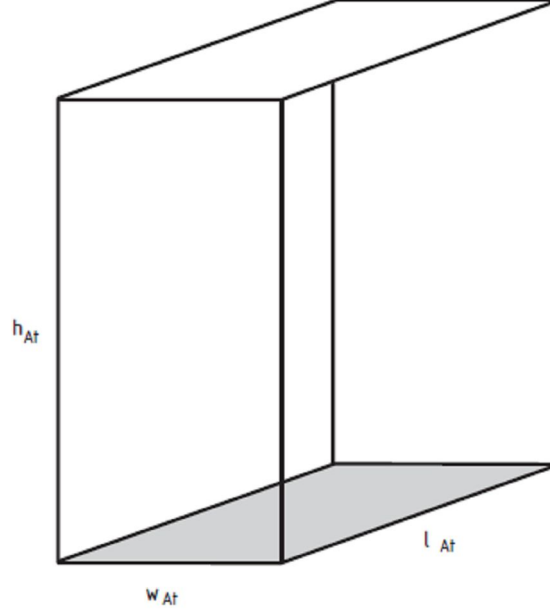
$$w_{i_d} = h_{At}(l_{At} + w_{At}) / (2l_{At}w_{At}) \quad (C36)$$

w_{i_d} : iç avluya veya atriuma bağlı derinlik indisi

h_{At} : bulunulan kattan atrium veya iç Avlunun en üst noktasına kadar olan yükseklik

l_{At} : atrium veya iç avlunun boyu

w_{At} : atrium veya iç avlunun eni



Şekil C.16. Atrium veya iç avlu geometrik ifadesi

Aşağıdaki formüllere bağlı olarak iç avlu veya atrium engel indisleri elde edilebilmektedir:

$$I_{O,CA} = 1 - 0.85 w_{i_d} , \text{ iç avlular için} \quad (\text{C37})$$

$$I_{O,CA} = \tau_{At} k_{AT1} k_{AT2} k_{AT3} (1 - 0.85 w_{i_d}) , \text{ atriumlar için} \quad (\text{C38})$$

$I_{O,CA} = 0$, derinlik indisinin (w_{i_d}) 1.18'den büyük olduğu durumlar için

τ_{At} : atrium camının ışık geçirgenliği

k_{AT1} : Atrium penceresinin doğrama çarpanı (genellikle 0.7)

k_{AT2} : Atrium cam kirlilik faktörü (genellikle 0.8)

k_{AT3} : Dik gelmeyen ışık düzeltmesi (genellikle 0,85)

e. Çift Cidar Cam indis

Pencerenin önünde çift cidar cam yoksa $I_{O,GDF} = 1$ alınır, varsa çift cidarlı camın engel etkisi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$I_{O,GDF} = \tau_{GDF} k_{1\ GDF} k_{2\ GDF} k_{3\ GDF} \quad (\text{C39})$$

τ_{GDF} : Çift cidarlı camın ışık geçirgenliği (dik gelen ışık için) Bazı cam türlerine ait ışık geçirgenlik değerleri, Tablo C.2'de verilmiştir.

$k_{1\ GDF}$: Pencere doğrama çarpanı (genellikle 0.7)

$k_{2\ GDF}$: Cam kirlilik faktörü (çift cidarlı cepheler için genellikle 1)

$k_{3\ GDF}$: Dik gelmeyen ışık düzeltmesi (genellikle 0,85)

NOT: Pencerelerin tamamını kapatan saydam veya yarı saydam güneş kontrolü elemanı kullanılması durumunda $I_{O,GDF}$ hesap yönteminde belirtildiği gibi bu engellerin etkisi hesaplama katılır.

Sonuç olarak engel indislerinin etkisi aşağıdaki formül ile elde edilir:

$$I_o = I_{O,OB} \times I_{O,OV} \times I_{O,SF} \times I_{O,CA} \times I_{O,GDF} \quad (\text{C31})$$

D. Günışığı faktörü

Bir pencerenin engel faktörünün (I_o) bulunması için pencerenin bütün engellerinden kaynaklanan faktörler birbiri ile çarpılır.

Bir hacimle ilgili geometrik veriler hesaplandıktan sonra, yapılması gereken adım binanın gün ışığı faktörünün bulunması ve bunun sınıflandırılmasıdır. Bir hacmin gün ışığı faktörü;

$$D_c = (4.13 + 20 \times I_T - 1.36 \times I_{De}) \times I_o \quad (\text{C40})$$

formülü uyarınca bulunur. (Burada pencere çerçeveleri ve güneş kontrol elemanlarının etkisi hariç tutulmuştur.)

E.Günişliği faktörü sınıflandırması

Ele alınan mekandaki günişliği etkisinin belirlenebilmesi amacıyla mekanın günişliği faktörü sınıflandırılması aşağıdaki formül uyarınca hesaplanan D değeri'ne göre yapılır:

$$D = D_C \tau k_1 k_2 k_3 \quad (C41)$$

τ : Cam ışık geçirgenliği (dik gelen ışık için) Bazı cam türlerine ait ışık geçirgenlik değerleri, Tablo C.2'de verilmiştir.

k_1 : Pencere doğrama çarpanı (genellikle 0.7)

k_2 : Cam kirlilik faktörü (genellikle 0.8)

k_3 : Dik gelmeyen ışık düzeltmesi (genellikle 0,85)

Hesaplama yapılan hacimdeki pencerelerde farklı cam türleri kullanılmış ise τ değerinin belirlenebilmesi için pencere alanına bağlı olarak ağırlıklı ortalama yapılması öngörülmüştür.

Tablo C.2 Farklı cam türlerine ait ışık geçirme katsayıları (%)

Cam türü	Geçirgenlik (τ)
Yalınkat Cam, 4 mm	34
Yalınkat Cam, 6 mm	34
Isıcam Yalıtım Camları	31
Law - E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları	30
Düz Cam (3 mm)	90
Düz Cam (4 mm)	89
Düz Cam (5 mm)	89
Düz Cam (6 mm)	88
Düz Cam (8 mm)	87
Düz Cam (10 mm)	86
Düz Cam (12 mm)	85
Düz Cam (15 mm)	83
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	69
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	56
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	35
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	40
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	44
Yalınkat Camlar -Yeşil (4mm)	78
Yalınkat Camlar -Füme (4mm)	57
Yalınkat Camlar - Bronz (4mm)	61
Yalınkat Camlar - Mavi (4mm)	66
Yalınkat Camlar -Yeşil (6mm)	72
Yalınkat Camlar -Füme (6mm)	44
Yalınkat Camlar -Bronz (6mm)	50
Yalınkat Camlar - Mavi (6mm)	55
Yalınkat Camlar -Yeşil (8mm)	68
Yalınkat Camlar - Füme (8mm)	35
Yalınkat Camlar - Bronz (8mm)	41
Yalınkat Camlar -Mavi (8mm)	48
Isı Yalıtımlı – Yeşil	64
Isı Yalıtımlı – Füme	39
Isı Yalıtımlı – Bronz	45

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

Isı Yalıtımlı – Mavi	49
Law E Kombinasyonlu Isı Yalıtımlı - Yeşil	64
Law E Kombinasyonlu Isı Yalıtımlı – Füme	39
Law E Kombinasyonlusu Yalıtımlı – Bronz	44
Law E Kombinasyonlusu Yalıtımlı – Mavi	49
Isıcam Klasik (4 + 4)	80
Isıcam Klasik (6 + 6)	78
Isıcam Sinerji (4 + 4)	79
Isıcam Sinerji (6 + 6)	77
Isıcam Konfor (4 + 4)	71
Isıcam Konfor (6 + 6)	69
Yalınkat Camlar - Gümüş (1 yüzeyi kaplamalı)	38
Yalınkat Camlar - Gümüş (2 yüzeyi kaplamalı)	38
Yalınkat Camlar - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	32
Yalınkat Camlar - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	32
Yalınkat Camlar - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	23
Yalınkat Camlar - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	23
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Gümüş (1 yüzeyi kaplamalı)	34
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Gümüş (2 yüzeyi kaplamalı)	34
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	28
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	29
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	21
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	21
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Gümüş (1 yüzeyi kaplamalı)	33
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Gümüş (2 yüzeyi kaplamalı)	33
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	28
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	28
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	20
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	21
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	46
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	46
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	35
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	35
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	45
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	45
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	34
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	34

Hem D_c hem de D katsayıları ile birlikte cephe açıklığı ve gölgeleme sistemlerinin etkilerini inceleyebilmek için Tablo C.2'den yararlanılabilir ve böylece bir hacimde gün ışığı geçişi bulunabilir.

Tablo C.3 D_c veya D değerlerine göre günışığı etkisinin belirlenmesi

Sınıflandırma		Günışığı etkisi
D_c	D	
$D_c \geq 6 \%$	$D \geq 3 \%$	Güçlü
$6 \% > D_c \geq 4 \%$	$3 \% > D \geq 2 \%$	Orta
$4 \% > D_c \geq 2 \%$	$2 \% > D \geq 1 \%$	Zayıf
$D_c < 2 \%$	$1 > D \%$	Etkisiz

Günışığı etkisinin sınıflandırılması, D_c veya D değerleri göz önüne alınarak yapılır, düşük olan değer günışığı etkisinin belirlenebilmesi için kabul edilir.

C.3.1.2. Günişığı sağlama faktörü

Günişığı sağlama faktörü ($F_{D,S}$), enleme bağıli olarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$F_{D,S} = a_{fds} + b_{fds} Y_{enlem} \quad (C42)$$

a_{fds} , b_{fds} : Hacimde istenen aydınlık düzeyi ve günişığı etkisine göre değişen katsayılar
 Y_{enlem} : Hacmin bulunduğu yerin enlem değeri

$F_{D,S}$ değerlerini belirleyebilmek için Tablo C.4'den hacim için istenen aydınlık düzeyi değerlerine ve günişığı etkisine göre a ve b katsayıları seçilerek formüle göre hesaplama gerçekleştirilir. Hacim için istenen aydınlık düzeyi değerleri 300-500-750 lx olarak gruplandırılmıştır. Elde edilen verilere göre $F_{D,S}$ hesaplanır. Tablo C.5'de Türkiye'de yer alan enlem aralıkları için aydınlık düzeyi ve günişığı etkisine bağıli olarak hesaplanmış değerler örnek olarak verilmiştir.

Tablo C.4 $F_{D,S}$ değerinin hesaplanması için a ve b katsayıları

Aydınlık Düzeyi (lx)	Günişığı etkisi	a_{fds}	b_{fds}
300	Zayıf	1,2425	-0,0117
	Orta	1,3097	-0,0106
	Güçlü	1,2904	-0,0088
500	Zayıf	0,9432	0,0094
	Orta	1,2425	-0,0117
	Güçlü	1,322	-0,011
750	Zayıf	0,6692	-0,0067
	Orta	1,0054	-0,0098
	Güçlü	1,2812	-0,0121

Tablo C.5 Türkiye'de yer alan enlemler için hesaplanmış $F_{D,S}$ değerleri

Aydınlık Düzeyi (lx)	Günişığı Etkisi	Enlem					
		36	37	38	39	40	41
300	zayıf	0,8213	0,8096	0,7979	0,7862	0,7745	0,7628
	orta	0,9281	0,9175	0,9069	0,8963	0,8857	0,8751
	güçlü	0,9736	0,9648	0,956	0,9472	0,9384	0,9296
500	zayıf	0,6048	0,5954	0,586	0,5766	0,5672	0,5578
	orta	0,8213	0,8096	0,7979	0,7862	0,7745	0,7628
	güçlü	0,926	0,915	0,904	0,893	0,882	0,871
750	zayıf	0,428	0,4213	0,4146	0,4079	0,4012	0,3945
	orta	0,6526	0,6428	0,633	0,6232	0,6134	0,6036
	güçlü	0,8456	0,8335	0,8214	0,8093	0,7972	0,7851

C.3. Günişığına Bağıli Yapma Aydınlatma Kontrolü ($F_{D,C}$)

$F_{D,C}$ değeri, bir yapma aydınlatma kontrol sisteminin veya stratejisinin sağlayacağı enerji tasarrufu potansiyelinin etkinliğini belirten katsayıdır. $F_{D,C}$ değerleri, yapma aydınlatma kontrol sisteminin manuel veya otomatik olması durumuna ve günişığı girişine bağıli olarak Tablo C.6'da verilmiştir.

Tablo C.6 Güneşli girişine bağlı olarak $F_{D,C}$ değerleri

Yapma Aydınlatma Sisteminin Kontrolü	Güneşli girişine bağlı olarak $F_{D,C,n}$ değerleri		
	Zayıf	Orta	Güçlü
Manuel	0,2	0,3	0,4
Otomatik	0,75	0,77	0,85

Ek D Kulanıma bağı faktörün belirlenmesi Fo (Bilgi Amaçlı)

D.1. Varsayılan değer

Eğer Fo 1.0'e eşitse ayrıntılı inceleme yapılmayacaktır. Değilse aşağıdaki kurallar geçerlidir.

D.2. Fo değerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi

Aşağıda tanımlanan durumlarda Fo = 1 alınacaktır:

- Aydınlatma merkezi olarak açılıp kapatılıyorsa, örneğin bir katın tamamının veya birden fazla hacmin tek bir anahtara bağlı olması durumunda,
- 30 m²'den büyük bir alan tek bir anahtara bağlıysa veya merkezi açma kapama sistemi varsa,

Aşağıda tanımlanan durumlarda Fo < 1 olur ve Fo değeri hesaplanır:

- Hacimlerde aydınlatmanın merkezi olarak kontrol edilmemesi durumunda,
- 30 m²'den küçük bir hacimde kullanılan aydınlatma elemanları birlikte anahtarlanmışsa, veya otomatik hareket sensörünün ekti ettiği alan aydınlatılan alana eşit veya yakın olması durumunda

Fo değeri aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

$$F_o = [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1) \text{ (eğer } 0.9 \leq F_A \leq 1 \text{)} \quad (D1)$$

$$F_o = 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0.2] \text{ (eğer } 0 \leq F_A < 0.2 \text{)} \quad (D2)$$

$$F_o = F_{OC} + 0.2 - F_A \text{ (eğer } 0.2 \leq F_A < 0.9 \text{)} \quad (D3)$$

Aydınlatma kontrolüne bağı faktör (F_{OC}) değeri Tablo D.1'de yer almaktadır.

Tablo D.1 Aydınlatma kontrolüne bağı faktör (F_{OC}) değerleri

Otomatik hareket sensörü olmayan mekanlar	F_{OC}
Manuel açma kapama anahtarı	1.00
Manuel açma kapama anahtarı- otomatik söndürme sinyali ilaveli	0.95
Otomatik hareket sensörü olan mekanlar	F_{OC}
Otomatik açma / Loşlaştırma	0.95
Otomatik açma / kapama	0.90
Elle (manuel) açma / dimmerli	0.90
Elle (manuel) açma / kapama	0.80

Otomatik Açma/Loşlaştırma: Hacimde bir hareket algılandığı zaman, lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından otomatik olarak devreye girer, ve en geç 5 dakika içinde otomatik olarak normal çalışma koşullarının %20'sinden daha az olmayacak şekilde ayarlanmış daha düşük bir ışık çıkısına ayarlanırlar. Ayrıca hacimde son hareketin algılanışını takip eden 5 dakika içinde hiçbir hareket algılanmazsa lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından tamamen kapatılır.

Otomatik Açma/Kapama: Hacimde bir hareket algılandığı zaman lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından otomatik olarak devreye girer, son hareketin algılanışından 15 dakika sonra ise otomatik olarak kapatılır.

Elle (Manuel) Açma/ Loşlaştırma: Lambalar, aydınlatılacak bölgeye yakın olarak yerleştirilmiş bir anahtar tarafından elle açılırlar. Eğer elle kapatılmazlarsa en geç 15 dakika içinde otomatik olarak normal çalışma koşullarının %20'sinden daha az olmayacak şekilde ayarlanmış daha düşük bir ışık çıkısına ayarlanırlar. Ayrıca odada son varlığın algılanışını takip eden 15 dakika içinde hiçbir hareket algılanmazsa lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından tamamen kapatılır.

Elle (Manuel) Açma/Otomatik Kapama: Lambalar, aydınlatılacak bölgeye yakın olarak yerleştirilmiş bir anahtar tarafından elle açılırlar. Eğer elle kapatılmazlarsa, odada son hareketin algılanışından en geç 15 dakika sonra ise aydınlatma kontrol sistemi tarafından kapatılırlar.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

Yapma aydınlatma sisteminin kontrolünün otomatik olarak yapıldığı durumda, sisteme bir parazit güç eklenmesi gerekir. Binada acil durum aydınlatması olması durumunda da metrekare başına düşen bir parazit güç kabulü yapılması gerekir. Parazit güç için kabuller aşağıda verildiği gibi yapılır.

Parazit güç için kabuller

$$W_{AC} = A_{bina} \times 5 \text{ kWh/yıl}$$

(B3)

W_{AC} : Otomatik aydınlatma kontrolü için gerekli yıllık parazit enerji

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

$$W_{EM} = A_{bina} \times 1 \text{ kWh/yıl}$$

(B4)

W_{EM} : Acil durum aydınlatması için gerekli yıllık parazit enerji

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

Hacmin kullanımına bağlı olan F_A değeri, bina veya hacim türüne göre Tablo D.2'de verilmiştir.

Tablo D.2 Bina veya hacim türüne göre F_A değerleri

Bina Türü	F_A	T	Hacim Türü	F_A
Ofisler	0.2	Ofisler	1 kişilik ofis odası	0.4
			2 kişilik ofis odası	0.3
			Açık planlı ofis>6 kişilik 30 m ²	0
			Açık planlı ofis>6 kişilik 10 m ²	0.2
			Koridor (dimmerlenmiş)	0.4
			Giriş holü	0
			Showroom	0.6
			WC	0.9
			Depo	0.9
			Teknik servis odası	0.98
			Fotokopi- bilgi işlem odası	0.5
			Konferans odası	0.5
			Arşiv	0.98
Eğitim Binaları	0.2	Eğitim Binaları	Derslikler	0.25
			Aktivite odaları	0.3
			Koridorlar (dimmerlenmiş)	0.6
			Genel kullanım odaları	0.5
			Kürsüler	0.4
			Personel odaları	0.4
			Spor Salonları	0.3
			Yemekhane	0.2
			Öğretmenler odası	0.4
Fotokopi odası-depo	0.4			

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

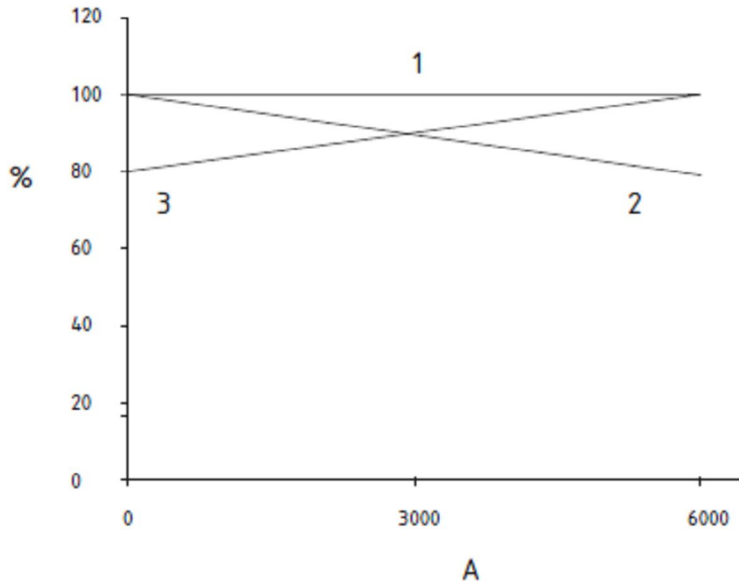
				0.2
				0.4
Otel ve Restoranlar	0	Otel ve Restoranlar	Giriş holü, lobi	0
			Koridor	0.4
			Otel odası	0.6
			Yemek holü, kafeterya	0
			Mutfak	0
			Konferans Salonu	0.4
			Depo	0.5
Mağaza ve Satış Alanları- Sosyal Merkezler	0	Mağaza ve Satış Alanları	Satış alanları	0
			Depo Mekanı	0,2
			Soğuk Depo Mekanı	0,6
Hastaneler	0	Hastaneler	Hasta Yatak odaları	0
			Tedavi odaları	0,4
			Ameliyat öncesi hazırlık odası	0,4
			Ameliyat sonrası iyileşme bölümü	0
			Ameliyathane	0
			Koridorlar	0
			Bekleme Holleri	0
			Laboratuvar	0,2
İmalathaneler	0	İmalathaneler.	Gündüz odaları	0,2
			Toplanma holleri	0
			Toplanma holleri (küçük)	0.2
			Depo alanları	0.4
			Açık depolar	0.2
			Boyahaneler	0.2
Diğer			Bekleme Holleri	0
			Merdivenler	0,2
			Oditoryum	0
			Konser - Sergi salonları	0,5
			Müze- Sergi salonları	0
			Kütüphane (okuma)	0
			Kütüphane (arşiv)	0.9

Ek E Sabit aydınlık faktörü F_c değerinin belirlenmesi (Bilgi Amaçlı)

E.1 Giriş

Tüm yapma aydınlatma uygulamaları zamanla verim kaybına uğramakta ve ilk tasarım performansını yitirmektedir. Hacimler için istenen aydınlık düzeyi ile elde edilen aydınlık düzeyinin birbirine oranı Bakım Faktörü (MF) olarak nitelendirilmektedir (Şekil E1).

Loşlaştırılabilir bir aydınlatma sistemiyle mevcut aydınlatma uygulamalarında istenen aydınlık düzeyini sağlamak amacıyla aydınlık düzeyini kontrol etmek veya azaltmak mümkün olmaktadır. Bu tür uygulamalar ile aydınlatma için harcanan enerjinin en aza indirgenmesi sağlanmaktadır. Güç ihtiyacı kurulu güce eşit olduğunda aydınlatma sisteminin bakım, onarım, lamba değişimi gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmaktadır. Şekil E1, istenen aydınlık düzeyi, bakım faktörü ve güç ihtiyacının zamanla ilişkisini ifade etmektedir. İstenen aydınlık düzeyi (1) sabit iken bakım faktörü (2) zamana göre azalma göstermekte bununla beraber istenen aydınlık düzeyini elde edebilmek için harcanan güç artmaktadır.



Şekil E1. İstenen aydınlık düzeyi, bakım faktörü ve güç ihtiyacının zamanla ilişkisi

Bakım faktörü, lambaların türüne, ortam kirlilik durumuna ve kullanılan aygıtların tipine bağlı olarak değişen bir faktördür. Bakım faktörü ile ilgili ayrıntılı bilgiye, CIE Publication No:97, 2005 yayınından ulaşılabilmektedir. Tablo D.3'de farklı lambaların ve aygıt tiplerinin hacim temizlik durumuna göre değişen bakım faktörü değerleri verilmiştir. Aygıt tipleri aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

- A: Çıplak
- B: Açık reflektör
- C: Kapalı reflektör
- D: IP2X ilaveli aygıt
- E: Toz korunumlu IP5X
- F: İndirekt aygıt

Tablo E.1 Bakım Faktörü (MF) değerleri

LAMBDA	Enkandesan			Fluoresan		
	T	N	K	T	N	K
A	0.74	0.68	0.60	0.69	0.63	0.56
B	0.80	0.76	0.73	0.74	0.70	0.67
C	0.79	0.72	0.63	0.74	0.66	0.58
D	0.79	0.72	0.67	0.73	0.67	0.62
E	0.84	0.80	0.75	0.77	0.74	0.70
F	0.62	0.54	0.44	0.58	0.50	0.41

E.2 Sabit aydınlık faktörü gücü

Sabit aydınlık faktörü, belirli bir zaman için giriş gücünün elde edilen son kurulu çıkış gücüne oranı olarak nitelendirilir.

E.3 Sabit aydınlık faktörü F_c

Sabit aydınlık faktörü, belirli bir zaman aralığı için ortalama giriş gücünün son kurulu çıkış gücüne oranı olarak nitelendirilir. Burada belirtilen zaman aralığı, bir tam bakım döngüsünü ifade etmektedir.

Sabit aydınlık faktörü F_c aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$F_c = (1 + MF) / 2 \quad (E1)$$

MF: Bakım Faktörü

Loşlaştırma sistemi kullanılan bir hacimde farklı türde lambaların kullanılması durumunda ortalama sabit aydınlık faktörü F_c , lambaların ışık akılarına ve sabit aydınlık faktörü değerlerine bağlı bir ağırlıklı ortalama ile hesaba katılır.

$$F_{cort} = (\Phi_{toplaml,enk} \times F_{c_{enk}}) + (\Phi_{toplaml, flo} \times F_{c_{flo}} + \Phi_{toplaml, kflo} \times F_{c_{kflo}}) / \Phi_{toplaml} \quad (E2)$$

Ek F Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri (Bilgi Amaçlı)

Binaların toplam aydınlatma enerjisi gereksinimine yönelik referans değerler, ele alınan binanın referans bina ile karşılaştırılması ile elde edilir. Ele alınan binanın aydınlatma enerjisi gereksiniminin referans bina aydınlatma enerjisinden yüksek veya düşük olması durumlarında enerji performansı aralıklarına göre binanın aydınlatma enerjisi sınıfı belirlenir. Aydınlatma sisteminin görsel konfor gereksinimlerini karşılayabilmesi açısından değerlendirme Ek F.1'de yer almaktadır

Ek F.1 Aydınlik Düzeyi Hesabı

Bu bölümde, ele alınan hacim türü için görsel konfor koşulları açısından istenen aydınlık düzeyi ve renksel geriverim değerlerinin sağlanması açısından kontrol yöntemi tanıtılmaktadır. Hacimlerde gerçekleşen aydınlık düzeyi değerleri aşağıdaki verilere dayanarak hesaplanabilmekte veya çeşitli aydınlatma simulasyon programlarında modellenerek belirlenebilmektedir. Programların doğruluğunun CIE tarafından önerilen testlerle değerlendirilmiş olması gerekmektedir (CIE Publication No: 171:2006).

Hesaplanan aydınlık düzeyi, istenen aydınlık düzeyinin %90'ından daha az veya %10 fazlasından daha fazla olmamalıdır. Yeni yapılacak olan binalarda bu değerlerin sağlanması gerekmektedir. Mevcut binaların aydınlatma sistemleri bu değerleri sağlayacak biçimde revize edilmelidir.

$$E_{\text{istenen}} \times 1.10 < E_{\text{hesaplanan}} \text{ veya } E_{\text{hesaplanan}} < E_{\text{istenen}} \times 0.9 \rightarrow \text{UYARI} \quad (\text{F1})$$

Tablo F.1'de hacim türlerine göre önerilen aydınlık düzeyi ve hacimlerde kullanılan lambalara ait istenen renksel geriverim indisi değerleri verilmektedir.

$E_{\text{istenen}}(lx)$: hacim türü için istenen aydınlık düzeyi

R_a : Kullanılan lambalara ait istenen renksel geriverim indisi değerleri

Tablo F.1 Hacim türüne bağlı istenen aydınlık düzeyi ve R_a değerleri

Tipoloji	Hacim Türü	$E_{\text{istenen}}(lx)$	R_a değeri
Ofis	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80
Ofis	Arşiv	200	80
Ofis	Asansör holü	200	80
Ofis	Çekirdek	200	80
Ofis	Depo	200	80
Ofis	Ekipman odası	200	80
Ofis	Fotokopi odası	300	80
Ofis	Garaj	75	20
Ofis	Giriş holü	300	80
Ofis	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Ofis	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Ofis	Konferans odası	500	80
Ofis	Koridor	200	80
Ofis	Merdiven holü	200	80
Ofis	Showroom	300	80
Ofis	Teknik servis odası	200	80
Ofis	WC	200	80
Hastane	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

Hastane	Ameliyathane	1000	90
Hastane	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	200	80
Hastane	Giriş holü	300	80
Hastane	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Hastane	Hasta odası	300	80
Hastane	Kantin	200	80
Hastane	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Hastane	Laboratuvar	1000	90
Hastane	Mutfak	500	80
Hastane	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500	80
Hastane	Operasyon öncesi hazırlık odası	500	80
Hastane	Otopark	75	20
Hastane	Poliklinik / Gündüz odaları	200	80
Hastane	Restoran / Yemekhane	500	80
Hastane	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	200	80
Hastane	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80
Hastane	Tanı - tedavi	1000	90
Hastane	Tedavi odası	300	80
Hastane	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200	80
Hastane	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500	80
Hastane	Tuvalet	200	80
Hastane	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	200	80
Eğitim Binası	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80
Eğitim Binası	Atölye, İmalathane	500	80
Eğitim Binası	Derslik (anaokulu)	300	80
Eğitim Binası	Derslik (ilköğretim)	300	80
Eğitim Binası	Derslik (lise, üniversite vb.)	500	80
Eğitim Binası	Derslik (teknik çizim odaları)	700	80
Eğitim Binası	Diğer Yaşanan Odalar (aktivite odaları, öğretmenler odası, personel odası, bekleme odası)	300	80
Eğitim Binası	Fuaye	300	80
Eğitim Binası	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Eğitim Binası	İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	300	80
Eğitim Binası	Kantin	200	80
Eğitim Binası	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Eğitim Binası	Kitap Okuma Salonu	500	80
Eğitim Binası	Konser ve sergi salonları	500	80
Eğitim Binası	Kütüphane (Açık Raf Alanı)	200	80
Eğitim Binası	Kütüphane (Dergi ve Depo)	200	80
Eğitim Binası	Kütüphane (Okuma Odası)	500	80
Eğitim Binası	Mutfak	500	80

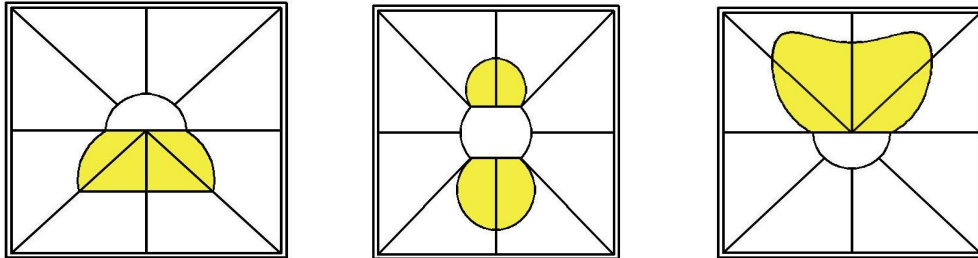
BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

Eğitim Binası	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500	80
Eğitim Binası	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200	80
Eğitim Binası	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50	80
Eğitim Binası	Oditoryum	500	80
Eğitim Binası	Otopark	75	20
Eğitim Binası	Restoran / Yemekhane	500	80
Eğitim Binası	Sahne (Tiyatro, vs)	500	80
Eğitim Binası	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	100	80
Eğitim Binası	Spor Salonu (Tribün Olmayan)	300	80
Eğitim Binası	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80
Eğitim Binası	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	300	80
Eğitim Binası	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500	80
Eğitim Binası	Tuvalet	200	80
Eğitim Binası	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	300	80
Otel	Açık Ofis	500	80
Otel	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	300	80
Otel	Fuaye	300	80
Otel	Grup Çalışma Ofisi	500	80
Otel	İzleyici ve Dinleyici Alanları	500	80
Otel	Kantin	300	80
Otel	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Otel	Konser ve sergi salonları	500	80
Otel	Lobi / Giriş holü	300	80
Otel	Mağaza	300	80
Otel	Mağaza/Depo	200	80
Otel	Mutfak	500	80
Otel	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	200	80
Otel	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200	80
Otel	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50	80
Otel	Otel Yatak Odası		80
Otel	Otopark	75	20
Otel	Restoran / Yemek holü	75	80
Otel	Sahne (Tiyatro..vs)	500	80
Otel	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	300	80
Otel	Spor Salonu	300	80
Otel	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

Otel	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200	80
Otel	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500	80
Otel	Tuvalet	200	80
Otel	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Fuar/ Kongre Mekanı	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Fuaye (Tiyatro..vs)	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Konser ve sergi salonları	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza/Depo	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza/Soğuk Yiyecek Deposu (Süpermarket)	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mutfak	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Otopark	75	20
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Restoran / Yeme içme alanları	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sahne (Tiyatro..vs)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	50	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Spor Alanları	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Tuvalet	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	200	80

Aydınlatma sisteminin direkt, direkt-endirekt veya endirekt olması durumları Şekil F1'de örneklendirilmiştir.



Şekil F1. Aydınlatma sisteminin direkt, direkt-endirekt veya endirekt olması durumları

Aydınlatma sisteminde kullanılacak lamba tipleri Tablo F.2'de özetlenmiştir.

Tablo F2. Lamba Tipleri

Lamba Tipi	Güç (W)	Işık Akısı (lm)	Renksel Geriverim (Ra)
Enkandesan	25	195	100
	25	220	100
	40	410	100
	40	370	100
	40	640	100
	40	390	100
	60	710	100
	60	670	100
	60	580	100
	60	970	100
	60	630	100
	75	850	100
	75	930	100
	75	910	100
	75	1300	100
	100	1210	100
	100	1200	100
	100	1840	100
	100	1320	100
	100	1360	100
100	1340	100	
200	3040	100	
150	2160	100	
Kompakt Floresan	5	230	82
	5	250	82
	5	200	82
	8	380	76
	8	400	82
	8	420	82
	8	380	82
	9	420	82
	10	530	85
	11	575	76
	11	600	82
	11	600	82
	11	600	82
	12	600	76
	12	670	82

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

	12	610	82
	14	810	82
	15	825	76
	15	875	82
	15	875	82
	16	870	76
	16	930	82
	16	815	82
	16	900	82
	16	875	78
	16	950	82
	18	1100	82
	20	1175	76
	20	1175	80
	20	1200	82
	20	1200	82
	20	1200	76
	20	1300	82
	20	1200	82
	20	1200	82
	20	1160	82
	20	1155	78
	20	1200	82
	23	1400	76
	23	1400	80
	23	1500	82
	23	1350	76
	23	1500	82
	23	1485	82
	25	1700	80
	25	1800	82
	27	1800	82
	27	1700	76
Fluoresan	16	1400	85
	18	1300	85
	18	1350	85
	18	1250	85
	18	1350	85
	18	1350	85
	18	1250	85
	18	1190	92

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

18	1200	93
18	1200	91
18	1150	92
18	930	98
18	950	98
18	740	74
30	2400	85
30	1300	74
36	3250	85
36	3350	85
36	3200	85
36	3250	85
36	3050	85
36	3150	85
36	2800	92
36	2800	93
36	2970	91
36	2100	98
36	2300	98
36	1600	74
36	1750	74
58	5000	85
58	5200	85
58	5100	85
58	4550	93
58	4600	91
58	4350	92
58	3350	98
58	3650	98
58	2800	74
70	6200	85

Hacim duvar ve tavan yüzeylerinin ışık yansıtma katsayıları aydınlatma sisteminin verimi üzerinde etkili olmaktadır. Aşağıda çeşili renklere ilişkin ışık yansıtma katsayıları verilmiştir.

0.70: Çok açık (beyaz, saman rengi, kemik rengi, açık mavi, açık yeşil)

0.50: Açık (kavuniçi, sarı bej, turuncu)

0.30: Orta (gök mavisi, çimen yeşili)

0.10: Koyu (koyu mavi, deniz mavisi, koyu yeşil, koyu gri)

Aydınlatma sistemine ilişkin verim değerleri Tablo F.3'de yer almaktadır.

Tablo F.3 Tavan ve duvarların ışık yansıtma katsayıları ve k değerine bağlı verim (η)

Enkandesan Lambalı Direkt Aydınlatma										
ρ_T		70			50			30		
ρ_D	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,4	0,36	0,33	0,4	0,36	0,33	0,39	0,35	0,33
	1,2	0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	0,44	0,4	0,38
	1,5	0,52	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44
	2	0,59	0,56	0,53	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53
	2,5	0,64	0,61	0,59	0,64	0,6	0,59	0,63	0,6	0,59
	3	0,67	0,65	0,64	0,67	0,64	0,63	0,66	0,64	0,63
	4	0,7	0,69	0,67	0,7	0,69	0,67	0,7	0,68	0,67
	5	0,73	0,72	0,7	0,73	0,72	0,7	0,73	0,71	0,7
	6	0,75	0,74	0,73	0,74	0,74	0,73	0,74	0,73	0,72
	8	0,76	0,74	0,74	0,76	0,75	0,74	0,75	0,75	0,74
	10	0,77	0,75	0,76	0,77	0,77	0,76	0,77	0,76	0,76
Enkandesan Lambalı Direkt – Endirekt Aydınlatma										
ρ_T		70			50			30		
ρ_D	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,24	0,2	0,16	0,21	0,17	0,15	0,18	0,15	0,13
	1,2	0,29	0,24	0,2	0,24	0,21	0,27	0,21	0,18	0,16
	1,5	0,34	0,29	0,25	0,29	0,25	0,22	0,24	0,22	0,19
	2	0,4	0,35	0,32	0,34	0,31	0,28	0,29	0,26	0,24
	2,5	0,44	0,4	0,37	0,38	0,35	0,33	0,33	0,3	0,28
	3	0,47	0,44	0,41	0,42	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31
	4	0,53	0,5	0,47	0,46	0,44	0,41	0,39	0,38	0,36
	5	0,56	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45	0,42	0,4	0,39
	6	0,58	0,56	0,55	0,51	0,49	0,48	0,44	0,43	0,42
	8	0,61	0,58	0,58	0,54	0,53	0,52	0,46	0,46	0,45
	10	0,62	0,6	0,61	0,55	0,55	0,54	0,47	0,47	0,47
Enkandesan Lambalı Endirekt Aydınlatma										
ρ_T		70			50			30		
ρ_D	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,19	0,15	0,12	0,13	0,1	0,088	0,08	0,063	0,052
	1,2	0,23	0,18	0,15	0,15	0,12	0,11	0,09	0,075	0,064
	1,5	0,27	0,22	0,19	0,18	0,15	0,13	0,11	0,093	0,08
	2	0,31	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,13	0,11	0,1
	2,5	0,35	0,31	0,28	0,25	0,22	0,2	0,14	0,13	0,12
	3	0,38	0,34	0,32	0,27	0,24	0,22	0,16	0,14	0,13
	4	0,42	0,39	0,36	0,29	0,27	0,26	0,17	0,16	0,15
	5	0,45	0,42	0,4	0,31	0,3	0,28	0,18	0,18	0,17
	6	0,46	0,44	0,42	0,32	0,31	0,3	0,19	0,18	0,18

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

	8	0,48	0,46	0,45	0,34	0,33	0,32	0,2	0,19	0,19
	10	0,5	0,48	0,47	0,35	0,34	0,33	0,21	0,2	0,2
Fluoresan Lambalı Direkt Aydınlatma										
ρT		70			50			30		
ρD	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,25	0,2	0,17
	1,2	0,31	0,25	0,21	0,3	0,25	0,21	0,29	0,25	0,21
	1,5	0,36	0,3	0,27	0,35	0,3	0,27	0,34	0,3	0,27
	2	0,42	0,37	0,33	0,42	0,37	0,33	0,41	0,37	0,33
	2,5	0,47	0,42	0,39	0,46	0,42	0,38	0,45	0,41	0,38
	3	0,51	0,46	0,42	0,5	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42
	4	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49
	5	0,6	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54	0,58	0,56	0,53
	6	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56
	8	0,66	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,63	0,62
	10	0,68	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65	0,67	0,66	0,65
Fluoresan lambalı Direkt- Endirekt Aydınlatma										
ρT		70			50			30		
ρD	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,24	0,19	0,16	0,2	0,17	0,14	0,17	0,14	0,12
	1,2	0,28	0,23	0,19	0,24	0,2	0,17	0,21	0,17	0,15
	1,5	0,33	0,28	0,24	0,28	0,24	0,21	0,24	0,21	0,18
	2	0,38	0,34	0,3	0,33	0,29	0,27	0,28	0,25	0,23
	2,5	0,43	0,38	0,35	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27
	3	0,46	0,42	0,39	0,39	0,37	0,34	0,34	0,21	0,29
	4	0,51	0,48	0,45	0,44	0,41	0,39	0,37	0,25	0,34
	5	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,4	0,38	0,37
	6	0,56	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45	0,41	0,4	0,39
	8	0,59	0,57	0,55	0,52	0,5	0,49	0,44	0,43	0,42
	10	0,61	0,59	0,58	0,53	0,52	0,51	0,46	0,45	0,45
Fluoresan Lambalı Endirekt Aydınlatma										
ρT		70			50			30		
ρD	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,22	0,18	0,16	0,2	0,16	0,14	0,17	0,15	0,13
	1,2	0,26	0,22	0,19	0,23	0,19	0,17	0,2	0,17	0,15
	1,5	0,3	0,26	0,23	0,26	0,23	0,21	0,23	0,2	0,18
	2	0,36	0,32	0,29	0,31	0,28	0,26	0,27	0,26	0,23
	2,5	0,4	0,36	0,33	0,34	0,32	0,29	0,3	0,28	0,26
	3	0,43	0,4	0,36	0,37	0,35	0,32	0,32	0,3	0,28
	4	0,47	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

	5	0,49	0,47	0,45	0,44	0,42	0,4	0,38	0,36	0,35
	6	0,51	0,49	0,47	0,45	0,44	0,42	0,39	0,38	0,37
	8	0,54	0,52	0,51	0,48	0,46	0,45	0,42	0,41	0,4
	10	0,55	0,54	0,53	0,49	0,48	0,47	0,43	0,42	0,42

Ek G Güneşin çalışma saatleri ve kontrol sistemlerine etkisi (Bilgi Amaçlı)

G 1-Gün uzunlukları ve çalışma saatleri ilişkisi

Bu bölümde binaların kullanım saatleri sırasında güneşin mevcut olup olmaması durumu incelenmektedir.

G.1.1. t_D ve t_N değerinin hesaplanması

Bina kullanım saatlerine bağlı olarak t_D ve t_N değerlerinin hesaplanabilmesi için gün uzunluklarının Türkiye'deki şehirler için hesaplanması gerekmektedir. Gün uzunlukları, her ay için ayın 15 gününe ait değerler kullanılarak ortalama değer olarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda memleket saatine dönüştürme ve yaz saati uygulamalarının dikkate alınması gerekmektedir.

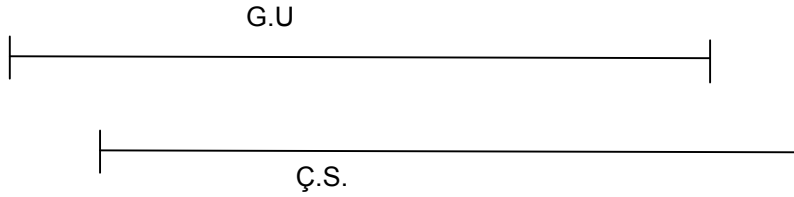
Örnek:

08:00 - 17:00 (İstanbul için Ocak ayı gün saatleri)

↓ ↓
GU1 GU2

09:00 -18:00 (Tüm aylar için çalışma saatleri)

↓ ↓
ÇS1 ÇS2



- ÇS1 ≥ GU1 → ÇS1 (başlangıç için) = t_{D1} alınacak
- ÇS2 ≤ GU2 → ÇS2 (bitiş için) = t_{D2} alınacak
- ÇS1 < GU1 → GU1 (başlangıç için) = t_{D1} alınacak
- ÇS2 > GU2 → GU2 (bitiş için) = t_{D2} alınacak
- t_D değerinin hesaplanması:

$$t_D = t_{D2} - t_{D1}$$

- t_N değerinin hesaplanması:

$$t_N = \text{ÇS} - t_D$$

t_D ve t_N iş günlerine göre her ay için hesaplanıp toplanır.

Aylık değer için t_D ve t_N değerleri çalışma günü sayısı ile çarpılır.

Yıllık değer, aylık değerlerin toplamı olarak elde edilir.

Örnek olarak Diyarbakır için hesaplanan t_D ve t_N değerleri Tablo G.1'de ve İstanbul için hesaplanan t_D ve t_N değerleri Tablo G.2'de verilmiştir

Tablo G1. Diyarbakır için hesaplanan t_D ve t_N değerleri

Diyarbakır	İşgünü Sayısı	Günlük Toplam (h)		Aylık Toplam (h)	
		t_D	t_N	t_D	t_N
Ocak	22	7.16	1.84	157.52	40.48
Şubat	20	7.51	1.49	165.22	32.78
Mart	22	8.19	0.81	180.18	17.82
Nisan	22	8.48	0.52	186.56	11.44
Mayıs	22	9	0.00	198.00	0.00
Haziran	22	9	0.00	198.00	0.00
Temmuz	22	9	0.00	198.00	0.00
Ağustos	22	9	0.00	198.00	0.00
Eylül	22	8.24	0.76	181.28	16.72
Ekim	22	7.36	1.64	161.92	36.08
Kasım	22	7.03	1.97	154.66	43.34
Aralık	22	6.55	2.45	144.10	53.90
Yıllık Toplam Saat				2123.44	252.56

Tablo G.2 İstanbul için hesaplanan t_D ve t_N değerleri

İstanbul	İşgünü Sayısı	Günlük Toplam (h)		Aylık Toplam (h)	
		t_D	t_N	t_D	t_N
Ocak	22	7.53	1.47	165.66	32.34
Şubat	20	8.3	0.30	182.60	6.60
Mart	22	9	0.00	198.00	0.00
Nisan	22	9	0.00	198.00	0.00
Mayıs	22	9	0.00	198.00	0.00
Haziran	22	9	0.00	198.00	0.00
Temmuz	22	9	0.00	198.00	0.00
Ağustos	22	9	0.00	198.00	0.00
Eylül	22	9	0.00	198.00	0.00
Ekim	22	8.2	0.40	180.40	8.80
Kasım	22	7.41	1.19	163.02	26.18
Aralık	22	7.31	1.69	160.82	37.18
Yıllık Toplam Saat				2238.50	111.10

Semboller

A	Binanın toplam kullanım alanı (m ²)
a	Dikdörtgen hacmin derinliği (m)
a _{fds} , b _{fds}	F _{D,S} değerinin hesaplanması için gerekli katsayılar
a _d	Güneşiğinden yararlanan bölgenin derinliği (pencereye dik uzunluk) (m)
A _D	Güneşiğinden yararlanan yatay çalışma düzleminin toplam alanı (m ²)
A _C	Hacme ilişkin cephe açıklığı (karkas açıklık) (m ²)
A _{D,i}	Güneşiği alan bölümler (m ²)
A _{N,D,i}	Güneşiği almayan bölümler (m ²)
A _{çekirdek}	Konut çekirdek alanı (m ²)
A _{çekirdekezemin}	Konutların zemin katında yer alan çekirdek alanı (m ²)
A _{çekirdekkat}	Konutların bir katında yer alan çekirdek alanı (m ²)
A _{daire}	Konut daire alanı (m ²)
A _{Dduvar1}	Güneşiğinden yararlanan yatay çalışma düzleminin toplam alanı (duvar 1 için) (m ²)
a _{d duvar1}	Güneşiği bölgesinin derinliği (duvar 1 için) (m)
a _{dort}	Güneşiği bölgesinin ortalama derinliği (m)
A _{Dkes}	Güneşiğinden yararlanan yatay çalışma düzleminin kesişen alanı (m ²)
A _{DT}	Güneşiğinden yararlanan toplam yatay çalışma düzleminin alanı (m ²)
A _{hacim}	Hacim alanı (m ³)
a _{D,max}	Güneşiği bölgesinin maksimum derinliği (m)
AESG	Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (kWh/m ² .yıl)
AESG _{konut}	Konutlar için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (kWh/m ² .yıl)
AESG _{konutbina}	Konut binaları için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (kWh/m ² .yıl)
b	Dikdörtgen hacmin genişliği (m)
b _d	Güneşiğinden yararlanan bölgenin uzunluğu (pencereye paralel uzunluk) (m)
b _{R,j}	Hacim genişliği (m)
D	Güneşiği faktörü (%)
D _C	Karkas cephe açıklığı için güneşiği faktörü (%)
D _j	Güneşiği faktörüne bağlı sınıflandırma
ÇS	Günlük çalışma saatleri süresi (h)
ÇS1	Çalışma saati başlangıcı
ÇS2	Çalışma saati bitişi
E _m	Ortalama elde edilen aydınlık düzeyi (lux)
E _{hesaplanan}	Bir hacim için hesaplanan aydınlık düzeyi (lux)
E _{istenen}	Bir hacim için istenen aydınlık düzeyi (lux)
EA _{bina}	Karşı bina engel açısı (°)
EA _{fın}	Düşey eleman engel açısı (°)
F _A	Yokluk faktörü
F _c	Sabit aydınlık faktörü
F _D	Güneşiği bağımlılık faktörü
F _{D,n}	Bir hacim veya bölüme ilişkin güneşiği bağımlılık faktörü
F _{D,C,n}	Bir n bölümüne ilişkin güneşiğine bağlı yapma aydınlatma kontrol faktörü
F _{DS}	Güneşiği sağlama faktörü
F _{D,S,n}	Bir n bölümüne ilişkin güneşiği sağlama faktörü
F _O	Kullanıma bağlı faktör
F _{OC}	Kullanıma bağlı aydınlatma kontrol sistemi faktörü
F _{o,n}	Bir n bölümüne ilişkin kullanıma bağlı faktör
GU	Gün uzunluğu (h)
GU1	Güneş doğuş saati
GU2	Güneş batış saati
h _{At}	Avlu veya atrium yüksekliği (m)
h _{Li}	Lentonun yerden yüksekliği (m)
h _{cd}	Çalışma düzleminin yerden yüksekliği (m)
h _{pen}	Pencere yüksekliği (m)
l _{At}	Avlu veya atrium uzunluğu (m)

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

I_{De}	Derinlik indisi
I_o	Engel indisi, engel için düzeltme katsayısı
$I_{O,CA}$	Avlu veya atrium için düzeltme katsayısı
$I_{O,OB}$	Lineer karşı engel için düzeltme katsayısı
$I_{O,GDF}$	Camlı çift cidarlı cepheler için düzeltme katsayısı
$I_{O,OV}$	Saçak için düzeltme katsayısı
$I_{O,VF}$	Düşey elemanlar için düzeltme katsayısı
I_T	Geçirgenlik indisi
k	Hacim indisi
k_1	Pencere doğramasına ilişkin faktör
k_2	Cam kirliliğine ilişkin faktör
k_3	Cepheye dik gelmeyen ışık için faktör
$k_{AT,1}$	Atrium çatısı çerçevesine ilişkin faktör
$k_{AT,2}$	Atrium çatısı cam kirliliğine ilişkin faktör
$k_{AT,3}$	Atrium çatısı dik gelmeyen ışık için faktör
$k_{GDF,1}$	Camlı çift cidarlı cepheler için doğramaya ilişkin düzeltme katsayısı
$k_{GDF,2}$	Camlı çift cidarlı cepheler için cam kirliliğine ilişkin düzeltme katsayısı
$k_{GDF,3}$	Camlı çift cidarlı cephelerde cepheye dik gelmeyen ışık için faktör (genellikle 0.85)
MF	Bakım faktörü
n	Binadaki hacim veya bölümlerin sayısı
n_1	Hacim veya bölümde kullanılan aynı tip lambaların sayısı
P_i	Aygıt gücü (W)
P_n	Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (W)
P_p	Aygıt parazit gücü (W)
P_{ci}	Aygıtların otomatik kontrolüne ilişkin parazit güç, lambaların kapalı olduğu süre için (W)
P_{ei}	Acil durum aydınlatması şarj gücü (W)
P_{pi}	Aygıta ilişkin parazit güç (W)
P_{pc}	Bir hacim veya bölümün aydınlatma kontrolüne ilişkin toplam kurulu parazit güç (W)
P_{pn}	Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (W)
P_{em}	Bir hacim veya bölümde acil durum aydınlatmasına ilişkin toplam şarj gücü (W)
P_{enk}	Enkandesan lambaların toplam gücü (W)
P_{flo}	Fluoresan lambaların toplam gücü (W)
P_{Kflo}	Kompakt floresan lambaların toplam gücü (W)
P_{Hi}	Aydınlatma sisteminin harcadığı hafta içi günlük güç (W)
P_{HS}	Aydınlatma sisteminin harcadığı hafta sonu günlük güç (W)
P_{toplam}	Konutlarda aydınlatma sisteminin harcadığı toplam güç (W)
P_{YIL}	Konutlarda yıllık toplam aydınlatma gücü (W)
Q_{saat}	Aydınlatma aygıtlarından kaynaklanan saatlik gizli ısı (W)
R_a	Kullanılan lambalara ait renksel geriverim indisi
τ	Camın ışık geçirgenlik faktörü
τ_{At}	Atrium camı geçirgenlik faktörü
t_{GDF}	Camlı çift cidarlı cephe geçirgenlik faktörü
t	İşletim süresi (h)
t_D	Gün saatleri kullanımı (h)
t_e	Acil durum aydınlatması şarj süresi (h)
t_N	Gün saatleri dışında kullanım (h)
t_o	Yıllık işletim süresi (h)
t_p	Parazit güç kullanım süresi (h)
t_v	Standart yıl (h) (8760 h)
x_n	Pencere ve duvar arasındaki uzunluk (m)
w_{At}	Avlu veya atrium genişliği (m)
w_{I_d}	Avlu veya atriuma ilişkin derinlik indisi
W	Toplam yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)
W_{AC}	Aydınlatma otomatik kontrolüne ilişkin yıllık parazit güç (kWh)
W_{bina}	Toplam yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

$W_{\text{çekirdek}} \text{ toplam YIL}$	Konut çekirdek alanlarının yıllık toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)
W_{EM}	Acil durum aydınlatmasına ilişkin yıllık parazit enerji (kWh)
W_K	Toplam konut alanları aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh)
W_t	Toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh)
$W_{L,t}$	Aydınlatma için tüketilen toplam enerji (kWh)
W_L	Yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)
W_p	Yıllık parazit enerji tüketimi (kWh/yıl)
$W_{P,t}$	Aygıtla ilişkin parazit enerji tüketimi (kWh)
W_{YIL}	Konutlarda yıllık toplam aydınlatma enerjisi (kWh)
w_{pen}	Pencere genişliği (m)
γ_{enlem}	Binanın bulunduğu yörenin enlem açısı (°)
$W_{\text{aydınlatma}} \text{ ölçülen}$	Ölçülen aydınlatma gücü (W)
η	Aydınlatma sistemine ilişkin verim değeri
ρ_T	Tavan yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı (%)
ρ_D	Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı (%)

Kaynaklar

CIE, "Test cases to assess the accuracy of lighting programs", CIE Publication No: 171:2006, Vienna, Austria, 2005.

CIE, "Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems", CIE Publication No: 97: 2005, Vienna, Austria, 2005.

Lian, Z., Zhang, Y., Park, S.R., "*Radiant heat gain from indoor heat sources*" Heat and Mass Transfer Volume 42, Number 9 pp. 795-801, 2005

PrEN 12464-1, "Light and lighting — Lighting of work places — Part 1: Indoor work places" , 2002.

PrEN 15193, " Energy performance of buildings — Energy requirements for Lighting", 2006.

PrEN 60598, "Luminaires"

PrEN 60570, "Electrical supply track systems for luminaires

PrEN 61347, "Lamp control gear"

PrEN 12193, "Light and lighting — Sports Lighting"

PrEN 13032-1, "Lighting applications — Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires — Part 1: Measurement and file format"

PrEN 1838, "Lighting applications — emergency lighting"

Richardson, I., Thomson, M., Infield, D., A high-resolution domestic building occupancy model for energy demand simulations, Energy and Buildings, 40 (2008), pp: 1560-1566, Elsevier, 2008.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III .

**BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ
HESAPLANMASI**

İÇİNDEKİLER

1. ISITMA SİSTEMLERİ	1
1.1. Isı Üretecinden Isıtma Sistemine Verilmesi Gereken Isı	4
1.2. Isı Üretecine Sağlanması Gereken Enerji.....	6
1.3. Destek Enerjisi	7
1.4. Kısmi Yük Değerleri	7
1.4.1. Isı Dağıtımı	7
1.4.2. Depolama	7
1.5. Kazan Nominal Gücü	8
1.6. Enerji Tüketiminin Belirlenmesi	8
1.6.1. Isı Kontrolü Ve Emisyon.....	8
1.6.2. Destek Enerjisi Kullanımı	14
1.6.3. Isı Dağıtımı $Q_{h,d}$ - Merkezi Isıtma Boru Sistemi	15
1.6.4. Merkezi Sıcak Sulu Isıtmada Sirkülasyon İçin Destek Enerjisi.....	18
1.6.5. Depolama	21
1.7. Isı Üreteci İçin Üretim Kayıpları.....	22
1.7.1. Kullanım Sıcak Suyu Ve Mahal Isıtma Sistemlerini Destekleyen Güneş Enerjisi Sistemleri.....	23
1.7.2. Isı Pompaları.....	29
1.7.3. Kazanlar	47
1.7.4. Merkezi Olmayan Yakıtlı Sistemler.....	54
1.7.5. Elektrikli Isıtıcılar	54
1.7.6. Geniş Hacimlerin Isıtılması	55
Ek A	56
A.1. Elektrik Tahrikli Isı Pompaları	56
A.2. Yanma Tahrikli Isı Pompaları	57
A.3. Isı Pompası Hesaplamaları İçin Varsayılan Değerler.....	58
A.3.1 Elektrik Tahrikli Isı Pompaları İçin Varsayılan Güç Ve Performans Katsayısı Değerleri.....	58
A.3.2 Yanma Tahrikli Isı Pompaları İçin Varsayılan Güç Ve Performans Katsayısı Değerleri.....	59
A.4. Kısmi Yükte Çalışması Durumunda Düzeltme Faktörü	62
A.4.1 Elektrik Tahrikli Isı Pompaları	62
A.5 Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistemler (VRF-VRV): Bağlı Isıl Güç Performansı.....	62
2. SOĞUTMA SİSTEMLERİ	65
2.1. Hvac Sistemi İle Soğutma	67
2.1.1. Hvac Sisteminde Kullanılan Fanlar İçin Varsayılan Güç Tüketim Değerleri	67
2.1.2. Soğutma Serpantinleri İçin Enerji İhtiyacı	67
2.1.3. Hvac Sistemi İçin Soğutma gücü Hesabı	69
2.1.4. Soğutma Sistemine Göre Enerji Kullanımı	71
2.1.5. Soğutma Suyu Ve Soğutulmuş Su Dağıtımı İçin Destek Enerjisi	78
2.1.6. Yeniden Soğutma İçin Enerji Kullanımı.....	84
2.1.7. HVAC Sistemi ile Soğutmada Nihai Enerji Gereksinimi.....	84
2.2. Mahal Şartlandırma (iklimlendirme) İçin Soğutma Enerjisi.....	87

2.2.1.	Mahal Şartlandırma İçin Soğutma Enerji İhtiyacı	87
2.2.2.	Mahal Şartlandırma İçin Soğutma Enerji Beslemesi.....	877
2.2.3.	Mahal Şartlandırma İçin Destek Enerjisi.....	89
2.2.4.	Soğutma Sistemine Göre Enerji Kullanımı	90
2.2.5.	Soğutma Suyu Ve Soğutulmuş Su Dağıtımı İçin Destek Enerjisi	93
2.2.6.	Yeniden Soğutma İçin Enerji Kullanımı.....	98
2.2.7.	Mahal Şartlandırma İle Soğutmada Nihai Enerji Gereksinimi	99
3.	HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ.....	117
3.1.	Havalandırma Isı Kuyusu	119
3.2.	Isıl Kayıplar, Destek Enerjisi Ve Üreteç Isıl gücü.....	120
3.3.	Isıtma İçin Enerji İhtiyacı	121
3.3.1.	Besleme Havası Sıcaklığı ($\Theta_{v,Mech}$)	121
3.3.2.	Ortalama Hava Değişim Oranı (N_{mech})	124
3.4.	Kontrol Ve Emisyon	124
3.5.	Dağıtım	127
3.5.1.	Isıl Kayıplar	127
3.5.2.	Destek Enerjisi	128
3.6.	Depolama	129
3.6.1.	Isıl Kayıplar	129
3.6.2.	Destek Enerjisi	130
3.7.	Üretim	130
3.7.1.	Isıl Kayıplar	130
3.7.2.	Destek Enerjisi	131
3.7.3.	Üreteç Isıl gücü.....	133
3.7.4.	Emilen Havadan Geri Kazanılan Isı Girişi	146
Ek A	.....	151
Havalandırma Sistemleri	.....	151
A.1	Egzoz Havalandırma Sistemleri	151
A.2	Besleme Ve Egzoz Havalandırma Sistemleri.....	153
A.3	Havayla Isıtma Sistemleri	156
4.	KULLANIM SICAK SUYU SİSTEMLERİ	159
4.1.	Üreteç Isısı.....	159
4.2.	Kullanım Sıcak Suyu İçin Üretece Verilmesi Gereken Isı.....	159
4.3.	Destek Enerjisi.....	160
4.4.	Kullanım Sıcak Suyu Enerji İhtiyacı	160
4.5.	Dağıtım	161
4.5.1.	Binalarda Merkezi Kullanım Suyu Beslemesi.....	161
4.6.	Depolama	167
4.6.1.	Dolaylı Olarak Isıtılan Kullanım Sıcak Suyu Depolama Tankları	167

4.6.2.	Elektrikle Isıtılan Kullanım Suyu Depolama Isıtıcıları	169
4.6.3.	Gaz Ateşlemeli Kullanım Suyu Depolama Isıtıcıları	171
4.6.4.	Destek Enerjisi	172
4.7.	Üretim	173
4.7.1.	Üreteç Kaybı	173
4.7.2.	Kullanım Sıcak Suyunun Isıtılması İçin Güneş Enerjisi	174
4.7.3.	Sıcak Su Hazırlanmasında Isı Pompaları	180
4.7.4.	Anlık Elektrik Isıtıcıları	191
4.7.5.	Kullanım Sıcak Suyu İçin Isı Üretimindeki Giderlerin Elde Edilmesi	192
Ek A	198
Isıtma İhtiyacını Karşılama İçin Enerji Kullanımı	198	
A.1.Elektrik Tahrikli Isı Pompaları	198	
A.2.Yanma Tahrikli Isı Pompaları	199	
Ek B	200	
Isı Pompaları	200	
B.1 Kullanım Sıcak Suyu Isı Pompaları İçin Performans Katsayısı ($COP_{w,t}$)	200	
B.2 Depolama Kayıpları İçin Telafi Elektriksel Enerji Girdisi (P_{es})	200	
Ek C	201	
Çalışma Saatleri Tabloları	201	
5. BİLEŞİK ISIL GÜÇ SİSTEMLERİNDEN ENERJİ GİRDİSİNİN HESAPLANMASI	206	
5.1. Bileşik Isı Ve Güç (Chp) Tesisinin Nihai Ve Birincil Enerji İhtiyacı	206	
5.1.1. Tanımlar	206	
5.1.2. Denge Prosedürü	207	
5.1.3. Hesaplamalar	208	
A.1 Örnek Hesaplama	209	
6. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER	211	
6.1. Fotovoltaik Sistem Tarafından İletilen Enerji	211	
6.2. Pik Güç	211	
6.3. Sistem Performans Faktörü	212	

1. ISITMA SİSTEMLERİ

Tablo 1. Semboller

Sembol	Anlamı	Birim
B	genişlik	m
c	özgül ısı kapasite	kWh/(kg·K)
C	sabit	–
COP	performans faktörü, etkinlik faktörü	–
e	gider faktörü	–
f	faktör	–
FC	yük faktörü	–
h	yükseklik	m
k	ısı kayıp katsayısı	–
L	uzunluk	m
n	sayı	–
p	basınç	kPa
P	güç	W, kW
Q	enerji	kWh
U	ısı transfer katsayısı	W/m·K
UA	anlık ısı kaybı	W/K
V	hacim	m ³
V'	hacimsel debisi	m ³ /h
W	destek enerjisi	kWh
β	kısmı yük faktörü	–
η	verim	–
θ	sıcaklık	°C
ρ	yoğunluk	kg/l

Tablo 2.Alt indisler

İndis	Anlamı
aux	Destek
b	İhtiyaç
B	Bekleme
Bio	Biokütle
C	ortam sıcaklık kontrolü
ce	kontrol ve emisyon
d	Dağıtım
e	elektrik, etkenlik
f	nihai enerji
fl	tam yük
G	bina, zon
h	Isıtma
H	ısıtma sistemi
HK	ısıtma devresi
Hs/Hi	net kalori değeri
hydr	Hidrolik
i	İç
in	tüketim,giriş
int	Kesintili
intern	İç
k	şebeke suyu, kazan
km	ortalama kazan sıcaklığı
loss	Kayıp
m	ortalama
max	Maksimum
n	Nominal
outg	üreteç ısı gücü
pl	kısmi yük
PM	pompa kontrolü
PS	depolama tankı
Pump	Pompa
Q	Isı
reg	Yenilebilir
s	depolama
S	ana besleme borusu
SB	Bekleme (stand-by)
sol	Güneş
sys	Sistem
v	Kayıp
V	dikey dağıtım
70	sıcaklık sınır koşulları
100%	anlık yük,tam yük

Isıtma ihtiyacının karşılanması için ısıtma sistemine sağlanması gereken toplam enerji miktarı ve destek enerjisi DIN V 18599 standardı referans alınarak belirlenmiştir. Standartta ısıtma yapılan ay için hesaplama yapılmaktadır, bu çalışmada da aylık değerler kullanılmıştır. Net enerjiden saatlik bazda gelen bilgiler önce aylık temele oturtulmaktadır. Isıtma yapılan her saat için net ısıtma enerjisi ihtiyacına karşılık, sağlanması gereken enerji miktarı ve destek enerjisi aylık olarak belirlenerek yıllık toplam sağlanması gereken enerji miktarı bulunmaktadır.

Isıtma sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

-Sıcak sulu ısıtma

-Doğrudan Elektrikle ısıtma

-Radyant ısıtıcı

-Soba ile ısıtma

-Isı pompalı sistemler

-Elektrikli ısıtıcılar

Sıcak sulu ısıtma

Sıcak sulu ısıtmada ısı üretici olarak kazan veya ısı pompası kullanılacağı var sayılmıştır. Kullanılan kazan için ısı üretim kayıpları ve ısı üretimi için gerekli destek enerjisi aylık olarak hesaplanmıştır. Destek enerjisi, sistemin fonksiyonunu tam olarak yerine getirebilmesi için kurulan fanlar, pompalar vb. gibi yardımcı elemanların tükettiği enerjidir.

Isıtma elemanı olarak 4m'den düşük yükseklikteki alanlar için radyatör, sulu gömülü sistem (döşemeden, duvardan veya tavandan ısıtma) ve konvektör, 4m'den yüksek olan alanlar için hava apareyi kullanılacağı kabul edilmiştir.

Isıtma elemanı olarak radyatör seçilmesi durumunda oda sıcaklığının kontrolü, kazan çalışma sıcaklığı ve radyatörün yerleşim yerine bağlı olarak kontrol ve emisyon kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır. Kontrol ve emisyon kayıpları, mevcut elemanlardaki kontrol cihazları ve istenmeyen ısı geçişi dolayısıyla meydana gelen kayıplar olarak ifade edilebilir.

Isıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem seçilmesi durumunda oda sıcaklığının kontrolü, sulu gömülü sistemin döşemeden ısıtma (ıslak sistem, kuru sistem ya da ince örtülü kuru sistem), duvardan ısıtma ya da tavandan ısıtma olması ve yüzeylerdeki ısı kayıplara bağlı olarak kontrol ve emisyon kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır.

Isıtma elemanı olarak konvektör kullanılması durumunda, konvektör sayısına ve konvektör fanının güç tüketimine bağlı olarak kontrol ve emisyon kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır.

Isıtma elemanı olarak sıcak hava apareyi kullanılması durumunda, hava apareyinin düşey ya da yatay fanlı oluşuna ve oda yüksekliğinin 4-8 m arasında veya >8 m olmasına göre kontrol ve emisyon kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır.

Isıtma elemanı olarak merkezi HVAC ısıtması kullanılması durumunda da kontrol ve emisyon kaybı hesaplanmıştır. Ayrıca HVAC ısıtma serpantinleri için net enerji hesabı yapılmıştır.

Eğer ısıtma merkezi olarak yapılıyorsa ısıtma yapılmayan mahallerdeki boru ısı kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra sirkülasyon için gerekli destek enerjisi de aylık olarak hesaplanmıştır.

Kazan olarak kombi seçilmesi durumunda borulamanın ısıtılan mahal içinde kalacağı varsayımıyla boru ısı kayıpları ve ayrıca sirkülasyon için gereken destek enerjisi göz ardı edilmiştir.

Merkezi ısıtma yapılan sistemlerde sıcak su deposu olması durumunda, deponun ısı kaybı ve destek enerjisi miktarı hesaplanmıştır.

Doğrudan Elektrikle Isıtma

Doğrudan elektrikle ısıtma için tavana bağlı radyant panel, elektrikli döşemeden ısıtma ve yağ depolu elektrikli radyatör seçenekleri vardır. Tavana bağlı radyant panel ve elektrikli döşemeden ısıtma için oda yüksekliği ve oda sıcaklık kontrolüne bağlı olarak kontrol ve emisyon kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır. Yağ depolu elektrikli depolu radyatör kullanılması durumunda radyatörün yerleşim yerine ve kontrol şekline göre kontrol ve emisyon kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır.

Radyant ısıtıcı

Radyant ısıtıcı için oda yüksekliği ve oda sıcaklık kontrolüne bağlı olarak kontrol ve emisyon kayıpları ve ayrıca ısı üretim kayıpları aylık olarak hesaplanmıştır.

Soba ile ısıtma

Soba ile ısıtmada sobanın yakıt türüne göre katı, sıvı ve gaz yakıtlı (hermetik ve bacalı) olmasına veya çinili soba olmasına bağlı olarak sağlanması gereken toplam enerji aylık olarak hesaplanmıştır.

Elektrikli ısıtıcılar

Elektrikli ısıtıcıların kullanılması durumunda sağlanması gereken enerji miktarı hesaplanmıştır.

Isı Pompalı Sistemler

Isı pompalı sistemler hem ısıtma hem de soğutmada kullanılabilir. Enerji tüketimi hesaplanırken COP değerleri göz önüne alınır. Bu sistemler hem ısıtmada hem soğutmada üreteç ve eleman işlevi görürler. Klimalar, VRF sistemler ısı pompalı sistemler olarak ele alınır.

1.1. Isı Üreticiden Isıtma Sistemine Verilmesi Gereken Enerji

Isı üreticiden ısıtma sistemine verilmesi gereken ısı, enerji ihtiyacı ve kayıp enerjilerin toplamı ile belirlenir.

$$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} \quad (1)$$

$Q_{h,outg}$: Isı üreticinin ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,b}$: Net enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye olan kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminden çevreye olan dağıtım ısı kayıpları, (kWh)

$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminden çevreye olan depolama ısı kayıpları, (kWh)

Merkezi HVAC ısıtması kullanıldıysa;

$$Q_{h*,outg} = Q_{h*,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} \quad (2)$$

$Q_{h*,outg}$: HVAC ısıtması için ısı üreticinin ısı gücü, (kWh)

$Q_{h*,b}$: Merkezi HVAC ısıtması için net enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminden çevreye olan dağıtım ısı kayıpları, (kWh)

$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminden çevreye olan depolama ısı kayıpları, (kWh)

$$Q_{h*,b} = Q_{vh,b} + Q_{vh,ce} + Q_{vh,d} \quad (3)$$

$Q_{h*,b}$: Merkezi HVAC ısıtması için net enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{vh,b}$: İklimlendirme net enerjisi, (kWh)

$Q_{vh,ce}$: HVAC havalandırma sistemi için kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{vh,d}$: HVAC havalandırma sistemi için dağıtım ısı kayıpları, (kWh)

Kontrol ve ısıtılan ortama hava emisyonundan doğan kayıp $Q_{vh,ce}$ aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$Q_{vh,ce} = (1 - \eta_{vh,ce}) \cdot Q_{vh,b} \quad (4)$$

Burada,

$\eta_{vh,ce}$: Ortam ısı kontrolü ve emisyonu verimliliği

Isıtma sistemi tasarımı safhasında, hesaplamalar $\eta_{vh,ce} = 0,9$ alınarak yapılacaktır.

Besleme havası sıcaklığı ile ısıtılan ortam sıcaklığı çok geniş farklılık arz etmediğinden (sıcaklık farkı en fazla 10 K), dağıtım kaybı aşağıdaki gibi hesaplanır.

Isıtılan ortam içinde yerleşen hava kanallarının dağıtım kaybı,

$$Q_{vh,d} = 0 \quad (5)$$

Isıtılan ortam dışında yerleşen hava kanallarının dağıtım kaybı hesabı için ısıtılan ortam dışında yerleşen kanalların yüzey alanı hesaplanarak aşağıdaki ifade kullanılır. Bu ifadede ısıtılan ortam dışında yerleşen kanalların üzerine ısı iletim katsayısı en fazla 0.04 W/mK olan malzemenin 50 mm kalınlığında yalıtım uygulandığı varsayılır.

$$Q_{vh,d} = f_{vh,d} \cdot \frac{A_{K,A}}{1000} \quad (6)$$

Burada,

$Q_{vh,d}$: Dağıtım kaybı (kWh)

$f_{vh,d}$: Hava dağıtımı için ısıtma kayıp faktörü, bilinmiyorsa varsayılan değer 16 W/ m^2 alınabilir.

$A_{K.A}$: Isıtılan ortam dışında yerleşen kanalların yüzey alanı (m^2)

Besleme havası sıcaklığı ile ısıtılan ortam sıcaklığı farkı 10 K 'den az olduğundan, kanallardan sıcak hava sızıntı kaybı ihmal edilir.

Merkezi HVAC sistemi kullanılıyorsa HVAC ısıtma serpantinleri için sıcak su sistemi sıcaklığı $\theta_{h^*}=70/55^\circ\text{C}$ alınabilir.

1.2. Isı üreticine sağlanması gereken enerji

$$Q_{h,f} = (Q_{h,outg} + Q_{h,g}) \cdot f_{g,PM} - Q_{h,reg} \quad (7)$$

$$Q_{h,reg} = Q_{h,sol} \quad (8)$$

$Q_{h,f}$: Isı üreticine sağlanması gereken enerji, (kWh)

$Q_{h,outg}$: Isı üreticinin ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin üretim kayıpları, (kWh)

$Q_{h,reg}$: Yenilenebilir enerji katkısı, (kWh)

$Q_{h,sol}$: Güneş enerjisi katkısı, (kWh)

$f_{g,PM}$: Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ısı üreteçleri için düzeltme faktörü.

Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ısı üreteçleri için $f_{g,PM}$ değerleri aşağıdaki gibidir:

Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ısı üreteçleri için $f_{g,PM} = 1$,

Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ve kazan sıcaklığı dış sensörlerle kontrol edilen ısı üreteçleri için, $f_{g,PM} = 1,03$

Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ve kazan sıcaklığı iç sensörlerle kontrol edilen ısı üreteçleri için, $f_{g,PM} = 1,06$

Pompa kontrolü bulunmayan ısı üreteçleri için $f_{g,PM} = 1$ alınır.

Merkezi HVAC sistemi ile ısıtma yapılıyorsa;

$$Q_{h^*,f} = Q_{h^*,outg} + Q_{h,g} - Q_{h,reg} \quad (9)$$

$$Q_{h,reg} = Q_{h,sol} \quad (10)$$

$Q_{h^*,f}$: HVAC ısıtma sisteminden ısı üreticine sağlanması gereken enerji, (kWh)

$Q_{h*,outg}$: HVAC ısıtması için ısı üreticiden ısıtma sistemine verilmesi gereken enerji, (kWh)

$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin üretim kayıpları, (kWh)

$Q_{h,reg}$: Yenilenebilir enerji katkısı, (kWh)

$Q_{h,sol}$: Güneş enerjisi katkısı, (kWh)

1.3. Destek Enerjisi

$$Q_{h,aux} = Q_{h,ce,aux} + Q_{h,d,aux} + Q_{h,s,aux} + Q_{h,g,aux} \quad (11)$$

$Q_{h,aux}$: Isıtma sistemi için destek enerjisi, (kWh)

$Q_{h,ce,aux}$: Isıtma sisteminin kontrol ve emisyon destek enerjisi, (kWh)

$Q_{h,d,aux}$: Isıtma sistemi dağıtım destek enerjisi, (kWh)

$Q_{h,s,aux}$: Isıtma sistemi depolama destek enerjisi, (kWh)

$Q_{h,g,aux}$: Isıtma sistemi üretim destek enerjisi, (kWh)

1.4. Kısmi Yük Değerleri

1.4.1. Isı Dağıtımı

Dağıtım sistemindeki saatlik ortalama kısmi yük şu şekilde hesaplanır:

$$\beta_{h,d} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce}}{Q_{h,max} \cdot t_h} \quad (12)$$

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye olan kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{h,max}$: Binanın maksimum ısıtma yükü, (kWh)

t_h : O ay içerisindeki ısıtma saatleri (h)

1.4.2. Depolama

Depolama sistemindeki saatlik ortalama kısmi yük şu şekilde hesaplanır:

$$\beta_{h,s} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}}{Q_{h,max} \cdot t_h} \quad (13)$$

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye olan kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminden çevreye olan dağıtım ısı kayıpları, (kWh)

t_h : O ay içerisindeki ısıtma saatleri (h)

1.5. Kazan Nominal Gücü

Kazan nominal gücü bilinmiyorsa, hesaplama modeli için aşağıdaki formüller kullanılır.

1994'ten sonra üretilmiş kazanlar için:

$$Q_N = 1,3 \cdot Q_{h,max} \quad (14)$$

1994'ten önce üretilmiş kazanlar için:

$$Q_N = 2,5 \cdot Q_{h,max} \quad (15)$$

Q_N : Kazan nominal gücü, (kW)

$Q_{h,max}$: Binanın maksimum ısıtma yükü, (kW)

1.6. Enerji Tüketiminin Belirlenmesi

1.6.1. Isı kontrolü ve emisyon

Isı kontrolü ve emisyon kayıpları

Kontrol ve emisyonu bağlı kayıplar aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$Q_{h,ce} = \left(\frac{f_{\text{Radiant}} \cdot f_{\text{int}} \cdot f_{\text{hydr}}}{\eta_{h,ce}} - 1 \right) \cdot Q_{h,b} \quad (16)$$

$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye olan kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı, (kWh)

f_{hydr} : Hidrolik balans faktörü,

f_{int} : Kesintili çalışma katsayısı,

f_{Radiant} : Radyasyon etkisini belirlemek için kullanılan faktör (sadece geniş hacimli bölgeler ($h > 4m$) ısıtılırken hesaba katılır.

Varsayılan değerler:

Odanın yüksekliği 4 metreden küçük veya eşit ise f_{Radiant} 1.00 seçilir. Odanın yüksekliği 4 metreden büyük ise ve sistem tavana bağlı radyant panel, borulu radyant ısıtıcı, alevli radyant ısıtıcı veya elektrikli döşemeden ısıtmadan biriyse 0.85 seçilir.

$f_{\text{hydr}} = 1$,

$f_{\text{int}} = 1$ alınabilir.

Ortalama verim değeri $\eta_{h,ce}$ aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B))} \quad (17)$$

η_L : Düşey hava sıcaklığı profili için kısmi verim değeri

η_C : Oda sıcaklığı kontrolü için kısmi verim değeri

η_B : Dış bileşenlerin özgül ısı kaybı için kısmi verim değeri

Doğrudan elektrikle ısıtmada elektrikle döşemeden ısıtma için kullanılan verim değerleri Tablo 3 ve Tablo 4'ten alınır.

Tablo 3. Yüksekliği 4m'den 10 m'ye kadar olan odalar için doğrudan elektrikle ısıtmada elektrikle döşemeden ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler					
		η_L				η_C	η_B
		4m	6m	8m	10m		
Sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,8	
	İki kademeli kontrollü					0,93	
	P kontrollü (2K)					0,93	
	P kontrollü(1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	Adaptiv kontrol					0,99	
Isıtma Sistemi	Elektrikle döşemeden ısıtma	1	0,99	0,97	0,96		1

Tablo 4. Yüksekliği 10m'den fazla olan odalar için doğrudan elektrikle ısıtmada elektrikle döşemeden ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler					
		η_L			η_C	η_B	
		12m	15m	20m			
Sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,8	
	İki kademeli kontrollü					0,93	
	P kontrollü (2K)					0,93	
	P kontrollü(1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	Adaptiv kontrol					0,99	
Sistem	Elektrikle döşemeden ısıtma	0,94	0,92	0,89			1

Doğrudan elektrikle ısıtmada tavana bağlı radyant panel ile ısıtma için kullanılan verim değerleri Tablo 5 ve Tablo 6'dan alınır.

Tablo 5. Yüksekliği 4m’den 10 m’ye kadar olan odalar için doğrudan elektrikle ısıtmada tavana bağlı radyant panel ile ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler					
		η_L				η_C	η_B
		4m	6m	8m	10m		
Sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,8	
	İki kademeli kontrollü					0,93	
	P kontrollü (2K)					0,93	
	P kontrollü(1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	Adaptiv kontrol					0,99	
Isıtma Sistemi	Tavana bağlı radyant panel	1	0,99	0,97	0,96		1

Tablo 6. Yüksekliği 10m’den fazla olan odalar için doğrudan elektrikle ısıtmada tavana bağlı radyant panel ile ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler					
		η_L			η_C	η_B	
		12m	15m	20m			
sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,8	
	İki kademeli kontrollü					0,93	
	P kontrollü (2K)					0,93	
	P kontrollü(1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	Adaptiv kontrol					0,99	
Sistem	Tavana bağlı radyant panel	0,94	0,92	0,89			1

Doğrudan elektrikle ısıtmada elektrikli depolu radyatör ile ısıtma için kullanılan verim değerleri Tablo 7’den alınır.

Tablo 7. Doğrudan elektrikle ısıtmada elektrikli depolu radyatör ile ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Ortalama verim ($\eta_{h,ce}$)
Dış duvarda	Kontrol yok	0,78
	P kontrollü (1K)	0,88
	PID kontrollü	0,91
İç duvarda	Kontrol yok	0,75
	P kontrollü (1K)	0,85
	PID kontrollü	0,88

Radyant ısıtıcı ile ısıtma için kullanılan verim değerleri Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Yüksekliği 4m'den 10 m'ye kadar olan odalar için radyant ısıtıcı ile ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler					
		η_L				η_C	η_B
		4m	6m	8m	10m		
Sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,8	
	İki kademeli kontrollü					0,93	
	P kontrollü (2K)					0,93	
	P kontrollü(1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	Adaptiv kontrol					0,99	
Isıtma Sistemi	Radyant ısıtıcı	1	0,99	0,97	0,96		1

Tablo 9. Yüksekliği 10m'den fazla olan odalar için radyant ısıtıcı ile ısıtma için kullanılan verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler					
		η_L			η_C	η_B	
		12m	15m	20m			
Sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,8	
	İki kademeli kontrollü					0,93	
	P kontrollü (2K)					0,93	
	P kontrollü(1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	Adaptiv kontrol					0,99	
Sistem	Radyant ısıtıcı	0,94	0,92	0,89			1

Merkezi HVAC ısıtması sistemlerinde kontrol ve emisyon verim değerleri $\eta_{h,ce}$ aşağıdaki tablodan alınır.

Tablo 10. Hava ile ısıtmada kullanılan verim değerleri

Sistem düzeni	Kontrol parametresi	$\eta_{h,ce}$
Besleme havası yedek ısıtma ile (ilave ısıtıcı)	Oda sıcaklığı	0,84
	Oda sıcaklığı (besleme havası sıcaklığının kademeli kontrolü)	0,89
	Ortamdaki emilen hava sıcaklığı	0,83
Devirdaim havası ile ısıtma (emme(indüksiyon) terminal üniteleri,fan konvektörleri)	Oda sıcaklığı	0,91

Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak radyatör kullanılması durumunda kullanılan verim değerleri Tablo 11' den alınır.

Tablo 11. Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak radyatör kullanılması durumunda kullanılan verim değerleri

Parametreler		Verimler		
		η_L	η_C	η_B
Oda sıcaklığının kontrolü	Radyatör vanası		0,8	
	Termostatik vana		0,88	
	P kontrol (2K)		0,93	
	P kontrol (1K)		0,95	
	PI kontrol		0,97	
	Adaptif kontrol		0,99	
Tasarım sıcaklığı	90/70	η_{L1}	η_{L2}	
	70/55	0,88		
	55/45	0,93		
Radyatörün yeri	Radyatör iç duvarın üzerinde		0,87	1
	Radyatör dış duvarın üzerinde			
	-radyasyon korumasız Pencere		0,83	1
	-radyasyon korumalı pencere		0,88	1
	-normal dış duvar (penceresiz)		0,95	1

Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem-zeminden ısıtma-ıslak, kuru sistem kullanılması durumunda verim değerleri Tablo 12'den alınır.

Tablo 12. Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem-zeminden ısıtma-ıslak, kuru sistem kullanılması durumunda verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler		
		η_L	η_C	η_B
Oda Sıcaklığının Kontrolü	Kontrol yok		0,75	
	Temin suyu sıcaklık kontrollü		0,78	
	Su sıcaklık farkı kontrollü		0,83	
	Master kontrol		0,88	
	P kontrol		0,93	
	PI kontrol		0,95	
Sistem	Zeminden ısıtma			η_{B1} η_{B2}
	-Islak sistem	1		0,93
	-Kuru sistem	1		0,96
Yüzeylerdeki ısı kayıplar	DIN EN 1264'e göre minimum izolasyonu olmayan döşemeden ısıtma			0,86
	DIN EN 1264'e göre minimum izolasyonu olan döşemeden ısıtma			0,95
	DIN EN 1264'te belirtilenden %100 daha iyi izolasyona sahip olan döşemeden ısıtma			0,99

Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem-duvardan ısıtma kullanılması durumunda verim değerleri Tablo 13'ten alınır.

Tablo 13. Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem-duvardan ısıtma kullanılması durumunda verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler			
		η_L	η_C	η_B	
Oda Sıcaklığının Kontrolü	Kontrolsüz		0,75		
	Temin suyu sıcaklık kontrollü		0,78		
	Su sıcaklık farkı kontrollü		0,83		
	Master kontrol		0,88		
	P kontrol		0,93		
	PI kontrol		0,95		
Sistem	Duvardan ısıtma	0,96		η_{B1}	η_{B2}
				0,93	
Döşeme yüzeyinden olan özel ısı kayıpları	DIN EN 1264'e göre minimum izolasyonu olmayan döşemeden ısıtma				0,86
	DIN EN 1264'e göre minimum izolasyonu olan döşemeden ısıtma				0,95
	DIN EN 1264'te belirtilenden %100 daha iyi izolasyona sahip olan döşemeden ısıtma				0,99

Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem-tavandan ısıtma kullanılması durumunda verim değerleri Tablo 14'ten alınır.

Tablo 14. Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak sulu gömülü sistem-tavandan ısıtma kullanılması durumunda verim değerleri

Parametreler		Kısmi verimler			
		η_L	η_C	η_B	
Oda Sıcaklığının Kontrolü	Kontrolsüz		0,75		
	Temin suyu sıcaklığı kontrollü		0,78		
	Su sıcaklık farkı kontrollü		0,83		
	Master kontrol		0,88		
	P kontrol		0,93		
	PI kontrol		0,95		
Sistem	Tavandan ısıtma	0,93		η_{B1}	η_{B2}
				0,93	
Döşeme yüzeyinden olan özel ısı kayıpları	DIN EN 1264'e göre minimum izolasyonu olmayan döşemeden ısıtma				0,86
	DIN EN 1264'e göre minimum izolasyonu olan döşemeden ısıtma				0,95
	DIN EN 1264'te belirtilenden %100 daha iyi izolasyona sahip olan döşemeden ısıtma				0,99

Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13 ve Tablo 14'te karşımıza çıkan η_{L1} , η_{L2} , η_{B1} ve η_{B2} değerlerinin nasıl kullanılacağı aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$\eta_L = \frac{\eta_{L1} + \eta_{L2}}{2} \quad (18)$$

$$\eta_B = \frac{\eta_{B1} + \eta_{B2}}{2} \quad (19)$$

1.6.2. Destek enerjisi $Q_{h,ce,aux}$ Kullanımı

Sıcak su ile ısıtmada ısıtma elemanı olarak hava apareyi veya konvektör kullanılması durumunda destek enerjisi kullanımı hesaba katılır.

Isıtma elemanı olarak konvektör kullanılması durumunda destek enerjisi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{h,ce,aux} = Q_C + Q_{V,P} \quad (20)$$

$Q_{h,ce,aux}$: Destek enerjisi, (kWh)

Q_C : Kontrol sisteminin destek enerjisi (o ay için), (kWh)

$Q_{V,P}$: Fanların ve pompaların destek enerjisi (o ay için), (kWh)

$Q_{V,P}$ ve Q_C değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$Q_C = \frac{P_C \cdot d_{mth} \cdot 24}{1000}$$

$$Q_V = \frac{(P_V \cdot n_V + P_P \cdot n_P) \cdot t_{h,rL}}{1000}$$

P_C : Kontrol sisteminin anlık elektrik tüketim gücü, (W) (21)

d_{mth} : Ay içerisindeki gün sayısı

n_V : Fan ünitelerinin sayısı,

n_P : İlave pompa ünitelerinin sayısı,

P_V : Fanların anlık elektrik tüketim gücü, (W)

P_P : Pompaların anlık elektrik tüketim gücü, (W)

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi (h)

Konvektör için fan gücü bilinmiyorsa Tablo 15'ten alınır.

Tablo 15. Konvektör için fan gücü

Parametre		Güç W
P _v	Konvektör fanı	10

Pompa gücü bilinmiyorsa

$$P_p = 50. [Q_{LH}]^{0,08}$$

Q_{LH} : Isıtma serpantininin tüketim gücü (kW)

Isıtma elemanı olarak hava apareyi kullanılması durumunda destek enerjisi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{h,ce,aux} = \frac{P_{h,ce,aux} t_{h,rL}}{1000} \quad (22)$$

Q_{h,ce,aux} : Destek enerjisi, (kWh)

P_{h,ce,aux} : Cihazların anlık güç tüketimi, (W)

Isıtma elemanı olarak hava apareyi kullanılması durumunda destek enerjisi ihtiyacı Tablo 16'dan alınır.

Tablo 16. Isıtma elemanı olarak hava apareyi kullanılması durumunda destek enerjisi ihtiyacı

Parametre		Güç W
P _{h,ce,aux}	Yatay sirkülasyon fanlı(Oda yüksekliği<8m)	0,012.Q _{h,b}
	Yatay sirkülasyon fanlı(Oda yüksekliği>8m)	0,016.Q _{h,b}
	Düşey sirkülasyon fanlı(Oda yüksekliği<8m)	0,002.Q _{h,b}
	Düşey sirkülasyon fanlı (Oda yüksekliği>8m)	0,013.Q _{h,b}

Q_{h,b} : Net ısıtma enerjisi ihtiyacı, (kW)

1.6.3. Isı dağıtımı Q_{h,d} - merkezi ısıtma boru sistemi

Merkezi sıcak sulu ısıtma sistemi boru ısı kaybı

Borulardan olan ısı kaybı için genel denklem aşağıdaki gibidir:

$$Q_{h,d} = \frac{U. (\theta_{HK,m} - \theta_i). L}{1000} t_{h,rL} \quad (23)$$

U: Birim uzunluk başına toplam ısı geçiş katsayısı (W/m.K)

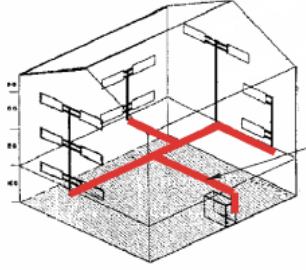
$\theta_{HK,m}$: Kazan çalışma sıcaklığı ortalama değeri, (°C)

θ_i : Isıtılmayan ortam sıcaklığı, (°C)

L: Borulama uzunluğu, (m)

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi (h)

U değeri boruların yalıtımlı olup olmamasına göre belirlenmelidir. Yalıtımlı borularda, bu değer hakkında bilgi yoksa; bina 1980 ve öncesinde inşa edilmiş ise U değeri 0,4 W/(m.K), 1980'den sonra inşa edilmiş ise 0,2 W/(m.K) alınabilir. Yalıtımsız borularda kat alanı 200 m²'ye kadar olan binalar için U değeri 1 W/(m.K), kat alanı 200 m² ile 500 m² arasında olan binalar için 2 W/(m.K), 500 m²'den büyük kat alanına sahip binalar için 3 W/(m.K) alınabilir.



Şekil 1. Sıcak su borulama sistemi

Yukarıdaki şekilde sıcak su borulama sistemi görülmektedir. Dağıtım kaybı alınırken, şekilde kırmızı ile gösterilmiş kısımdaki gibi ısıtılmayan bölgede yer alan yatay borulardan olan kayıplar hesaba katılmalıdır. Boru uzunluğu olarak da, ısıtılmayan alanlardaki boru uzunluğu dikkate alınmalıdır. Yaklaşık boru uzunluğu değeri bilinmiyorsa aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

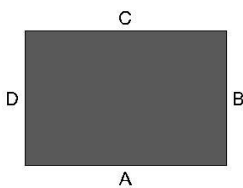
$$L = 2 \cdot L_G + 0,01625 \cdot L_G \cdot B_G^2 \quad (24)$$

L_G : Binanın boyu, (m)

B_G : Binanın eni, (m)

Bu eşitlikteki L_G ve B_G değerleri bina formlarına uygun olarak hesaplanır. Aşağıda bina formlarına göre alınacak değerler gösterilmektedir.

Dikdörtgen Form

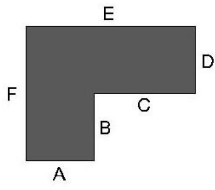


$$L_G = \max(A: B) \quad (25)$$

$$B_G = \min(A: B) \quad (26)$$

Şekil 2. Dikdörtgen Form

“L” Form

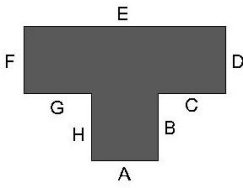


$$L_G = \max(E: F) \quad (27)$$

$$B_G = \min(E: F) \quad (28)$$

Şekil 3. “L” Form

“T” Form

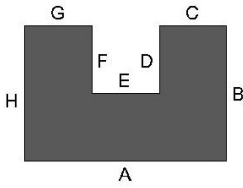


$$L_G = \max(E: F + H) \quad (29)$$

$$B_G = \min(E: F + H) \quad (30)$$

Şekil 4. “T” Form

“U” Form

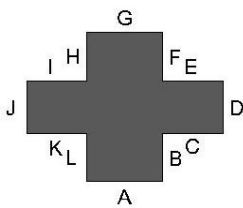


$$L_G = \max(A: B) \quad (31)$$

$$B_G = \min(A: B) \quad (32)$$

Şekil 5. “U” Form

Artı “+” Form

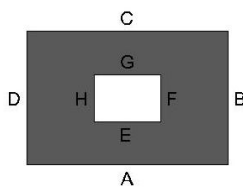


$$L_G = \max(A + C + K: B + D + F) \quad (33)$$

$$B_G = \min(A + C + K: B + D + F) \quad (34)$$

Şekil 6. Artı “+” Form

Avlulu Dikdörtgen Form

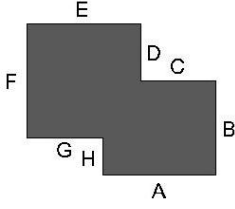


$$L_G = \max(A: B) \quad (35)$$

$$B_G = \min(A: B)$$

Şekil 7. Avlulu Form (36)

İkili Dikdörtgen Form



$$L_G = \max(A + G : B + D) \quad (37)$$

$$B_G = \min(A + G : B + D) \quad (38)$$

Şekil 8. İkili Dikdörtgen Form

1.6.4. Merkezi Sıcak Sulu Isıtmada Sirkülasyon İçin Destek Enerjisi

Sirkülasyon pompalarının çalışması için gerekli olan destek enerjisi, dağıtım sisteminin hidrolik enerji gereksinimi ve pompanın gider faktörü göz önünde bulundurularak hesaplanır. Hesaplama kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \quad (39)$$

$Q_{h,d,aux}$: Destek enerjisi tüketimi, (kWh)

$W_{h,d,hydr}$: Hidrolik enerji gereksinimi, (kWh)

$e_{h,d,aux}$: Pompa gider faktörü

1.6.4.1. Hidrolik enerji gereksinimi

Isı dağıtım sisteminin hidrolik enerji gereksinimi, tasarım noktasındaki hidrolik güç (P_{hydr}) ve dağıtım sistemindeki ortalama kısmi yük ($\beta_{h,d}$) değerinden elde edilir. f_{Sch} ve f_{Abgl} düzeltme faktörü değerleri de hesaba katılır.

Pompa kontrolü entegresi sirkülasyon pompasının çalışma zamanını düşürür, bu durum $f_{d,PM}$ faktörü göz önünde bulundurularak hesaba eklenir.

Hidrolik enerji gereksinimi ve pompa gider faktörü aşağıdaki formüllerdeki gibi bulunur:

$$W_{h,d,hydr} = \frac{P_{hydr}}{1000} \cdot \beta_{h,d} \cdot f_{d,PM} \cdot f_{Sch} \cdot f_{Abgl} \quad (40)$$

P_{hydr} : Pompanın hidrolik gücü, (W)

$\beta_{h,d}$: Ortalama dağıtım kısmi yükü

$f_{d,PM}$: Pompa kontrollü ısı üreteçleri için düzeltme faktörü

f_{Sch} : Hidrolik çevrim için düzeltme faktörü

f_{Abgl} : Hidrolik balans için düzeltme katsayısı

1.6.4.2. Pompanın hidrolik gücü

Pompanın çalışma noktasındaki hidrolik gücü bilinmiyorsa aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$P_{hydr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot V \quad (41)$$

\dot{V} : Çalışma noktasındaki su hacimsel debisi, (m³/h)

Δp : Çalışma noktasındaki basınç düşümü,(kPa)

Çalışma noktasındaki su hacimsel debisi, tasarım ısıtma yükü değeri $Q_{h,max}$ ve çalışma sıcaklıkları farkı $\Delta\theta_{HK}$ 'den elde edilir.

$$\dot{V} = \frac{Q_{h,max}}{1,15 \cdot \Delta\theta_{HK}} \quad (42)$$

$Q_{h,max}$: Tasarım ısıtma yükü ,(kWh)

$\Delta\theta_{HK}$: Çalışma sıcaklıkları farkı, (K)

Çalışma noktasındaki basınç düşümü borulamadaki direnç ve ek direnç sağlayan bileşenler ile elde edilir.

$$\Delta p = 0,13 \cdot L_{max} + 2 + \Delta p_{FBH} + \Delta p_{WE} \quad (43)$$

L_{max} : Maksimum borulama uzunluğu, (m)

Δp_{FBH} : Döşemeden ısıtmanın basınç düşümü = 25kPa (eğer varsa)

Δp_{WE} : Isı üreticinin basınç düşümü, (kPa)

Δp_{WE} bilinmiyorsa şu kabullere göre hesaplanır:

Isı üreticinin su içeriği < 0,15 l/kW iken,

$Q_{h,max} < 35$ kW ise $\Delta p_{WE} = 20 \cdot V^{2,1}$ dir.

$Q_{h,max} \geq 35$ kW ise $\Delta p_{WE} = 80$ kPa'dır.

Isı üreticinin su içeriği > 0,15 l/kW ise $\Delta p_{WE} = 1$ kPa

Maksimum boru uzunluğu bilinmiyorsa aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L_G + \frac{B_G}{2} + n_G \cdot h_G + l_d \right) \quad (44)$$

L_G : Bina boyu, (m)

B_G : Bina genişliği, (m)

n_G : Isıtılan kat sayısı

h_G : Ortalama kat yüksekliği, (m)

l_d : 10 (İki borulu sistemde bağlantılar için kabul edilmiş değer), (m)

1.6.4.3. Düzeltme katsayıları

Hidrolik çevrim faktörü:

$$f_{Sch} = 1$$

Hidrolik balans faktörü:

$$f_{Abgl} = 1$$

Pompa kontrollü ısı üreteçleri için düzeltme faktörü:

Pompa kontrollü olmayan ısı üreteçleri için $f_{d,PM} = 1$,

Kazan sıcaklık kontrolü dış sensörlerle yapılan pompa kontrollü ısı üreteçleri için;

$$f_{d,PM} = 0,75,$$

Kazan sıcaklık kontrolü iç sensörlerle yapılan pompa kontrollü ısı üreteçleri için;

$$f_{d,PM} = 0,45.$$

1.6.4.4. Gider faktörü

Gider faktörü pompanın ebatları ve verim değerinin yanında kısmi yük değerine ve kontrol performansına bağlı olarak hesaplanır. Hesaplama için kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$e_{h,d,aux} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{h,d}^{-1}) \quad (45)$$

$\beta_{h,d}$: Saatlik ortalama dağıtım kısmi yük değeri

C_{P1} ve C_{P2} değerleri sabit değerlerdir ve Tablo 17'den alınmaktadır. $\beta_{h,d}$ değerleri ise eşitlik 12'den hesaplanır, hesaplanmadığı takdirde Tablo 17'deki varsayılan değerler alınır.

Tablo 17. Gider faktörü için pompa kontrolüne göre C_{P1} ve C_{P2} sabit değerleri

Pompa kontrolü	C_{P1}	C_{P2}
Kontrol yok	0,25	0,75
Sabit basınç farkı	0,75	0,25
Değişken basınç farkı	0,9	0,1

f_e : Verimlilik faktörüdür ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$f_e = 1,25 + \left(\frac{200}{P_{hydr}} \right)^{0,5} \quad (46)$$

1.6.4.5. Kesikli kullanım

Bu durum pompanın kullanılmadığı zamanlarda beklemede çalıştırılması veya kapatılması için geçerlidir. Sirkülasyon pompalarının elektrik tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot \frac{1,03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} (t_h - t_{h,rL})}{t_h}$$

$Q_{h,d,aux}$: Destek enerjisi tüketimi, (kWh)

$W_{h,d,hydr}$: Hidrolik enerji gereksinimi, (kWh)

$e_{h,d,aux}$: Pompa gider faktörü

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi (h)

t_h : O ay içerisindeki ısıtma saatleri (h)

$f_{P,A}$: beklemede çalışma veya kapatılma düzeltme faktör

$f_{P,A}$ değeri, beklemede çalışma veya kapatılma durumunda 0,6 ve kapatılma durumunda 0 alınır.

1.6.5. Depolama

1.6.5.1. Isı Kaybı

Eğer ısıtma çevrimi depolama tankıyla sağlanıyorsa depolama kayıpları aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanır:

$$Q_{h,s} = f_{\text{Verbindung}} \cdot \frac{(\theta_{h,s} - \theta_i)}{45} \cdot q_{B,S} \cdot d_{mth} \quad (47)$$

$Q_{h,s}$: Depolama tankının ısı kaybı, (kWh)

$\theta_{h,s}$: Depolama tankının ortalama sıcaklığı (Tasarım sıcaklıklarının ortalaması), (°C)

θ_i : Deponun bulunduğu ortamın sıcaklığı, (°C)

$q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı, (kWh)

d_{mth} : Ay içerisindeki gün sayısı

Isı üretici ve depolama tankı aynı mahalde bulunduğu ısı üretici ile depo arasındaki boru ısı kaybı $f_{\text{Verbindung}} = 1,2$ olarak alınır. Farklı mahalde buldukları durumlardaki boru kayıpları daha önce belirtildiği şekilde hesaplanmalıdır.

Eğer deponun bekleme ısı kaybı bilinmiyorsa, depolamaya bağlı ısı kayıpları aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanır.

$$q_{B,S} = \frac{0,4 + 0,14 \cdot V^{0,5}}{24} \quad (48)$$

$q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı, (kWh)(Stand-by)

V: Depolama tankının hacmi, (l)

Eğer depolama tankının kapasitesi 1500 l'yi aşarsa, 1500 l'lik bir depo ve kalan kapasite için de başka bir depo varmış gibi düşünülüp hesaplamalar ona göre yapılır ve depolama kayıpları birbirine eklenir.

1.6.5.2. Depolama İçin Destek Enerjisi

Depolama tankı için ayrı bir sirkülasyon pompası gerekiyorsa, destek enerjisi eşitlikteki gibi hesaplanır.

$$Q_{h,s,aux} = \frac{P_{pumpe} \cdot t_p}{1000} \quad (49)$$

$Q_{h,s,aux}$: Pompanın destek enerjisi, (kWh)

P_{pumpe} : Pompanın güç tüketimi, (W)

t_p : Pompanın ay içerisindeki çalışma süresi (h)

Eğer pompa gücü bilinmiyorsa, aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$P_{pumpe} = 40 + 0,03 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \quad (50)$$

P_{pumpe} : Pompanın güç tüketimi, (W)

L_G : Bina uzunluğu, (m)

B_G : Bina genişliği, (m)

n_G : Isıtılan kat sayısı

1.7. Isı Üretici İçin Üretim Kayıpları

Isıtma sisteminde, havalandırma sisteminde bulunan emilen hava ısı pompası veya güneş enerjisi sistemi gibi ısı üreteçleri varsa, ısı üretim gereksiniminin hesabında bu üreteçlerin katkısı dikkate alınır Ek Isı Üretici (kazan gibi) bu üreteçlerin karşılayamadığı geri kalan ısı ihtiyacını (ısı açığı) karşılar

Ek ısı üreticinin karşılayacağı geri kalan ısı ihtiyacı aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$Q_{h,outg}^* = Q_{h,outg} - Q_{h,sol} - Q_{rv,h,outg} \quad (51)$$

Burada;

$Q_{h,outg}^*$: Ek ısı üreticinin üreteç ısı çıktısı (ilgili ay için), (kWh)

$Q_{h,outg}$: Isı dağıtımındaki üreteç ısı çıktısı (ilgili ay için), (kWh)

$Q_{h,sol}$: Mahal ısıtmasında güneş enerjisi sisteminin katkısı (ilgili ay için), (kWh)

$Q_{rv,h,outg}$: Mahal ısıtmasında konut havalandırma sisteminin üreteç ısı çıktısı (ilgili ay için), (kWh)

1.7.1. Kullanım Sıcak Suyu Ve Mahal Isıtma Sistemlerini Destekleyen Güneş Enerjisi Sistemleri

1.7.1.1. Birleşik Güneş Sistemleri Tarafından Enerji İhtiyacının karşılanması

Aşağıdaki denklem birleşik (kombine) sistemde toplam güneş enerjisi katkısını hesaplamak için kullanılmaktadır.

$$Q_{K,sol} = Q_{w,sol} + Q_{h,sol} \quad (52)$$

Burada;

$Q_{w,sol}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için güneş enerjisi sisteminden gelen katkı (ilgili ay için), (kWh)

$Q_{h,sol}$: Mahal ısıtması için güneş enerjisi sisteminden gelen katkı (ilgili ay için), (kWh)

Birleşik sistemlerde kullanım sıcak suyu ısıtması için güneş enerjisinden gelen katkı aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{w,sol} = Q_{K,sol} \cdot f_{K,w} \quad (53)$$

Burada;

$f_{K,w}$: Birleşik sistem tarafından sağlanan enerjinin kullanım sıcak suyu için kullanılan oranı

Mahal ısıtması için güneş enerjisi sisteminden gelen katkı ise aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{h,sol} = Q_{K,sol} \cdot (1 - f_{K,w}) \quad (54)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan ($f_{K,w}$) oranı aşağıdaki denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$f_{K,w} = \frac{Q_{w,outg}}{Q_{W,ges}} = \frac{Q_{w,outg}}{Q_{h,outg} + Q_{w,outg}} \quad (55)$$

Burada;

$Q_{W,ges}$: Kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtması için gerekli toplam ısı yükü, (kWh)

1.7.1.2. Birleşik Sistemlerin Hesaplama Yöntemi

Aşağıdaki denklem kullanılarak güneş enerjisi sisteminin yıllık katkısından yola çıkarak ısıtmadaki aylık enerji katkısı bulunur.

$$Q_{K,sol} = f_M \cdot Q_{K,sol,a} \quad (56)$$

Burada;

$Q_{K,sol,a}$: Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)

$Q_{K,sol}$: Güneş enerjisi sisteminin ilgili aya ait enerji katkısı (kWh)

f_M : Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısını ilgili aylara dağılımını sağlayan faktör

Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısının aylara göre dağılımını veren referans tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 18. Yıllık güneş enerjisi desteğinin aylara dağılımını gösteren faktörün değerleri

Ay	f_M
Ocak	0,035
Şubat	0,048
Mart	0,062
Nisan	0,099
Mayıs	0,116
Haziran	0,137
Temmuz	0,156
Ağustos	0,128
Eylül	0,094
Ekim	0,058
Kasım	0,039
Aralık	0,029

Birleşik sistemlerde yıllık enerji katkısı aşağıda gösterilen denklem ile hesaplanır.

$$Q_{K,sol,a} = Q_{sys} \cdot f_{NA} \cdot f_{sir} \cdot f_{s,loss} \cdot f_{h,T} \quad (57)$$

Burada;

$Q_{K,sol,a}$: Birleşik sistemin yıllık enerji katkısı, (kWh)

Q_{sys} : Referans koşullarda birleşik sistemin yıllık enerji katkısı, (kWh)

f_{NA} : Enlem ve boylam açılarıyla ilişkili düzeltme faktörü

f_{sir} : Güneş yükü oranı için düzeltme faktörü

$f_{s,loss}$: Depolama tankının ya da tanklarının ısı kaybı miktarı için düzeltme faktörü

$f_{h,T}$: Mahal ısıtmasında sıcaklık seviyesinden dolayı gelen düzeltme faktörü

1.7.1.2.1. Birleşik Sistemlerin Yıllık Enerji Katkısının Referans Sisteme Göre Hesaplanması

Referans koşullardaki birleşik sistemin yıllık enerji katkısını veren denklem aşağıda gösterildiği gibidir.

$$Q_{\text{sys}} = (199 \cdot \eta_0 - 16.3 \cdot k_1 - 504 \cdot k_2 + 133 \cdot IAM(50^\circ) - 0.590 \cdot c - 23.5) \cdot A_c \quad (58)$$

Burada;

η_0 : Dönüştürme faktörü

k_1 : Isı kayıp katsayısı, ($W / (m^2 \cdot K)$)

k_2 : Isı kayıp katsayısı, ($W / (m^2 \cdot K^2)$)

$IAM(50^\circ)$: $\Theta = 50^\circ$ için geliş açısı düzeltme faktörü

c : Efektif ısı kapasitesi, ($kJ / kg \cdot K$)

A_c : Kolektörün ışınımına maruz kalan alanı, (m^2)

1.7.1.2.2. Enlem Ve Boylam Açılarına Göre Düzeltme Faktörünün f_{NA} Elde Edilmesi

Aşağıdaki tablo yardımıyla f_{NA} değeri elde edilir.

Tablo 19. Kolektörün güneyden sapma açlarına göre düzeltme faktörleri

f_{NA}		Sapma açısı								
		Doğu: $\gamma = -90^\circ$				Batı: $\gamma = +90^\circ$				
Kolektör eğim açısı		-90°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	90°
	0°	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
	15°	0.66	0.73	0.76	0.79	0.81	0.80	0.78	0.75	0.68
	30°	0.65	0.78	0.85	0.90	0.93	0.92	0.88	0.82	0.70
	45°	0.64	0.81	0.90	0.97	1.00	0.98	0.94	0.86	0.70
	60°	0.62	0.80	0.91	0.99	1.02	1.01	0.95	0.86	0.68
	75°	0.56	0.76	0.87	0.95	0.99	0.98	0.92	0.82	0.64
	90°	0.49	0.67	0.76	0.83	0.86	0.86	0.82	0.75	0.57

1.7.1.2.3. Güneş Yüğü Oranı İçin Düzeltme Faktörünün f_{sir} Elde Edilmesi

Aşağıdaki tabloda güneş yüğü oranı için düzeltme faktörü (f_{sir}) değerlerinin $f_{K,w}$ ve slr değerlerine göre değişimi verilmektedir.

slr ifadesi aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$slr = \frac{A_c}{Q_{W,ges}} \quad (59)$$

Burada;

A_c : Kolektörün ışınımına maruz kalan alanı, (m^2)

$Q_{W,ges}$: Kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtması için gerekli toplam ısı yüğü, (kWh)

Tablo 20. Güneş yüğü oranı için düzeltme faktörü f_{sir}

$slr [m^2 / kWh]$	$f_{K,w} = 0.1$	$f_{K,w} = 0.2$	$f_{K,w} = 0.3$	$f_{K,w} = 0.5$
0.00025	1.569	1.751	1.957	2.213
0.0005	1.312	1.466	1.634	1.852
0.00075	1.162	1.300	1.446	1.642
0.001	1.056	1.182	1.312	1.492
0.00125	0.973	1.091	1.208	1.376
0.0015	0.906	1.016	1.124	1.281
0.00175	0.849	0.953	1.052	1.021
0.002	0.799	0.898	0.990	1.132
0.0025	0.717	0.807	0.886	1.016
0.003	0.649	0.732	0.801	0.921
0.0035	0.592	0.669	0.730	0.841
0.004	0.543	0.614	0.667	0.771
0.0045	0.499	0.566	0.613	0.710
0.005	0.460	0.522	0.564	0.655

1.7.1.2.4. Depolama Tankının Isı Kayıp Miktarı İçin Düzeltme Faktörünün $f_{s,loss}$ Elde Edilmesi

Gerçek sistemin anlık özgül ısı kaybı referans sistemin anlık özgül ısı kaybı ile aşağıda gösterildiği şekilde ilişkilendirilmektedir.

$$R_{s,loss} = \frac{(UA)_s^*}{\frac{0.0447 \cdot \sqrt{Q_{w,outg}} + 0.14 \cdot \sqrt{V_{sol,ref}}}{0.10187 \cdot Q_{w,outg} + V_{sol,ref}}} \quad (60)$$

Burada;

$(UA)_s^*$: Toplam anlık özgül ısı kaybı, $(W / K \cdot lt)$

$V_{sol,ref}$: Referans sistemin yedekleme (buffer) güneş depolama tankının hacmi, (lt)

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için toplam yıllık ısı gereksinimi, (kWh)

Referans sistemin yedekleme (buffer) güneş depolama tankının hacmi aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$V_{sol,ref} = 70(lt / m^2) \cdot A_c(m^2) \quad (61)$$

Burada;

A_c : Kolektörün ışınımına maruz kalan alanı, (m^2)

70: Sabit katsayı, (lt / m^2)

Aşağıdaki tabloda depolama tankının ya da tanklarının ısı kayıp miktarı için düzeltme faktörünün $R_{s,loss}$ değerine göre değişimi verilmektedir.

Tablo 21. Depolama tankındaki ya da tanklarındaki ısı kayıplar için düzeltme faktörü ($f_{s,loss}$)

$R_{s,loss}$	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
$f_{s,loss}$	1.053	1.035	1.018	1.000	0.965	0.930	0.895	0.860	0.825	0.790

Yukarıdaki sayısal veriler yerine eğri uydurma yoluyla elde edilen aşağıdaki denklem de kullanılabilir.

$$f_{s,loss} = 1.07 - 0.07 \cdot R_{s,loss} \quad (62)$$

1.7.1.2.5. Mahal Isıtmasında Sıcaklık Seviyesinden Dolayı Gelen Düzeltme Faktörünün ($f_{h,T}$) Elde Edilmesi

Mahal ısıtmasında sıcaklık seviyesinden dolayı gelen düzeltme faktörünün ($f_{h,T}$) slr ve θ_h değerlerine göre değişimini veren tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 22. Mahal ısıtmasında sıcaklık seviyesinden dolayı gelen düzeltme faktörü ($f_{h,T}$)

θ_h [$^{\circ}C$]	slr [m^2 / kWh]				
	0.00035	0.0006	0.001	0.004	0.006
20	1.034	1.050	1.076	1.090	1.104
30	0.017	1.025	1.038	1.045	1.052
40	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50	0.983	0.975	0.962	0.955	0.948
60	0.966	0.950	0.924	0.910	0.896
70	0.949	0.925	0.886	0.865	0.844
80	0.932	0.900	0.848	0.820	0.792

1.7.1.2.6. Kullanım Sıcak Suyu İçin Birleşik Sistem Tarafından Gelen Enerji Oranı

Aşağıdaki tabloda kullanım sıcak suyu için birleşik sistem tarafından gelen enerji oranının slr ve $f_{K,w}$ değerlerine göre değişimi verilmektedir.

Tablo 23. Kullanım sıcak suyu için birleşik sistem tarafından gelen enerji oranı

slr [m^2 / kWh]	$f_{K,w} = 0.1$	$f_{K,w} = 0.2$	$f_{K,w} = 0.3$	$f_{K,w} = 0.5$
0.00025	0.539	0.781	0.908	0.953
0.0005	0.390	0.602	0.732	0.859
0.00075	0.323	0.518	0.645	0.803
0.001	0.283	0.465	0.589	0.764
0.00125	0.255	0.428	0.550	0.734
0.0015	0.234	0.399	0.519	0.709
0.00175	0.218	0.377	0.495	0.688
0.002	0.205	0.359	0.475	0.670
0.0025	0.184	0.330	0.443	0.640
0.003	0.169	0.308	0.418	0.615
0.0035	0.158	0.291	0.399	0.594
0.004	0.148	0.277	0.382	0.576

0.0045	0.140	0.265	0.369	0.560
0.005	0.133	0.255	0.357	0.545

1.7.1.2.7. Güneş Enerjisi Sistemindeki Pompanın Çalışması için Gereken Destek Enerjisi

Aşağıdaki denklem yardımıyla güneş enerjisi sistemindeki pompaların çalışması için destek enerji ihtiyacı hesaplanabilir.

$$Q_{h,g,aux} = \frac{P_{P,sol} \cdot t_{P,sol}}{1000} \quad (63)$$

Burada;

$Q_{h,g,aux}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın çalışması için destek enerjisi ihtiyacı (ilgili ay için), (kWh)

$P_{P,sol}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın anlık güç tüketim değeri, (W)

$t_{P,sol}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın çalışma süresi (ilgili ay için), (h)

Eğer yukarıda bahsedilen parametreler mevcut sistemde bilinmiyorsa aşağıdaki denklem kullanılarak güneş enerjisi sistemindeki pompa için destek enerjisi yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$Q_{h,g,aux} = 0.05 \cdot Q_{h,sol} \quad (64)$$

1.7.2. Isı pompaları

Hesaplama adımları olarak aşağıdaki fiziksel faktörler dikkate alınacaktır. Bu faktörler ısı pompasının performansını ve tükettiği enerji miktarını etkilemektedir.

- Isı pompasının tipi (hava-su, deniz suyu-su, su-su ve hava-hava tipi ısı pompaları);
- Sistem yapılandırmaları (kullanım sıcak suyu ısıtılması ve çalışma modu);
- Kullanım sıcak suyu ve ısıtma sistemi için üreteç ısı üretimi;
- Isı kaynağındaki ve ısı kuyusundaki sıcaklık dalgalanmalarının, ısı pompasının performans katsayısına ve gücüne olan etkisi;
- Isı pompasının çalışmasında ihtiyaç duyulan destek enerjisi;
- Depolama tanklarından olan ısı kayıpları.

Yukarıda bahsedilen girdiler sonucu aşağıdaki çıktılar elde edilecektir.

- Üreticinin ısı üretimini sağlayacak gerekli enerji $Q_{w,f}$ (elektrik gücü ya da yakıt);
- Isı pompasının toplam ısı kayıpları $Q_{l,g}$;

- Isı pompasının çalışması için gerekli destek enerji gereksinimi $Q_{w,g,aux}$;
- Isı pompasının geri kazanılabilir toplam ısı kayıpları $Q_{rl,g}$.

İçten yanmalı motor ile çalışan ısı pompalarında üretece girdi olarak verilen geri kazanılmış yakıt oranı $p_{rd,mot}$, gaz yakıtlı motoru ile çalıştırılan ısı pompalarında $p_{rd,mot} = 0.4$ ve diğer tüm ısı pompalarında ise $p_{rd,mot} = 0$ olarak alınır.

Isı pompasının enerji performansı hangi şartlar altında kullanıldığına bağlı olarak çok değişiklik göstermektedir. Özellikle ısı kaynağının ve ısı kuyusunun sıcaklığına doğrudan bağlıdır. Isı kaynağının (dış hava sıcaklığı gibi) herhangi bir ay içinde bile oldukça değişim göstermektedir. Isı pompalarının enerji etkenliğinin değerlendirilmesinde herhangi bir ay için tek adımda hesaplanmasının yerine ilgili ay için ısı kaynağındaki sıcaklık dalgalanmalarının dikkate alınarak hesap yapılması gerekmektedir.

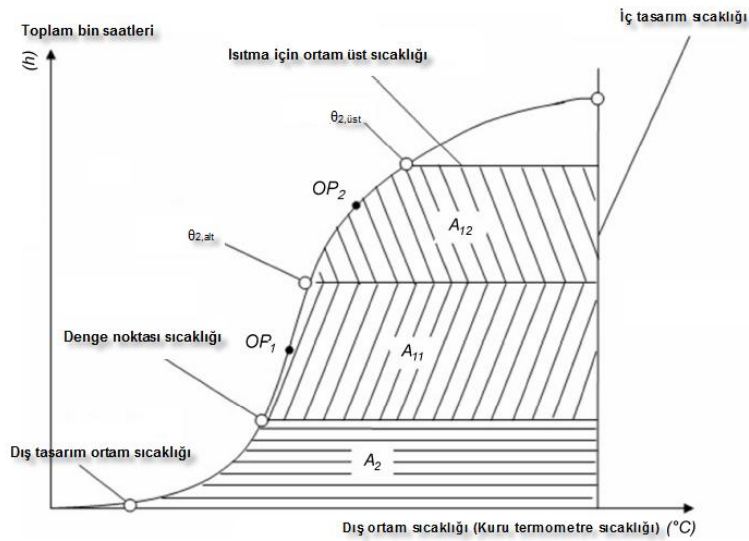
Isı kaynağı dış hava olan ısı pompaları

Isı kaynağı dış hava olan ısı pompaların hesaplanması prosedüründe dış hava sıcaklığındaki değişimin değerlendirilmesi esas alınmaktadır. Herhangi bir ay içinde belirli bir dış hava sıcaklığının ortaya çıkma frekansı 1 K aralıklar için verilmektedir.

Isı pompasının performans katsayısının ve ısı üretiminin ölçülmesi sadece belli sıcaklık kombinasyonları için mümkün olmaktadır. Dış hava sıcaklığının dağılım aralıkları sıcaklık sınıflarına (bins) bölünmüştür. Her sıcaklık sınıfı (bin) bir üst sıcaklık değeri θ_{upper} ve bir alt sıcaklık değeri θ_{lower} ile sınırlandırılmıştır. Isı pompasının tasarım çalışma koşulları içinde yer aldığı sıcaklık sınıfının (bin) ortasında yer alan çalışma noktası ile karakterize edilmektedir.

Isı üretici için gerekli ısı ve ısı pompası tarafından beslenen ısı için ikinci bir üretece gerek duyulabilir. Isı pompasının çalışmasıyla ilişkili kayıplar her sıcaklık sınıfı(bin) için hesaplanır.

Hesaplama periyodu(ay) için genel sonuçlar her sıcaklık sınıfı sonuçlarından elde edilir, özgün sıcaklık sınıfları ağırlıklı ortalaması alınır.



Şekil 9. Dış hava sıcaklığına göre toplam bin saatlerinin dağılımı

Sıcaklık sınıfları (bins) için üreteç ısı

Bir ayda üreteç ısı çıktısının farklı sıcaklık sınıfları (i) üzerinde dağılımı w_i ağırlık faktörü kullanılarak aşağıdaki ifade ile yapılmaktadır.

$$Q_{h,outg,i} = Q_{h,outg} \cdot w_i \quad (65)$$

Burada;

$Q_{h,outg,i}$: Hacim ısıtması için üreteç ısı üretimi (her bir ilgili ay ve sıcaklık sınıfı için), (kWh)

$Q_{h,outg}$: Hacim ısıtması için üreteç ısı üretimi (her bir ilgili ay için), (kWh)

w_i : Bin i 'nin ağırlık faktörü

Bin i 'nin ağırlık faktörü w_i aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

$$w_i = \frac{HDH_{\theta_{upper}} - HDH_{\theta_{lower}}}{HDH_t} \quad (66)$$

$HDH_{\theta_{upper}}$: Bin i 'nin üst sıcaklık sınırına kadar olan ısıtma derece saatleri(heating degree hours), (Kh)

$HDH_{\theta_{lower}}$: Bin i 'nin alt sıcaklık sınırına kadar olan ısıtma derece saatleri(heating degree hours), (Kh)

HDH_t : Hacim ısıtmasında ortamın üst sıcaklık sınırına kadarki ısıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)

Varsayılan değerler:

Eğer ısıtma üst sıcaklık sınır değeri bilinmiyorsa aşağıdaki değerler kullanılabilir:

Pasif enerji evleri için 10°C, tüm diğer binalar için 15°C alınabilir.

Herhangi bir θ_x sıcaklığı için ısıtma derece saatleri aşağıdaki eşitlikle belirlenebilir:

$$HDH(\theta_x) = \sum_{\theta=\theta_{min}}^{\theta_x} n_{\theta} \cdot (\theta_i - \theta) \quad (67)$$

θ_{min} : İklim verileriyle bağıntılı minimum dış hava sıcaklığı, (°C)

θ_x : Derece saat hesabı için ısıtmada sıcaklık sınırı (Bu değer ısıtma için olan ortam üst sıcaklığı değerinden yüksek olmamalı), (°C)

θ_i : İç ortam ayar sıcaklığı, (°C)

n_{θ} : θ_x sıcaklığının bir ay içinde ortaya çıkma saat sayısı, h (Tablo 24)

Basitleştirmek amacıyla $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ alınabilir. Değişik dış hava sıcaklıklarının ortaya çıkma saat sayıları aylara göre referans bir il için (İstanbul) aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 24. Değişik dış hava sıcaklıklarının ortaya çıkma saat sayısı

Dış hava sıcaklığı °C	Ocak saatler	Şubat saatler	Mart saatler	Nisan saatler	Mayıs saatler	Haziran saatler	Temmuz saatler	Ağustos saatler	Eylül saatler	Ekim saatler	Kasım saatler	Aralık saatler
-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-2	33	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
-1	32	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
0	21	74	4	0	0	0	0	0	0	0	5	51
1	66	48	17	4	0	0	0	0	0	0	32	61
2	30	19	51	6	0	0	0	0	0	0	33	54
3	32	20	83	34	0	0	0	0	0	0	37	59
4	47	57	93	30	0	0	0	0	0	0	52	51
5	47	42	126	53	0	0	0	0	0	0	67	68
6	45	38	109	58	0	0	0	0	0	6	56	50
7	49	47	47	81	0	0	0	0	0	11	35	46
8	59	43	42	79	0	0	0	0	0	27	47	44
9	31	58	41	104	0	0	0	0	0	45	37	42
10	45	42	35	60	3	6	0	0	5	64	52	44
11	53	37	30	40	2	1	0	0	8	63	36	28
12	27	31	14	24	20	7	0	0	26	107	58	43
13	41	24	25	27	122	9	0	0	37	79	31	27
14	18	21	12	21	131	12	0	0	45	51	22	22
15	2	14	11	25	97	13	0	4	49	30	44	12
16	0	3	3	27	70	58	0	13	54	48	31	4
17	0	4	1	5	54	54	2	18	62	39	20	4
18	0	0	0	7	57	45	1	86	65	38	17	2
19	0	0	0	8	61	68	20	109	76	27	5	3
20	0	0	0	12	35	85	24	103	57	41	3	1
21	0	0	0	7	19	49	83	84	44	32	0	0
22	0	0	0	6	22	57	110	84	45	15	0	0
23	0	0	0	1	24	47	106	64	33	12	0	0

24	0	0	0	1	14	38	84	58	34	6	0	0
25	0	0	0	0	9	36	61	43	29	3	0	0
26	0	0	0	0	2	42	72	31	27	0	0	0
27	0	0	0	0	1	33	74	24	8	0	0	0
28	0	0	0	0	1	32	73	21	7	0	0	0
29	0	0	0	0	0	14	25	2	4	0	0	0
30	0	0	0	0	0	7	9	0	5	0	0	0
31	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Isı kaynağı dış havadan farklı olan ısı pompaları

Isı kaynağı dış havadan farklı olan ısı pompaları için aşağıdaki prosedür uygulanır:

Sabit kaynak sıcaklıkları için ağırlıklı ortalama faktörü (w_i);

- Toprak kaynaklı: 0°C sıcaklık sınıfı (bin) için 1.
- Yer altı suyu kaynaklı: 10°C sıcaklık sınıfı (bin) için 1.
- Ortamdan emilen hava kaynaklı: 20°C sıcaklık sınıfı (bin) için 1. Bu tarz ısı pompaları havalandırma sistemleri kısmında ele alınmaktadır.
- Isı geri kazanımlı ortamdan emilen (extract) hava kaynaklı ısı pompaları: Isı geri kazanımı nedeniyle sıcaklık düşmesi dikkate alınmaktadır. Isı geri kazanım ünitesi ısı pompası egzoz havasının çıktığı yere konulmaktadır. Her ay için egzoz havası sıcaklığı sıcaklık sınıfı (bin) metoduna göre hesaplanır.

Egzoz havası sıcaklığını veren ifade aşağıda yer almaktadır.

$$\theta_{Fortlu\dot{f}i,mth} = \theta_{ex} - (\theta_{ex} - \theta_e) \cdot \eta_{W\ddot{U}T,mth} \quad (68)$$

Burada;

$\theta_{Fortlu\dot{f}i,mth}$: Egzoz havası sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

θ_{ex} : Mahalden alınan emilen(extract) havanın sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

θ_e : Dış hava sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

$\eta_{W\ddot{U}T,mth}$: Isı geri kazanımı dikkate alınarak ısı değiştiricisi etkinliği (ilgili ay için), ($^{\circ}C$)

Varsayılan değerler:

Isı değiştiricisi etkinliği, toprak-besleme havası tipi ısı değiştiricisi yokken: $\eta_{W\ddot{U}T,mth} = 0.60$

Isı değiştiricisi etkinliği, toprak-besleme havası tipi ısı değiştiricisi varken: $\eta_{W\ddot{U}T,mth} = 0.67$

Sıcaklık sınıflarının saat değerlerinin aylara dağılımı aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 25. Değişik sıcaklık sınıflarına (bin) ait test noktası aylık toplam saat sayısı

Ay	Sıcaklık Sınıfı (Bin)	w-7		w2		w7		w10		w20		Aylık toplam saat sayısı n_{hours}
	Test noktası	-7		2		7		10		20		
	Sıcaklık Limitleri °C	-15	-2	-2	4	4	8	8	15	15	32	
Ocak	Saat sayısı	90		213		196		245		0		744
Şubat	Saat sayısı	15		229		177		238		13		672
Mart	Saat sayısı	0		219		336		182		7		744
Nisan	Saat sayısı	0		67		246		329		78		720
Mayıs	Saat sayısı	0		0		0		336		408		744
Haziran	Saat sayısı	0		0		0		43		677		720
Temmuz	Saat sayısı	0		0		0		0		744		744
Ağustos	Saat sayısı	0		0		0		2		742		744
Eylül	Saat sayısı	0		0		0		152		568		720
Ekim	Saat sayısı	0		0		34		435		275		744
Kasım	Saat sayısı	0		138		211		279		92		720
Aralık	Saat sayısı	3		278		222		225		16		744
Yıl	Saat sayısı	108		1144		1422		2466		3620		8760

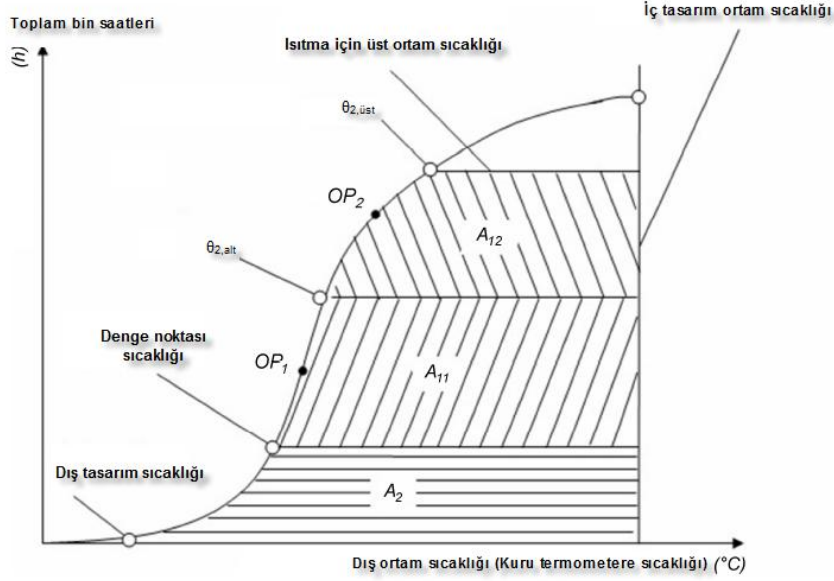
1.7.2.1. İkinci Üreteç tarafından desteklenen Isıtma Enerji İhtiyacı hesabı (Yedek ısıtma (back-up heating))

Isıtma enerjisi için gereken ısının elde edilmesinde destek sistemin (ikinci bir üreteç) kullanılması sistem tasarım kriterlerine bağlıdır ve çalışma moduna göre (sıralı (birbirini takiben), paralel ve kısmi paralel çalışma) ve ilgili sıcaklıklara, ısı pompası için kapalı konum sıcaklıkları ve ikinci üreteç için açık konum sıcaklıklarına göre karakterize edilirler.

1.7.2.1.1. Sıralı Çalışma

Sıralı çalışmada, belirlenmiş dış hava devreden çıkma sıcaklığına kadar ısı pompası tüm ısı ihtiyacını karşılar. Dış hava sıcaklığı ısı pompasının devreden çıkma sıcaklığının altına düşerse, ısı pompası devre dışı bırakılır ve ikinci üreteç tüm ısı ihtiyacını karşılar. Devre dışı bırakılan sıcaklığın ait olduğu sıcaklık sınıfı için ağırlık faktörü w_i , $HDH(\theta_{tc}) = HDH(\theta_{lower})$ eşitliğiyle yeniden hesaplanır.

Aşağıdaki şekilde ısı pompasının (A_{11} ve A_{12} alanları) ve ikinci üretecin (A_2 alanı) karşıladığı sıcaklık sınıflarına (bin'lere) ait toplam saat sayısı verilmektedir.



Şekil 10. Sıralı çalışmada ısı pompasının ve ikinci üretcin(yedek) bin saatleri ve enerji oranları

$$p_{bu,h} = \frac{HDH(\theta_{tc})}{HDH_t} \quad (69)$$

$p_{bu,h}$: İkinci üretcin (yedek) enerji oranı,

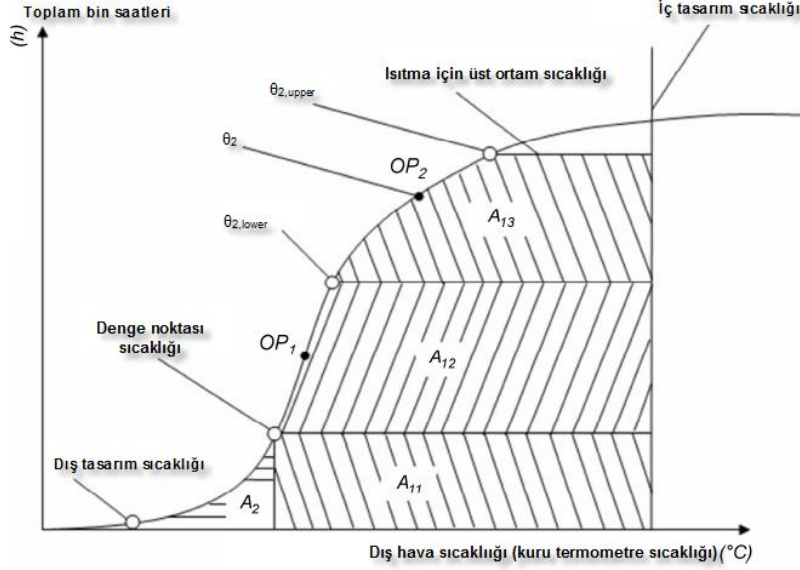
$HDH(\theta_{tc})$: İkinci üretcin devreden çıkma alt sıcaklık limitine (belirlenmiş dış sıcaklık) kadarki toplam ısıtma derece saatleri, (Kh)

HDH_t : Isıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)

1.7.2.1.2. Paralel Çalışma

Paralel çalışmada ısı pompası tek başına, gerekli ısıyı belirlenmiş dış hava sıcaklığına düşene kadar (denge noktası sıcaklığına kadar) sağlar. Denge noktası sıcaklığının altında kalan sıcaklıklarda ikinci üreteç de devreye girer. Her iki üreteç paralel olarak çalışır. İkinci üreteç ısı kapasitesi sınırlandırılmasından dolayı ısı pompasının karşılayamadığı kısmı karşılar.

Aşağıdaki şekilde ısı pompasının (A_{11} , A_{12} ve A_{13} alanları) ve ikinci üretcin (A_2 alanı) karşıladığı sıcaklık sınıflarına (bin'lere) ait toplam saat sayısı verilmektedir.



Şekil 11. Paralel çalışmada ısı pompasının ve ikinci üreticinin (yedek) bin saatleri ve enerji oranları

$$P_{bu,h} = \frac{HDH(\theta_{bp}) - (\theta_i - \theta_{bp}) \cdot n_{hours}(\theta_{bp})}{HDH_t} \quad (70)$$

$P_{bu,h}$: İkinci üreticinin (yedek) enerji oranı,

n_{hours} : İkinci üreticinin denge noktası sıcaklığına kadar toplam saat sayısı,

θ_{bp} : Denge noktası sıcaklığı, (°C)

θ_i : Ortam sıcaklığı (ısıtılmayan bölgede 13°C, ısıtılan bölgede 20°C)

$HDH(\theta_{bp})$: İkinci üreticinin denge noktası sıcaklığına kadar toplam ısıtma derece saatleri, (Kh)

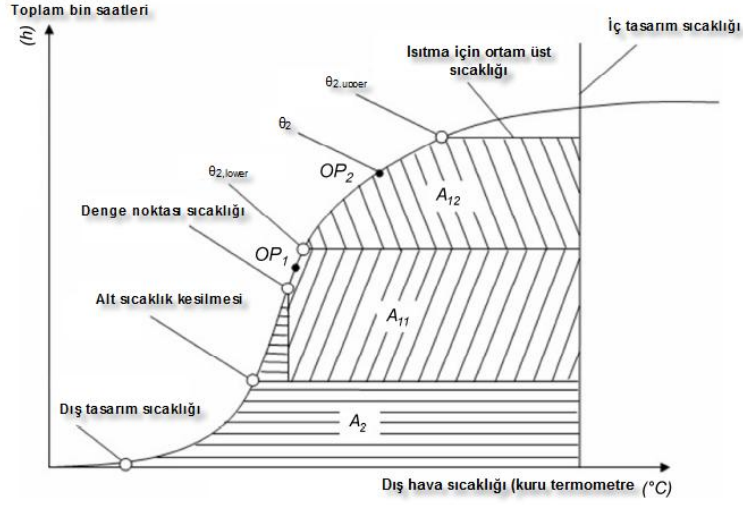
HDH_t : Isıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)

Paralel çalışmada ısı pompası tek başına, gerekli ısıyı belirlenmiş dış hava sıcaklığına düşene kadar (denge noktası sıcaklığına kadar) sağlar. Denge noktası sıcaklığının altında kalan sıcaklıklarda ikinci üreteç de devreye girer. Her iki üreteç paralel olarak çalışır.

1.7.2.1.3. Kısmi Paralel Çalışma

Kısmi paralel çalışmada ısı pompası tek başına, gerekli ısıyı belirlenmiş dış hava sıcaklığına düşene kadar (denge noktası sıcaklığına kadar) sağlar. Denge noktası sıcaklığının altında kalan sıcaklıklarda ikinci üreteç de devreye girer. Her iki üreteç paralel olarak çalışır. İkinci üreteç, sadece ısı pompasının gücünün ötesindeki ısı ihtiyacını karşılar. Sıcaklık, devreden çıkma alt sıcaklık sınırına düştüğünde, ısı pompası kapalı konuma getirilir ve ikinci üreteç tek başına gerekli ısıyı karşılar.

Aşağıdaki şekilde ısı pompasının (A_{11} ve A_{12} alanları) ve ikinci üreticinin (A_2 alanı) karşıladığı sıcaklık sınıflarına (bin'lere) ait toplam saat sayısı verilmiştir.



Şekil 12. Kısmi paralel çalışmada ısı pompasının ve ikinci üreticinin (yedek) bin saatleri ve enerji oranları

$$p_{bu,h} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{HDH(\theta_{bp}) - (\theta_i - \theta_{bp}) \cdot (n_{hours}(\theta_{bp}) - n_{hours}(\theta_{tic}))}{HDH_t} \quad (71)$$

$p_{bu,h}$: İkinci üreticinin (yedek) enerji oranı,

n_{hours} : İkinci üreticinin denge noktası sıcaklığına kadar toplam saat sayısı,

θ_{bp} : Denge noktası sıcaklığı, (°C)

θ_i : Ortam sıcaklığı (ısıtılmayan bölgede 13°C, ısıtılan bölgede 20°C)

θ_{tic} : Isı pompası için devreden çıkarma limiti (kapalı konum) sıcaklığı, (°C)

$HDH(\theta_{bp})$: İkinci üreticinin denge noktası sıcaklığına kadar toplam ısıtma derece saatleri, (Kh)

HDH_t : Isıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)

1.7.2.2. Tam yükte Isı Pompasının Gücü ve Performans Katsayısı (COP)**1.7.2.2.1. Elektrik Tahrikli Isı Pompaları****Kaynak Sıcaklığı için Düzeltme**

Varsayılan değerler Ek A'da verilmiştir ve eğer başka veri verilmediyse bu değerler kullanılabilir. Bunlar tipik ısı pompası için değerlerdir. Isıtma sisteminde üreteç olarak sadece ısı pompası kullanılmışsa, ısı pompasının gücü maksimum ısı yüküne eşit olacaktır.

Eğer sıcaklık sınıfındaki (bindeki) kaynak sıcaklığı test noktasını karşılamıyorsa interpolasyon veya ekstrapolasyon yapılarak doğrulanabilir.

Ortalama dış hava sıcaklığına göre ortalama yeraltı suyu sıcaklıkları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 26. Ortalama dış hava sıcaklığına göre ortalama yeraltı suyu sıcaklıkları

Ortalama dış hava sıcaklığı °C	Ortalama yeraltı suyu sıcaklığı °C
20	12.0
10	10.7
7	10.2
5	10.0
2	9.6
0	9.3
-2	9.0
-5	8.6
-7	8.4
-10	8.0

Ayrıca aşağıdaki tabloda aylara göre ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak ortalama deniz suyu (brine) sıcaklığı verilmektedir.

Tablo 27. Ortalama deniz suyu sıcaklıklarının aylara göre ortalama dış hava sıcaklığı ile değişimi

Aylar	Aylık ortalama hava sıcaklıkları (°C)	Aylık ortalama deniz suyu sıcaklıkları (°C)
Ocak	5	10
Şubat	6	9
Mart	7	9
Nisan	12	10
Mayıs	16	14
Haziran	21	20
Temmuz	23	25
Ağustos	23	25
Eylül	20	24
Ekim	16	20
Kasım	12	16
Aralık	8	13

Dağıtım Sıcaklığı için Düzeltme

Su esaslı ısıtma dağıtımı

Eğer ısı pompası, test ölçümlerindeki sıcaklık farklarından sapan ısıtma devre dolaşımı ve geri dönüş sıcaklıkları arasındaki sıcaklıklarda çalıştırılıyorsa bu yöntem kullanılır. Tablo 28'den düzeltme faktörü alınarak hesaplama yapılır.

$$COP_T = COP \cdot f_{\Delta\theta} \quad (72)$$

COP_T : Isı pompasının düzeltilmiş performans katsayısı

COP : Test ölçülerinden alınan(Ek A'dan) performans katsayısı

$f_{\Delta\theta}$:Tablo 28'den alınan düzeltme faktörü.

$\Delta\theta_M$: Test ölçülerinden gelen sıcaklık farkı (Varsayılan değeri: 10 K)

$\Delta\theta_B$: Isı pompasının çalışması sırasında sıcaklık farkı; Isıtma modunda $\Delta\theta_B = \Delta\theta_{HK}$ alınır.

Tablo 28. Isı pompası çalışmasında ve ölçümünde sıcaklık farklarındaki sapmalardan dolayı düzeltme faktörü $f_{\Delta\theta}$

$\Delta\theta_B$	$\Delta\theta_M$												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908	0,898	0,887	0,877
4	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908	0,898	0,887
5	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908	0,898
6	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918	0,908
7	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928	0,918
8	1,051	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939	0,928
9	1,061	1,051	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949	0,939
10	1,072	1,061	1,051	1,041	1,031	1,020	1,010	1,000	0,990	0,980	0,969	0,959	0,949

1.7.2.2.2. Elektrik Tahrikli Olmayan Yanma Tahrikli Isı Pompaları

Yanma tahrikli ısı pompaları motorla çalıştırılan ve soğurmalı ısı pompalarını kapsar. Eğer bir bilgi verilmediyse Ek A'daki değerler kullanılır.

1.7.2.3. Kısmi yükte Isı Pompasının Performans Katsayısı (COP)

1.7.2.3.1. Çalışma prensibi

Isı pompaları sabit devirli kompresörlerle çalıştırıldığından ve bu kompresörler de kısmi yükte açık ve kapalı konumda çevrim yaptığından ısı pompasının performans katsayısını (COP) düşer. Kısmi yük koşullarında değişken kapasiteli kompresörler daha etkindir.

Kısmi yükteki performans katsayısı aşağıdaki eşitlikten elde edilir:

$$COP_{pl} = COP_{fl} \cdot f_{pl} \quad (73)$$

COP_{pl} : Kısmi yükteki performans katsayısı,

COP_{fl} : Tam yükteki performans katsayısı,

f_{pl} : Kısmi yükteki çalışma için düzeltme faktörü.

Elektrikle çalışan ısı pompaları için f_{pl} Ek A'da radyatörler, konvektörler ve yüzey ısıtması için verilmiştir.

Absorbsiyonlu ısı pompaları için f_{pl} , Ek A'da c_{dt} olarak verilmiştir.

Isı pompasının çalışma zamanı yük faktörü ile ilintilidir. Yük faktörü aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$FC = \frac{t_{ON,g,i}}{t_i} \quad (74)$$

FC : Yük faktörü,

$t_{ON,g,i}$: Bin i'deki ısı pompasının çalışma zamanı, (h)

t_i : Bin i'deki toplam zaman(aylık),h (Eğer ısı kaynağı dış hava ise, Tablo 25'ten alınır.)

1.7.2.3.2. Isı Pompasının Çalışma Zamanı

Isı pompasının çalışma zamanı ihtiyaç duyulan ısı miktarına ve çalışma koşullarına bağlıdır. İhtiyaç duyulan ısı miktarı binanın ısı yüküne, dağıtım sistemine ve iç kayıplara bağlıdır. Isı pompasının her bir sıcaklık sınıfı (bin) için çalışma zamanını belirlemek için aşağıdaki denklem kullanılmaktadır.

$$t_{ON,g,i} = \frac{Q_{h,outg,i}}{0,001 \cdot \Phi_{g,i}} \quad (75)$$

Burada;

$t_{ON,g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) ısı pompasının çalışma zamanı, (h);

$Q_{h,outg,i}$: Her bir sıcaklık sınıfında (bin) üreteç ısı çıktısı, (ilgili ay için), (kWh);

$\Phi_{g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının ısı çıktısı, (kW) (Maksimum net enerji yüküne eşittir.)

Sınır şartları aşağıda gösterildiği gibidir.

$$t_{M,ON} \geq \sum_{T-Bins} t_{ON,g,i} \quad (76)$$

Burada;

$t_{ON,g,i}$: Isı pompasının çalışabileceği maksimum zaman (ilgili ay için), (h).

Isı pompasının çalışabileceği maksimum zaman Tablo 25'te verilmiştir. Yukarıdaki eşitlik sıcaklık sınıflarındaki (binlerdeki) çalışma zamanlarını sınırlar. Isı pompasının çalışma zamanı ısı ihtiyacına bağlı olduğundan ısı pompasının çalışma modu önem kazanır.

Eğer ısı pompası hem mahalın hem de kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında kullanılacak ise ısı pompasının mahal ısıtması için gerekli maksimum çalışma zamanı çalışma zamanlarının toplamıyla sınırlanmaktadır. Kullanım sıcak suyu için çalışma zamanları Kullanım Sıcak Suyu Sistemleri kısmında ele alınmaktadır.

Eğer çalışma zamanı, Eşitlik 75 ve 76'dan elde edilen mümkün olan maksimum çalışma zamanından büyükse, ısıtma ve kullanım sıcak suyu için çalışma zamanları aynı saat sayılarıyla azaltılabilir.

Isı pompasının ısı gücü gerçek çalışma zamanına sınırlıdır.

$$Q_{h,outg,i,WP} = 0,001 \cdot t_{ON,g,i,WP} \cdot \Phi_{g,i} \quad (77)$$

Burada;

$Q_{h,outg,WP}$: Isı pompasının her bir sıcaklık sınıfı (bin) için üreteç ısı gücü, (kWh)

$t_{ON,g,i,WP}$: Her bir sıcaklık sınıfında (bin) ısı pompasının gerçek çalışma zamanı, (h);

$\Phi_{g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompası üreticiden elde edilen ısı miktarı, (kW).

1.7.2.4. Üreteç Isıl Kayıpları

Sıcak su Depolama Tankı

Eğer depolama tankı ısı pompasının bir kısmını oluşturuyorsa, kayıplar (47) eşitliğiyle hesaplanır ve aşağıdaki eşitlikle bin'lere (sıcaklık sınıflarına) dağıtılır.

$$Q_{h,g,s,i} = Q_{h,s} \cdot \frac{t_i}{t_h} \quad (78)$$

$Q_{h,g,s,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için depolama tankından çevreye olan ısı kaybı (ilgili ay için), (kWh);

$Q_{h,s}$: Depolama tankının ısı kaybı (ilgili ay için), (kWh); (Eğer ürün bilgileri bulunmuyorsa 1.6.4. kısmındaki varsayılan değerler kullanılabilir.)

t_i : Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) saat sayısı (ilgili ay için), (h)

t_h : Isıtma saatlerinin aylık sayısı, (h)

Üreticinin diğer ısı kayıpları

Elektrikli tahrikli ısı pompaları için diğer kayıplar ifade edilmemiştir. Yanma tahrikli ısı pompaları için test sonuçlarından veya üretici firmalardan gelen veriler kullanılabilir.

$$Q_{h,g,i} = Q_{h,g,s,i} + Q_{h,g,WP,i} \quad (79)$$

Burada;

$Q_{h,g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için üreteçten olan ısı kaybı (ilgili ay için), (kWh);

1.7.2.5. Isıtma İçin Isı Pompasının Toplam(Nihai) Enerji Tüketiminin Hesaplanması

1.7.2.5.1. Elektrik Tahrikli Isı Pompaları

Hacim ısıtması için destek güç tüketimini veren denklem aşağıda yer almaktadır.

$$Q_{h,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,WP,i} + Q_{h,g,i} - (1 - p_{h,combi}) \cdot k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_{sin,i}} + \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,combi,i} + Q_{h,g,i} - p_{h,combi} \cdot k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_{combi,i}} \quad (80)$$

Burada;

$Q_{h,f,1}$: Hacim ısıtmasında ısı pompasının çalışması için tüketilen enerji (ilgili ay için), (kWh)

$P_{h,combi}$: Isıtma ve kullanım sıcak suyunun kombine ve eşzamanlı olarak çalışması durumundaki oran,

$Q_{h,outg,WP,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının tek modlu (sadece hacim ısıtması) çalışması durumundaki üreticinin ürettiği ısı, (kWh)

$Q_{h,outg,combi,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının kombine (hem hacim ısıtması hem de kullanım sıcak suyu için ısı üretimi) çalışması durumundaki üreticinin ürettiği ısı, (kWh)

$Q_{h,g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için üreticinin ısı kaybı, (kWh)

$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjisi oranı, $k_{rd,g} = 0$

$Q_{h,g,aux,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının hacim ısıtması modundaki çalışması için destek enerjisi, (kWh)

$COP_{sin,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının tek modlu (sadece hacim ısıtması) çalışması durumundaki performans katsayısı, (kWh) (Ortalama çalışma şartlarında)

$COP_{combi,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının kombine (hem hacim ısıtması hem de kullanım sıcak suyu için ısı üretimi) çalışması durumundaki performans katsayısı, (kWh) (Ortalama çalışma şartlarında)

n_{bin} : Sıcaklık sınıfı (bin) sayısı.

1.7.2.5.2. Yanma Tahrikli Isı Pompası

Isı pompasına yakıt girişi enerjisi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$Q_{h,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,i} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_t} \cdot f_{Hs/Hi} \quad (81)$$

Burada;

$Q_{h,f,1}$: Isı pompasının tükettiği enerji (gaz) (ilgili ay için), (kWh)

$Q_{h,outg,i}$: Isıtma sistemindeki her bir sıcaklık sınıfı (bin) için üreticinin ürettiği ısı, (kWh)

$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjisi oranı, $k_{rd,g} = 0$

$Q_{h,g,aux,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının hacim ısıtma modundaki çalışması için destek enerjisi, (kWh)

COP_i : Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının tek modlu (sadece hacim ısıtması) çalışması durumundaki performans katsayısı, (kWh) (Ortalama çalışma şartlarında)

$f_{Hs/Hi}$: Kullanılan yakıtın brüt ısı değerinin net ısı değerine oranı,

n_{bin} : Sıcaklık sınıfı (bin) sayısı.

1.7.2.6. Destek Enerjisi

Destek enerji miktarı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{h,g,aux} = (\Phi_{prim,aux} + \Phi_{sek,aux}) \cdot 0.001 \cdot t_{ON,g,aux} \quad (82)$$

Burada;

$Q_{h,g,aux}$: Toplam destek enerji ihtiyacı, (kWh)

$\Phi_{prim,aux}$: Birincil çevrimin güç ihtiyacı, (W)

$\Phi_{sek,aux}$: İkincil çevrimin güç ihtiyacı, (W)

$t_{ON,g,aux}$: Destek elemanlarının aylık çalışma zamanı, (h)

Destek elemanlarının güç ihtiyaçları bilinmiyorsa aşağıdaki denklem kullanılarak bulunabilir.

$$\Phi_{prim/sek,aux} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta_{aux} \cdot 3600} \quad (83)$$

Burada;

$\Phi_{prim,aux}$: Birincil çevrimin güç ihtiyacı, (W);

$\Phi_{sek,aux}$: İkincil çevrimin güç ihtiyacı, (W);

Δp : Birincil veya ikincil çevrimdeki basınç düşümü, (Pa);

\dot{V} : Hacimsel debi, (m^3 / h) (Ürün verilerinden)

η_{aux} : Sirkülasyon pompasının etkenlik değeri.

Sirkülasyon pompasının etkenlik değeri $\eta_{aux} = 0,3$ olarak alınır.

1.7.2.6.1. Birincil devre (Isı kaynağı)

Isı pompasının tüm sıcaklık sınıflarını(bin) kapsayan çalışma zamanlarının toplamı $t_{on,g,i}$, destek elemanlarının çalışma zamanı $t_{ON,aux}$ olarak kabul edilir.

Havadan Suya Isı Pompası

Isı kaynağı devresindeki fanlar için destek enerjisi hesaba katılır.

Gölden veya Denizden Suya ve Sudan Suya Isı Pompası

Bu tip ısı pompalarında evaporatördeki iç basınç düşümünü telafi etmek için destek enerjisi test ölçümlerinde performans katsayısıyla ele alınır. Isı kaynağı sistemimde basınç düşümünü telafi etmek için gerekli olan kayıp kaynak pompa destek enerjisi eşitlik 83'ten elde edilir. Eğer mevcut bir değer yoksa 40 kPa'lık bir basınç düşüşü kullanılır ve 3K sıcaklık farkındaki ısı pompasının nominal gücü kullanılarak hacimsel debi belirlenir.

1.7.2.6.2. İkincil devre

İkincil devre, yalnızca bütünleşik yedekleme depolama tankı veya hidrolik yön değiştiricili ısı pompalarında ele alınır. Denklem 43'te $\Delta p_{we} = 0$ olarak alınır.

Eğer ısı pompası ve dağıtım sistemi arasında bir hidrolik ayırıklaştırma varsa (paralel yedekleme depolama tankı anlamında) eklenen depolama tankı şarj pompası(charge pump) da üreteç alt sistemine(ısı pompasına) tahsis edilmiştir. Dış basınç düşümünü telafi etmek için bu enerji hesaba katılır. Belli bir değer verilmediyse 10 kPa basınç düşümü kullanılabilir.

Isı pompasının tüm sıcaklık sınıflarını(bin) kapsayan çalışma zamanlarının toplamı $t_{on,g,i}$, destek elemanlarının çalışma zamanı $t_{ON,aux}$ olarak kabul edilir.

1.7.2.7. İkinci (Yedek Isıtma Sistemi) Üretecin Enerji Tüketimi

Aşağıdaki denklem ikinci ısı üreticinin (yedek sistemin) enerji tüketimini hesaplamak için kullanılmaktadır.

$$Q_{h,outg,bu} = \max \left(\sum_i Q_{h,outg,i} - Q_{h,outg,i,WP}; P_{bu,h} \cdot Q_{h,outg,i} \right) \quad (84)$$

Burada;

$Q_{h,outg,bu}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ikinci üreteç(yedek ısıtma) tarafından sağlanan üreteç ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,outg,WP,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının üreteç ısı çıktısı, (kWh)

$P_{bu,h}$: İkinci üreticinin(yedek üreticinin) enerji oranı;

$Q_{h,outg,i}$: Her bir sıcaklık sınıfında (bin) dağıtım sistemi için gereken enerji, (kWh)

1.7.2.8. Toplam Enerji Tüketimi

Toplam enerji tüketimi (elektrik veya yakıt giriş enerjisi) için kullanılması gereken toplam enerjiyi veren ifade aşağıda yer almaktadır. Bu ifade ısı pompasının ve ikinci üreticinin enerji girdilerinin toplamıdır.

$$Q_{h,f} = Q_{h,f,1} + Q_{h,f,bu} \quad (85)$$

Burada;

$Q_{h,f}$: Isıtma üretimi için kullanılan toplam enerji miktarı (ısı pompası ve yedek ısıtma sistemi dahil), (kWh);

$Q_{h,f,1}$: Hacim ısıtmasında ısı pompasının enerji tüketimi, (kWh);

$Q_{h,f,bu}$: Hacim ısıtmasında ikinci üreticinin (yedek üreticinin) enerji tüketimi, (kWh).

1.7.2.9. Yenilenebilir (Rejeneratif) Enerji Katkısı

Isıtma için yenilenebilir enerji katkısı aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$Q_{h,in} = Q_{h,outg} - Q_{h,f} + Q_{h,g} \quad (86)$$

Burada;

$Q_{h,in}$: Isıtma sistemi için çevre ısı, (kWh);

$Q_{h,outg}$: Isıtma sistemi için üreticinin ürettiği ısı miktarı, (kWh);

$Q_{h,f}$: Hacim ısıtmasında ısı pompasının enerji tüketimi, (kWh);

$Q_{h,g}$: Isı üretim sisteminden bulunduğu ortama olan ısı kayıpları, (kWh).

1.7.2.10. Üreteç alt sistemin hesabı için performans faktörü

Bilgi amaçlı, yıllık performans faktörü, ısıtma sistemi için sağlanan aylık enerji miktarlarının toplamı ve tüketilen enerji toplamından yaralanarak hesaplanabilir:

$$SPF_{g,t,a} = \frac{\sum_{Monate} Q_{h,outg}}{\sum_{Monate} Q_{h,f} + Q_{h,aux,g}} \quad (87)$$

Aylık performans faktörü aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$SPF_{g,t} = \frac{Q_{h,outg}}{Q_{h,f} + Q_{h,aux,g}} \quad (88)$$

$SPF_{g,t,a}$: Isı pompasının yıllık performans faktörü,

$SPF_{g,t}$: Isı pompasının aylık performans faktörü,

$Q_{h,outg}$: Isıtma sistemi için üreteç ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,f}$: Isıtma sisteminin enerji tüketimi, (kWh)

1.7.3. Kazanlar

Bu bölümdeki hesaplamalarda kullanılan i alt indisi birden fazla kazan olduğu durumlardaki hesaplamalar için kullanılır.

Toplam üretim kaybı olan $Q_{h,g}$ aşağıdaki formülle gösterilir:

$$Q_{h,g} = \sum Q_{h,g,v,i} d_{h,rB} \quad (89)$$

$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin toplam üretim kaybı, (kWh)

$Q_{h,g,v,i}$: Kazan ısı kaybı, (kWh)

$d_{h,rB}$: Tasarımdaki çalışma gün sayısı (ilgili ay için), (gün)

Kazan üretim kayıpları, ortalama kazan kısmi yükü β_h ve $\beta_{K,pl}$ (sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda 0,3, otomatik beslemeli biokütle sistemlerde 0,4, katı yakıtlı kazanlarda 0,5 olarak kabul edilir.) ve $\beta_{K,100\%}$ (1'e eşittir) kısmi yüklerinin fonksiyonu olarak hesaplanır.

$$\beta_h = \frac{Q_{h,outg}}{Q_N} \quad (90)$$

Birden fazla kazan varsa;

$$\beta_{h,i} = \frac{Q_{h,outg}}{\sum Q_N} \quad (91)$$

$\beta_{h,i}$: Kazanın kısmi yükü

Eğer $0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$ ise $Q_{h,g,v}$ aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$Q_{h,g,v} = \left(\left(\frac{\beta_{h,i}}{\beta_{K,pl}} \right) \cdot (Q_{V,g,pl} - Q_{B,h}) + Q_{B,h} \right) \cdot (t_{h,rL,T} - t_{W,100\%}) \quad (92)$$

$Q_{V,g,pl}$: Kazanın kısmi yükteki ısı kaybı, (kWh)

$Q_{B,h}$: Kazanın bekleme modundaki ısı kaybı, (kWh)

$t_{h,rL,T}$: Tasarımda belirtilen günlük çalışma süresi (h)

$t_{W,100\%}$: Kazanın kullanım sıcak su ısıtılması için günlük çalışma süresi (h)

Eğer $\beta_{K,pl} < \beta_{h,i} < 1$ ise $Q_{h,g,v}$ aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$Q_{h,g,v} = \left(\frac{\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}}{1 - \beta_{K,pl}} \cdot (Q_{V,g,100\%} - Q_{V,g,pl}) + Q_{V,g,pl} \right) \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \quad (93)$$

$Q_{V,g,100\%}$: Kazanın nominal güçteki ısı kayıpları, (kWh)

1.7.3.1. Saatlik ısı kaybı hesabı

$Q_{V,g,100\%}$, $Q_{V,g,pl}$, $Q_{B,h}$

Kazanın bekleme ısı kaybı $Q_{B,h}$:

$$Q_{B,h} = q_{B,\theta} \cdot (Q_N / \eta_{k,100\%}) \cdot f_{Hs/Hi} \quad (94)$$

$q_{B,\theta}$: Ortalama kazan sıcaklığındaki kazan bekleme ısı kaybı, (kWh)

Q_N : Kazan nominal gücü, (kW)

$\eta_{k,100\%}$: Tam yükteki kazan verimi

$f_{Hs/Hi}$: Kullanılan yakıtın brüt kalori değerinin net kalori değerine oranı

Ortalama kazan sıcaklığındaki kazan bekleme kaybı $q_{B,\theta}$ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$q_{B,\theta} = q_{B,70} \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_i) / (70 - 20) \quad (95)$$

$q_{B,70}$: Bekleme ısı kaybı

$\theta_{HK,m}$: Ortalama kazan sıcaklığı, (°C)

θ_i : Isıtılmayan ortam sıcaklığı, (°C)

Kullanılan yakıtın brüt kalori değerinin net kalori değerine oranı $f_{Hs/Hi}$ Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. Verilen enerji için $f_{Hs/Hi}$

Enerji kaynağı		$f_{Hs/Hi}$
yakıtlar	fuel oil	1,06
	doğal gaz	1,11
	sıvı petrol gazı	1,09
	antrasit kömürü	1,04
	linyit kömürü	1,07
	odun	1,08
elektrik	elektriksel güç kaynağı	1

Kısmi yükteki ısı kaybı:

$$Q_{V,g,pl} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{k,pl}) / \eta_{k,pl} \cdot \beta_{K,pl} \cdot Q_N \quad (96)$$

Tam yükteki ısı kaybı:

$$Q_{V,g,100\%} = (f_{HS/Hi} - \eta_{k,100\%}) / \eta_{k,100\%} \cdot Q_N \quad (97)$$

1.7.3.2. Destek enerjisi $Q_{h,g,aux}$

Isı üretimi için destek enerjisi $Q_{h,g,aux}$, 20 K gidiş-dönüş sıcaklık farkındaki hacimsel debiye dayanan kazan destek gücü P_{aux} (tam yük, kısmi yük ve bekleme(stand-by) modundaki ölçülmüş değerleri ile) ve kazan ortalama kısmi yükü $\beta_{h,i}$ kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{h,g,aux} = P_{h,g,aux,i} \cdot (t_{h,rL} - t_{w,100\%} \cdot d_{mth} \cdot d_{Nutz,a} / 365) + P_{aux,SB} \cdot (24 \cdot d_{mth} - t_{h,rL}) \quad (98)$$

$Q_{h,g,aux}$: Isı üretimi için destek enerjisi, (kWh)

$P_{aux,SB}$: Kazanın bekleme destek güç tüketimi, (kW)

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi (h)

$t_{w,100\%}$: Kazanın kullanım sıcak su ısıtılması için günlük çalışma süresi (h)

d_{mth} : Ay içerisindeki gün sayısı

$d_{Nutz,a}$: Yıl içerisindeki çalışma süresi (gün)

Eğer $0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$ ise ;

$$P_{h,g,aux,i} = (\beta_{h,i} / \beta_{K,pl}) \cdot (P_{aux,pl,i} - P_{aux,SB}) + P_{aux,SB} \quad (99)$$

$P_{h,g,aux,i}$: Kazanın çalışma sırasındaki destek güç tüketimi, (kW)

$P_{aux,pl,i}$: Kazanın kısmi yükteki destek güç tüketimi, (kW)

Eğer $\beta_{K,pl} < \beta_{h,i} < 1$ ise ;

$$P_{h,g,aux,i} = (\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}) / (1 - \beta_{K,pl}) \cdot (P_{aux,100} - P_{aux,pl}) + P_{aux,pl} \quad (100)$$

$P_{aux,100}$: Kazanın tam yükteki kısmi destek güç tüketimi

Otomatik beslemeli biokütle kazanları için destek güç tüketimi hesaplanırken depolama tankı olan ve olmayan sistemler için bir farklılık söz konusudur. Depolama tankı olan sistemler için $P_{aux,pl}$ 'nin düzeltme katsayısı değeri gerekli değildir.

Depolama tankı olmayan sistemler için $P_{aux,pl}$ değeri $P_{aux,pl,bio,korr}$ değerine dönüştürülmelidir.

$$f_{\beta,Bio} = \beta_{K,pl} / \beta_{h,i} \quad (101)$$

$1 < f_{\beta,Bio} < 3$ ise aşağıdaki formül kullanılır.

$$P_{aux,pl,bio,korr} = P_{aux,pl} \cdot f_{\beta,Bio} \quad (102)$$

$f_{\beta,Bio} \geq 3$ ise aşağıdaki formül kullanılır.

$$P_{aux,pl,bio,korr} = P_{aux,pl} \cdot 3 \quad (103)$$

Düzeltilmiş $P_{aux,pl,bio,korr}$ değerleri daha önceki formüllerde kullanılan $P_{aux,pl}$ değeri yerine kullanılır.

Veri eksikliğinde sınır değerleri

Eğer herhangi bir ürün verisi yoksa aşağıdaki değerler kullanılabilir:

$$\eta_{k,100\%} = (A + B \cdot \log(Q_N)) / 100 \quad (104)$$

$$\eta_{k,pl} = (C + D \cdot \log(Q_N)) / 100 \quad (105)$$

A,B,C ve D faktörleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 30. Verim Faktörleri

Kazan tipi	Üretim Yılı	Verim faktörleri			
		A	B	C	D
Standart kazanlar					
Dönüştürülmüş	1978'den önce	77	2	70	3
	1978-1987	79	2	74	3
Katı Yakıtlı	1978'den önce	78	2	72	3
	1978-1994	80	2	75	3
	1994 sonrası	81	2	77	3
Atmosferik brülörlü	1978'den önce	79,5	2	76	3
	1978-1994	82,5	2	78	3
	1994 sonrası	85	2	81,5	3
Cebri Brülörlü (sıvı-gaz)	1978'den önce	80	2	75	3
	1978-1986	82	2	77,5	3
	1987-1994	84	2	80	3
	1994 sonrası	85	2	81,5	3
Biyokütle Kazan					
sınıf 3	1994 sonrası	67	6	68	7
sınıf 2	1994 sonrası	57	6	58	7
sınıf1	1994 sonrası	47	6	48	7
Düşük sıcaklık kazanları					
Atmosferik brülörlü	1978-1994	85,5	1,5	86	1,5
	1994 sonrası	88,5	1,5	89	1,5
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanları	1987'den önce	$\eta_{100\%} = 88\%$		$\eta_{pl} = 84\%$	
	1987-1992	$\eta_{100\%} = 86\%$		$\eta_{pl} = 84\%$	
Kombi (Su depolu)	1994 sonrası	88,5	1,5	89	1,5
	Kombi	1994 sonrası	88,5	1,5	89	1,5
Cebri Brülörlü (sıvı-gaz)	1987'den önce	84	1,5	82	1,5
	1987-1994	86	1,5	86	1,5
	1994 sonrası	88,5	1,5	89	1,5
Yoğuşmalı kazanlar					
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı-gaz)	1987'den önce	89	1	95	1
	1987-1994	91	1	97,5	1
	1994 sonrası	92	1	98	1
Yoğuşmalı depolu kombi	1994 sonrası	92	1	98	1
Yoğuşmalı kombi	1994 sonrası	92	1	98	1

Kazanın nominal kapasitesi Q_N 'in fonksiyonu olan $q_{B,70}$ bekleme kaybı kWh cinsinden aşağıdaki gibidir:

$$q_{B,70} = \frac{E \cdot (Q_N)^F}{100} \quad (106)$$

Tablo 31. Bekleme ısı kaybı

Kazan tipi	Üretim Yılı	Stand-by Faktörleri	
		E	F
Standart kazanlar			
Dönüştürülmüş	1978'den önce	12,5	-0,28
	1978-1987	12,5	-0,28
Katı Yakıtlı	1978'den önce	12,5	-0,28
	1978-1994	10,5	-0,28
	1994 sonrası	8	-0,28
Atmosferik brülörlü	1978'den önce	8	-0,27
	1978-1994	7	-0,3
	1994 sonrası	8,5	-0,4
Cebri Brülörlü (sıvı-gaz)	1978'den önce	9	-0,28
	1978-1986	7,5	-0,31
	1987-1994	7,5	-0,31
	1994 sonrası	8,5	-0,4
Biyokütle Kazan			
sınıf 3	1994 sonrası	14	-0,28
sınıf 2	1994 sonrası	14	-0,28
sınıf1	1994 sonrası	14	-0,28
Düşük sıcaklık kazanları			
Atmosferik brülörlü	1978-1994	6	-0,32
	1994 sonrası	4,5	-0,4
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanları			
	1987'den önce	$q_{B,70^\circ C}=0,022$	
	1987-1992		
Kombi (Su depolu)			
	1994 sonrası	$q_{B,70^\circ C}=0,022$	
Kombi			
	1994 sonrası	$q_{B,70^\circ C}=0,022$	
Cebri Brülörlü (sıvı-gaz)			
	1987'den önce	7	-0,37
	1987-1994	7	-0,37
	1994 sonrası	4,25	-0,4
Yoğuşmalı kazanlar			
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı-gaz)	1987'den önce	7	-0,37
	1987-1994	7	-0,37
	1994 sonrası	4	-0,4
Yoğuşmalı depolu kombi	1994 sonrası	$q_{B,70^\circ C}=0,022$	
Yoğuşmalı kombi	1994 sonrası	$q_{B,70^\circ C}=0,022$	

Tablo 28. Destek enerjisi faktörleri

Kazan tipi	Üretim Yılı	Destek Enerjisi Tüketimi	G	H	n
	Standart kazanlar				
Dönüştürülmüş	1978'den önce	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	1978-1987	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
		$P_{aux,SB}$	20 ^b	0	0
Katı Yakıtlı	1978'den önce	$P_{aux,100}$	0	0	0
	1978-1994	$P_{aux,pl}$	0	0	0
	1994 sonrası	$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Atmosferik brülörlü	1978'den önce	$P_{aux,100}$	40	0,148	1
	1978-1994	$P_{aux,pl}$	40	0,148	1
	1994 sonrası	$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Cebri Brülörlü (sıvı-gaz)	1978'den önce				
	1978-1986	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	1987-1994	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	1994 sonrası	$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Düşük sıcaklık kazanları					
Atmosferik brülörlü	1978-1994	$P_{aux,100}$	40	0,148	1
	1994 sonrası	$P_{aux,pl}$	40	0,148	1
		$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanları	1987'den önce	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	1987-1992	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
		$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Kombi (Su depolu)	1994 sonrası	$P_{aux,100}$	40	0,148	1
Kombi	1994 sonrası	$P_{aux,pl}$	40	0,148	1
		$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Cebri Brülörlü (sıvı-gaz)	1987'den önce	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	1987-1994	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	1994 sonrası	$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Yoğuşmalı kazanlar					
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı-gaz)	1987'den önce	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	1987-1994	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	1994 sonrası	$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0
Yoğuşmalı depolu kombi	1994 sonrası	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
Yoğuşmalı kombi	1994 sonrası	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
		$P_{aux,SB}$	15 ^b	0	0

Kazanın nominal kapasitesi Q_N 'in fonksiyonu olan P_{aux} destek güç tüketimi kW cinsinden aşağıdaki gibidir:

$$P_{aux,x} = (G + H \cdot (Q_N)^n) / 1000 \quad (107)$$

b : Eğer elektrikle işletilen kazan kontrolü kullanılıyorsa, aksi takdirde $P_{aux,SB} = 0$

1.7.4. Merkezi Olmayan Yakıtlı Sistemler

Merkezi olmayan yakıtlı ısıtma sistemlerinde net ısıtma ihtiyacı, kontrol ve emisyon, dağıtım ve üretim tek bir noktada değerlendirilir.

1.7.4.1. Gaz yakıtlı sobalar

Bacalı soba

$$Q_{h,f} = 1,34 \cdot Q_{h,b} \quad (108)$$

Hermetik soba

$$Q_{h,f} = 1,4 \cdot Q_{h,b} \quad (109)$$

1.7.4.2. Sıvı yakıtlı sobalar

$$Q_{h,f} = 1,34 \cdot Q_{h,b} \quad (110)$$

1.7.4.3. Tuğlalı sobalar

$$Q_{h,f} = 1,55 \cdot Q_{h,b} \quad (111)$$

1.7.4.4. Kömürlü döküm sobalar

$$Q_{h,f} = 1,60 \cdot Q_{h,b} \quad (112)$$

1.7.5. Elektrikli Isıtıcılar

Elektrikli ısıtıcıların elektrik tüketimi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$W_i = P_i \cdot 3600 \quad (113)$$

W_i : Isıtıcının bir saatte tükettiği elektrik enerjisi (kWh)

P_i : Isıtıcının gücü (kW)

Birden fazla ısıtıcı olması durumunda aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$W = \sum_1^n W_i \quad (114)$$

n: Elektrikli ısıtıcı sayısı

1.7.6. Geniş Hacimlerin Isıtılması

Radyant ısıtıcı

Radyant ısıtıcı için ısı üretim kaybı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{h,g} = f \cdot Q_{h,outg} \text{ (kWh)} \quad (115)$$

Nominal güçlerine göre f faktörleri Tablo 33'ten alınmaktadır.

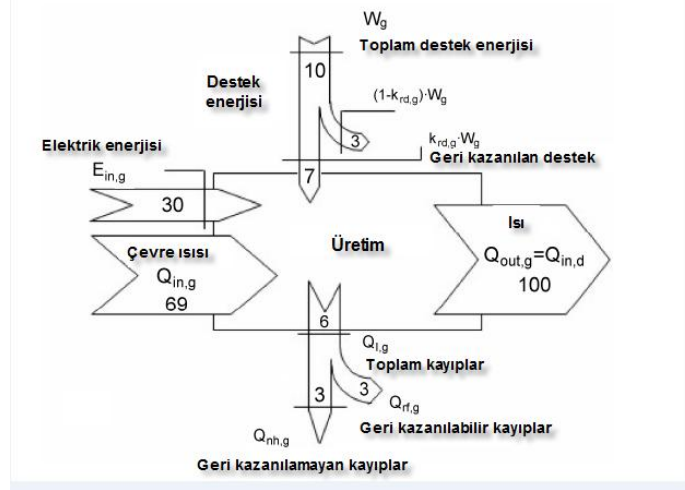
Tablo 33. Verim faktörü

nominal güç (kW)	f faktörü
>4-25	0,111
>25-50	0,099
>50	0,087

EK A

Isıtma İhtiyacını Karşılama için Enerji Kullanımı

A.1. Elektrik Tahrikli Isı Pompaları



Şekil A. 1- Elektrik tahrikli ısı pompaları için üreteç alt sisteminin enerji dengesi

Üreteç alt sistemi için ısı kayıplar cinsinden enerji dengesi aşağıdaki eşitlikle ifade edilir:

$$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux} - Q_{h,in} \quad (A.1)$$

$Q_{h,f}$: Isı üreticine sağlanması gereken enerji, (kWh)

$Q_{h,outg}$: Isı üreticiden ısıtma sistemine verilmesi gereken enerji, (kWh)

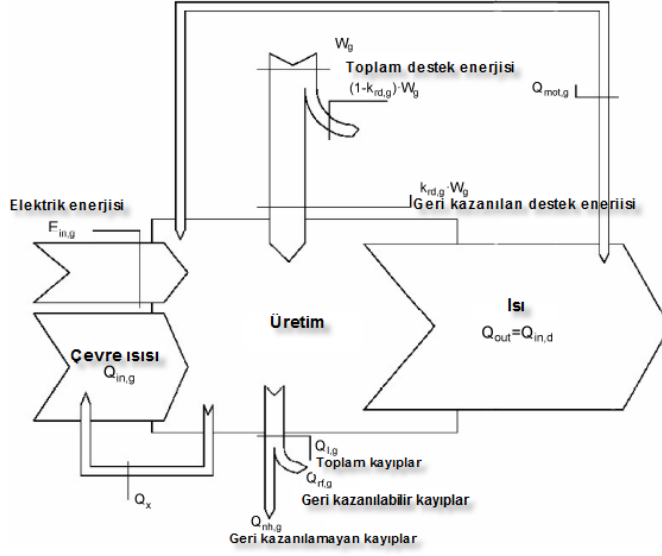
$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin üretim kayıpları, (kWh)

$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjisi oranı, $k_{rd,g} = 0$

$Q_{h,g,aux}$: Üreteç çalışması için destek giriş enerjisi, (kWh)

$Q_{h,in}$: Isıtma sistemi için çevre ısısı, (kWh)

A.2. Yanma Tahrikli Isı Pompaları



Şekil A. 2-Yanma Elektrik tahrikli ısı pompaları için üretic alt sisteminin enerji dengesi

$$Q_{h,f} = \frac{Q_{h,out,g} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux} - Q_{h,in}}{1 + p_{rd,mot}} \quad (A.2)$$

$Q_{h,f}$: Isı üreticine sağlanması gereken enerji, (kWh)

$Q_{h,out,g}$: Isı üreticiden ısıtma sistemine verilmesi gereken enerji, (kWh)

$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin üretim kayıpları, (kWh)

$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjisi oranı, $k_{rd,g} = 0$

$Q_{h,g,aux}$: Üreteç çalışması için destek giriş enerjisi, (kWh)

$Q_{h,in}$: Isıtma sistemi için çevre ısı, (kWh)

$p_{rd,mot}$: Üretece sağlanan geri kazanılmış yakıt girişi.

A.3. Isı Pompası Hesaplamaları için Varsayılan Değerler

A.3.1 Elektrik Tahrikli Isı Pompaları için Varsayılan Güç ve Performans Katsayısı Değerleri

Tablo A. 1. 35°C besleme sıcaklığına sahip havadan suya ısı pompaları

Besleme sıcaklığı	35°C	35°C	35°C	35°C	35°C
Dış hava sıcaklığı	-7°C	2°C	7°C	15°C	20°C
Bağlı ısı gücü	0,72	0,88	1,04	1,25	1,36
Bugünkü COP(güncel)	2,7	3,1	3,7	4,3	4,9
1979'dan 1994'e kadar olan COP	2,4	2,8	3,3	3,6	4,4
1979 öncesi COP	2,2	2,5	3	3,2	4

Tablo A. 2. 50°C besleme sıcaklığına sahip havadan suya ısı pompaları

Besleme sıcaklığı	50°C	50°C	50°C	50°C	50°C
Dış hava sıcaklığı	-7°C	2°C	7°C	15°C	20°C
Bağlı ısı gücü	0,68	0,84	1	1,24	1,29
Bugünkü COP(güncel)	2	2,3	2,8	3,3	3,5
1979'dan 1994'e kadar olan COP	1,8	2,1	2,5	3	3,2
1979 öncesi COP	1,6	1,9	2,3	2,7	2,8

Tablo A. 3. 35°C ve 50°C besleme sıcaklığına sahip gölden veya denizden suya ısı pompaları

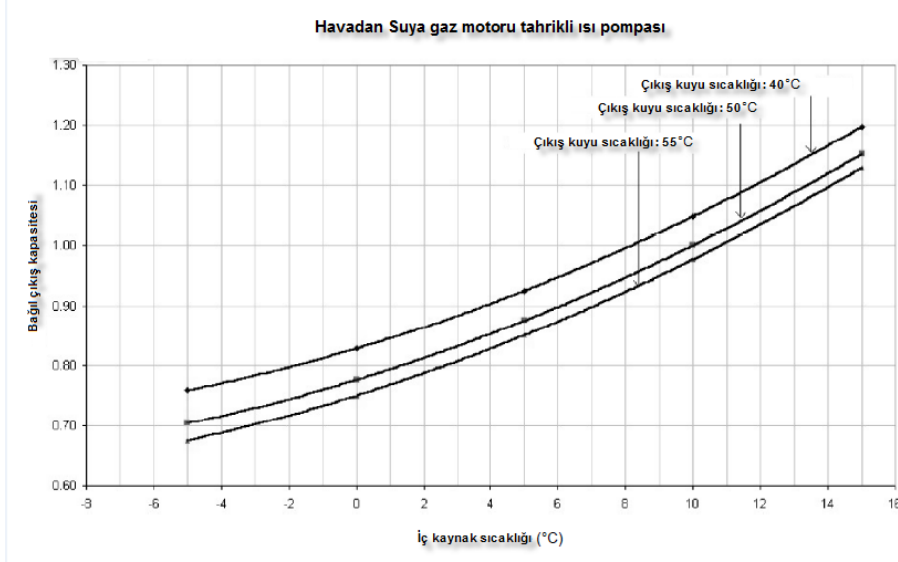
Besleme sıcaklığı	35°C	35°C	35°C	50°C	50°C	50°C
Birincil sıcaklık	-5°C	0°C	5°C	-5°C	0°C	5°C
Bağlı ısı gücü	0,88	1	1,12	0,85	0,98	1,09
Bugünkü COP(güncel)	3,7	4,3	4,9	2,6	3	3,4
1979'dan 1994'e kadar olan COP	3	3,5	4	2,1	2,4	2,8
1979 öncesi COP	2,7	3,1	3,5	1,9	2,2	2,5

Tablo A. 4. 35°C ve 50°C besleme sıcaklığına sahip sudan suya ısı pompaları

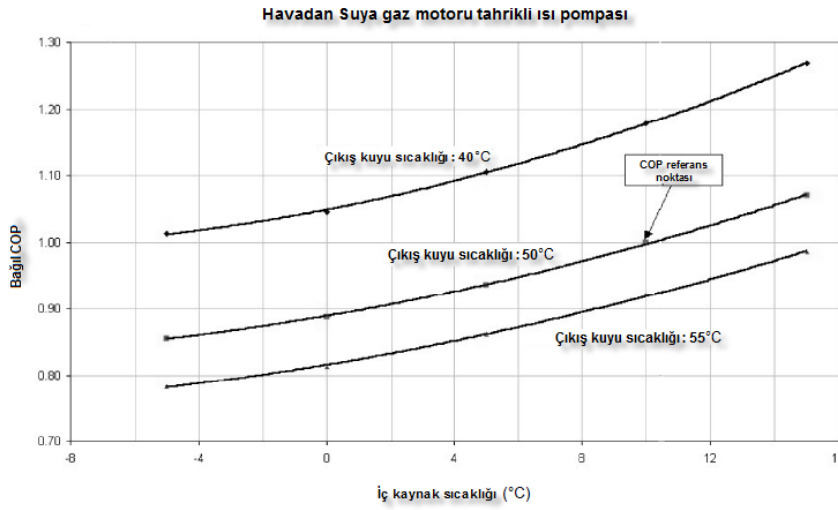
Besleme sıcaklığı	35°C	35°C	50°C	50°C
Birincil sıcaklık	10°C	15°C	10°C	15°C
Bağlı ısı gücü	1,07	1,2	1	1,13
Bugünkü COP(güncel)	5,5	6	3,8	4,1
1979'dan 1994'e kadar olan COP	4,6	5	3,2	3,4
1979 öncesi COP	3,9	4,3	2,7	2,9

A.3.2 Yanma Tahrikli Isı Pompaları için Varsayılan Güç ve Performans Katsayısı Değerleri

A.3.2.1 Havadan Suya Isı Pompaları

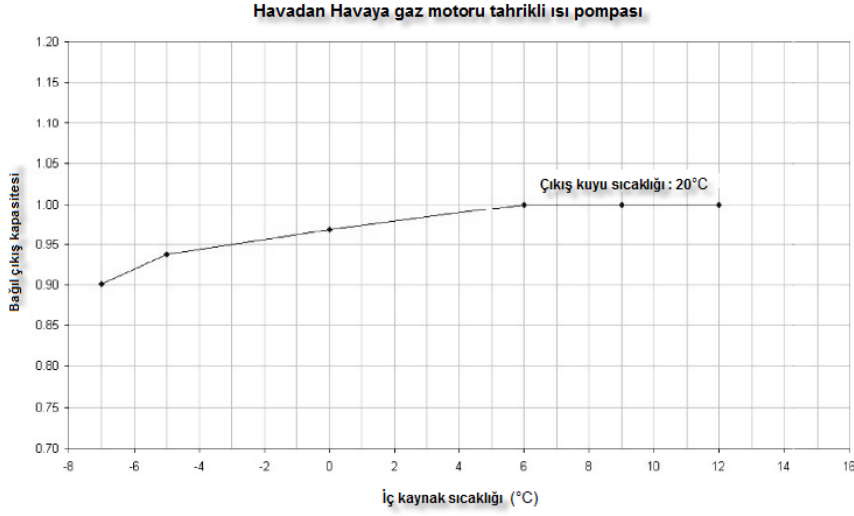


Şekil A. 3-Yanmalı motor tahrikli havadan suya ısı pompalarının çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında ısı çıkışları

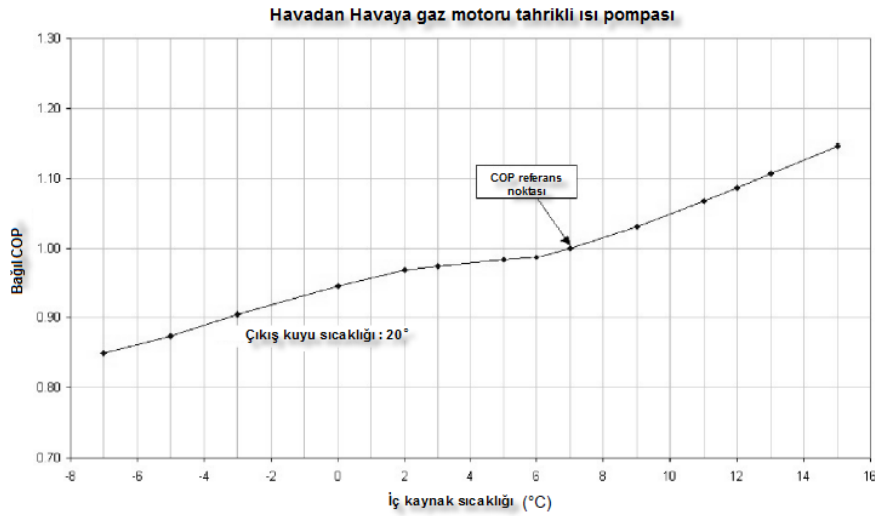


Şekil A. 4- Yanmalı motor tahrikli havadan suya ısı pompalarının çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında standart performans katsayı değerleri

A.3.2.2 Havadan Havaya Isı Pompaları



Şekil A. 5- Yanmalı motor tahrikli havadan havaya ısı pompalarının ısı çıkışları

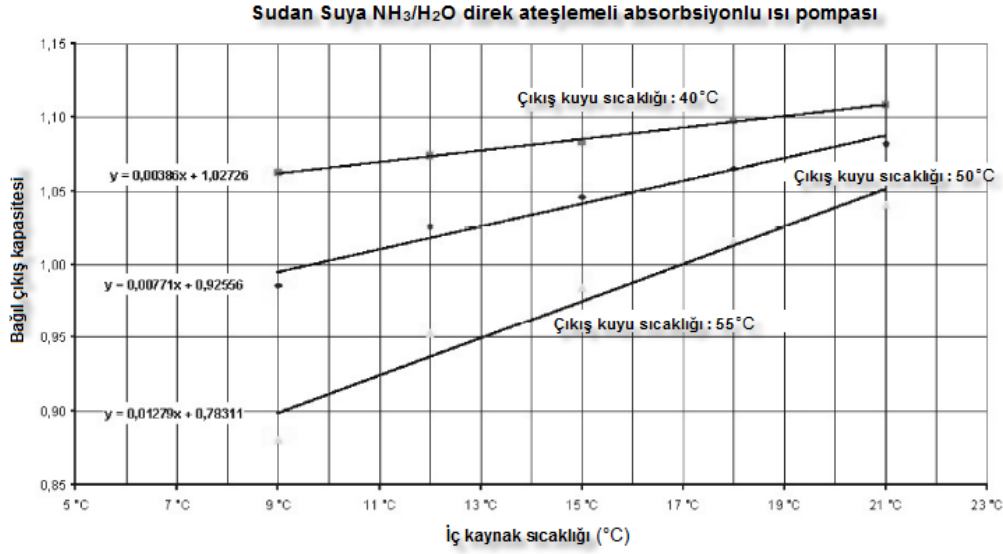


Şekil A. 6- Yanmalı motor tahrikli havadan havaya ısı pompalarının standart performans katsayıları

A.3.2.3 Absorbsiyonlu Isı Pompaları

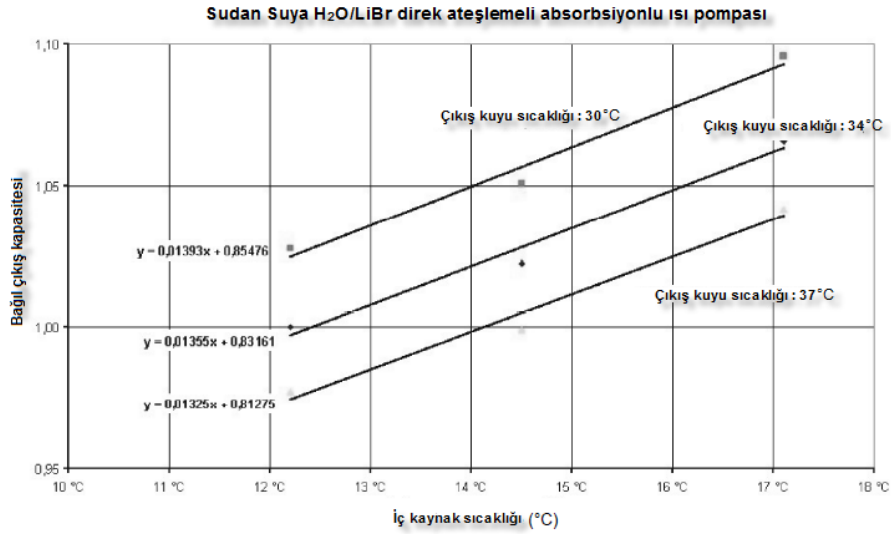
A.3.2.3.1 Isı üretimi

Aşağıda sudan suya direk ateşlemeli NH_3/H_2O absorpsiyonlu ısı pompaları için şekilde değerler gösterilmiştir.



Şekil A. 7- NH₃/H₂O absorpsiyonlu sudan suya ısı pompalarının çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında ısı gücü

Aşağıda sudan suya direk ateşlemeli H₂O/LiBr absorpsiyonlu ısı pompaları için şekilde değerler gösterilmiştir.



Şekil A. 8- H₂O/LiBr absorpsiyonlu sudan suya ısı pompalarının çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında ısı gücü

A.4 Kısmi Yükte Çalışması Durumunda Düzeltme Faktörü

A.4.1 Elektrik Tahrikli Isı Pompaları

Elektrik tahrikli ısı pompalarının performans faktörleri, kısmi yük davranışlarına büyük oranda bağlıdır. Kısmi yük davranışı, ısı dağıtım sisteminin eşdeğer performansından ve kW ısı başına sıcak su hacminden etkilenir. Yedekleme depolama tankları ısı dağıtım sisteminin sıcak su hacminin bir kısmı sayılır.

Yük faktörü (FC) eşitlik 74'ten elde edilebilir.

Tablo A. 5. Radyatörlü elektrik tahrikli ısı pompalarının kısmi yük koşulları için düzeltme faktörleri

Isı dağıtım sistem tipi	Eşdeğer su içeriği l/kW	Yük Faktörü %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Konvektörler/radyatörler	5	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	71,4	80	85,7	92,3	99,5
	10	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	84,8	89,1	92,2	95,5	99,6
	15	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	91,7	94,4	96	97,5	99,7
	20	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1	93,8	95,8	97,1	98,3	99,8

Tablo A. 6. Yüzey ısıtım sistemli elektrik tahrikli ısı pompalarının kısmi yük koşulları için düzeltme faktörleri

Isı dağıtım sistem tipi	Özellik	Borulama boşlukları (cm)	Yük Faktörü %									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Döşemeden ısıtma	hafif	30	95,3	95,4	95,5	95,7	95,9	96,1	96,2	96,9	98,1	99,9
	hafif	20	97,1	97,2	97,2	97,3	97,4	97,4	97,6	97,9	98,4	99,9
	hafif	10	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	96,6	98,7	98,9	99,1	99,9
	ağır	30	96,1	96,1	96,1	96,3	96,4	96,5	96,8	97,3	98,2	99,9
	ağır	20	97,8	97,8	97,9	98	98,1	98,1	98,2	98,4	98,8	99,9
	ağır	10	99,1	99,1	99,1	99,1	99,1	99,1	99,2	99,2	99,4	99,9

Arada kalan değerler enterpolasyon yapılarak bulunabilir.

1.7.7. Absorbsiyonlu Isı Pompaları (Modulation burner)

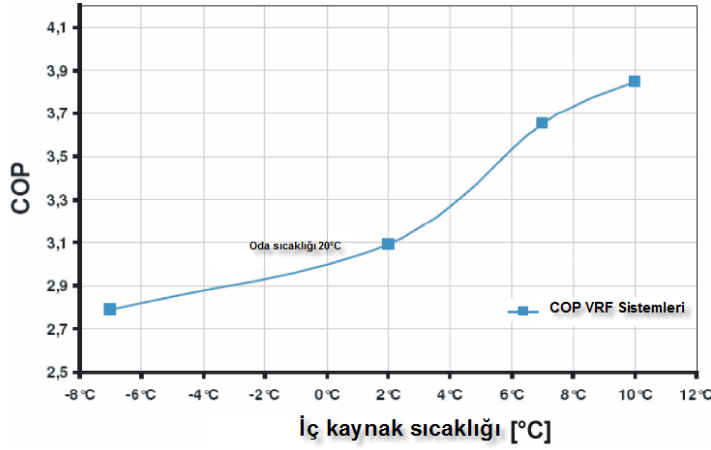
Tablo A. 7- Absorbsiyonlu ısı pompalarının kısmi yük koşullarında düzeltme faktörleri

	Yük Faktörü %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
C_{dt}	71,5	81,4	88,3	93,3	96,8	99,2	99,9	99,9	99,9	99,9

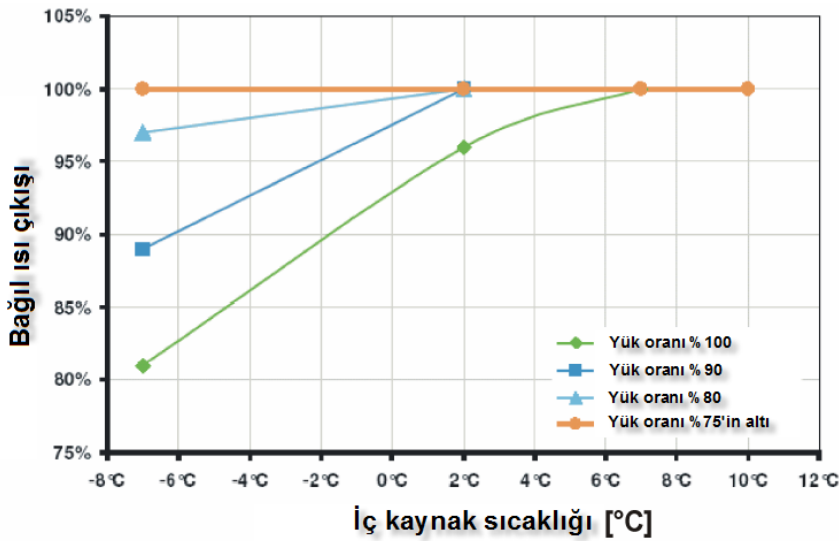
A.5 Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistemler (VRF-VRV): Bağlı Isıl Gücü Performansı

Tablo A. 8. Bağlı ısı çıkış performansları

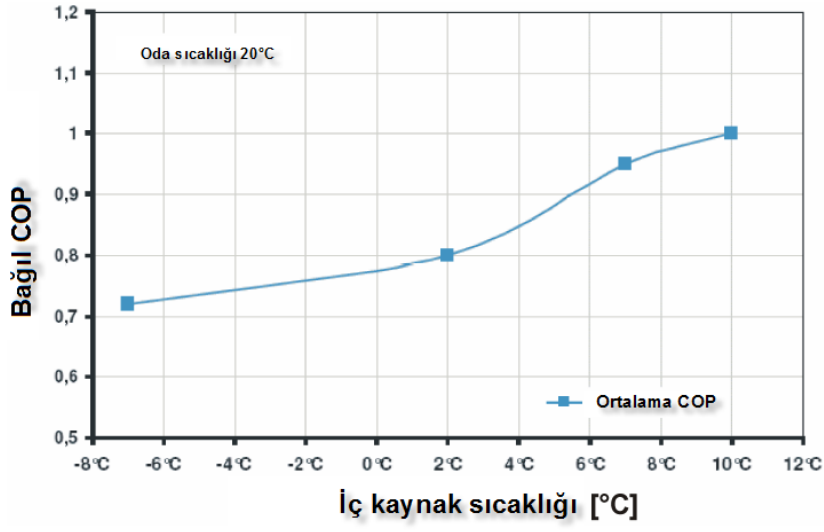
Isı Kaynağı Sıcaklığı	-7	2	7	10
COP	2,79	3,09	3,65	3,85
Bağlı ısı gücü				
Yük oranı 100%	0,81	0,96	1	1
Yük oranı 90%	0,89	1	1	1
Yük oranı 80%	0,97	1	1	1
Yük oranı 75% 'den az	1	1	1	1



Şekil A. 9- Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistemler (VRF-VRV): %10 ve %100 yük durumlarındaki COP değerleri



Şekil A. 10- Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistemler (VRF-VRV): Bağlı ısı çıkış performansları



Şekil A. 11- Değişken Soğutucu Akışkan Debili Sistemler (VRF-VRV): %10 ve %100 yük durumlarındaki bağıl COP değerleri

2. SOĞUTMA SİSTEMLERİ

Semboller

$Q_{c^*,outg}$	: HVAC sistemi için soğutma gücü (kWh)
$Q_{c^*,b}$	: Soğutma serpantinleri için gerekli enerji (kWh)
$Q_{c^*,ce}$	: HVAC sistemi için kontrol ve emisyon kaybı (kWh)
$Q_{c^*,d}$	: HVAC sistemi için dağıtım kaybı (kWh)
$Q_{c^*,s}$	: HVAC sistemi için depolama kaybı (kWh)
$\eta_{vc,ce}$	: Ortam ısı kontrolü ve emisyonu verimliliği
$\eta_{c^*,ce}$	: HVAC sistemi için kontrol ve emisyon etkenlik faktörü
$\eta_{c^*,ce,sens}$	: HVAC sistemi için kontrol ve emisyon duyulur etkenlik faktörü
$\eta_{c^*,d}$	: HVAC sistemi için dağıtım etkenlik faktörü
$Q_{c,outg}$	: Mahal şartlandırma sistemi için soğutma gücü (kWh)
$Q_{c,b}$	: Mahal şartlandırma için net enerji (kWh)
$Q_{c,ce}$	: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon kaybı (kWh)
$Q_{c,d}$	: Mahal şartlandırma sistemi için dağıtım kaybı (kWh)
$Q_{c,s}$	: Mahal şartlandırma sistemi için depolama kaybı (kWh)
η	: Isı kaynaklarının aylık faydalanma faktörü
$\eta_{c,ce}$	: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon etkenlik faktörü
$\eta_{c,ce,sens}$	: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon duyulur etkenlik faktörü
$\eta_{vc,ce}$	: Ortam ısı kontrolü ve emisyonu verimliliği
$f_{vc,d}$	: Soğutma faktörü
$A_{K,A}$	: Soğutulan ortam dışında yerleşen kanalların yüzey alanı (m^2)
$f_{c,ce,aux}$	: İkincil hava fanları için özgül enerji gereksinimi
$Q_{c,ce,aux}$	: Mahal şartlandırma için destek enerji yükü
$Q_{vc,b}$	: İklimlendirme net soğutma enerjisi (kWh)
$Q_{vc,ce}$	: HVAC havalandırma sistemi için kontrol ve emisyon kaybı (kWh)
$Q_{vc,d}$	: HVAC havalandırma sistemi için dağıtım kaybı (kWh)
ζ	: Isı etkinlik katsayısı (kW/kW)
EER	: Enerji etkinlik katsayısı (kW/kW)
$SEER$	: Sezonluk enerji etkinlik katsayısı (kWh/kWh)
PLV_{av}	: Ortalama kısmi yük değeri (kWh/kWh)
ζ_{av}	: Yıllık ısı etkinlik katsayısı (kWh/kWh)
$Q_{C,therm}$	: Isı üretim sisteminin enerji tüketim gücü (kW)

$Q_{C,outg}$	: Buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin soğutma gücü (kW)
$P_{C,electr}$	: Buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin elektrik enerjisi tüketim gücü (kW)
$Q_{C,outg,therm}$	: Isı üretim sisteminde üretilen ısı (kWh)
$Q_{C,outg}$	: Absorbsiyonlu soğutma sisteminin soğutma gücü (kW)
$Q_{C,f,R,electr}$	: Yeniden soğutma sisteminin elektrik enerji tüketimi (kWh)
$Q_{c,outg}$	: Soğutma sisteminin soğutma gücü (kW)
$Q_{R,outg}$	: Soğutulacak ortamın yeniden soğutma yükü (kW)
$q_{R,electr}$	: Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi (kW/kW)
$f_{R,av}$	: Yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü
$Q_{C,f,electr}$	: Buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin tükettiği elektrik enerjisi (kWh)

Soğutma

Soğutma için enerji gereksinimi, merkezi HVAC sistemi ve mahal şartlandırma (room conditioning) olmak üzere iki tipte incelenmektedir. Soğutma için HVAC soğutma fonksiyonu ve soğutma enerji çıkışı ayrı ayrı hesaplanarak toplanır.

2.1. HVAC Sistemi İle Soğutma

Merkezi olarak soğutulmak istenen binalarda HVAC sistemi kullanılır. HVAC sistemi için enerji ihtiyacı aşağıda anlatıldığı gibi hesaplanır.

2.1.1. HVAC sisteminde kullanılan fanlar için varsayılan güç tüketim değerleri

HVAC sisteminde kullanılan fanlar için varsayılan güç tüketim değerleri aşağıdaki tablodan alınabilir.

Tablo 1. HVAC sisteminde kullanılan fanlar için varsayılan güç tüketim değerleri

Fanlar	Fan Özgül Gücü P_{SFP}	Fan genel verimi $\eta_{tot} = \%60$ olduğunda, toplam basınç artışı Δp_{tot} $P_{SFP} = \Delta p_{tot} / \eta_{tot}$
Hava çıkış fanları	1,25 kW/(m ³ /s)	750 Pa
Hava giriş fanları, ısıtma ile	1,6 kW/(m ³ /s)	960 Pa
Hava giriş fanları, (kısmi) hava şartlandırma sistemleri	2,0 kW/(m ³ /s)	1200 Pa

Tablo 2. İklimlendirme sisteminin tipine göre besleme havası sıcaklık farkı varsayılan değerleri (Tasarım amaçlı değildir.)

Havalandırma sistemi/Besleme havası şekli	Besleme havası çıkışı ile ortalama oda ayar sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı	
	Soğutma	Isıtma
Türbulanslı akış, lineer yayıcı, swirl yayıcı	8 K	6 K
Menfez	6 K	4 K
Hava tabakası yer değiştirmesi	4 K	2 K
Jet lüle (nozül)	8 K	8 K
İndüksiyonlu sistem, Birincil havalı fan coil	10 K	10 K
Tavandan hava soğutmalı	10 K	-

$Q = \dot{m}C_p\Delta T$, Q ısı kazancı kW, ΔT sıcaklık farkı yukarıdaki tablodan alınarak hava debisi \dot{m} bulunur, ve bir üstteki tablodan hacimsel debiye göre fan güçleri hesaplanır.

2.1.2. Soğutma Serpantinleri İçin Enerji İhtiyacı

Soğutma serpantinleri için gerekli enerji $Q_{c^*,b}$ aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır. Bu enerji soğutulacak ortamlarda kullanılan soğutma serpantinlerinin gerekli toplam enerjisini ifade eder.

$$Q_{c^*,b} = Q_{vc,b} + Q_{vc,ce} + Q_{vc,d} \quad (1)$$

Burada,

$Q_{vc,b}$: İklimlendirme net soğutma enerjisi, (kWh) (Net enerji kısmından)

$Q_{vc,ce}$: HVAC havalandırma sistemi için kontrol ve emisyon kaybı, (kWh)

$Q_{vc,d}$: HVAC havalandırma sistemi için dağıtım kaybı. (kWh)

2.1.2.1. Kontrol Ve Emisyon Kaybı Hesabı

Kontrol ve soğutulan ortama hava emisyonundan doğan kayıp $Q_{vc,ce}$ aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$Q_{vc,ce} = (1 - \eta_{vc,ce}) \cdot Q_{vc,b} \quad (2)$$

Burada,

$\eta_{vc,ce}$: Ortam Isı kontrolü ve emisyonu verimliliği

Soğutma sistemi tasarımı safhasında, hesaplamalar $\eta_{vc,ce} = 1$ alınarak yapılacaktır.

2.1.2.2. Hava Dağıtım Kaybı Hesabı

Besleme havası sıcaklığı ile soğutulan ortam sıcaklığı çok geniş farklılık arz etmediğinden (sıcaklık farkı en fazla 10 K), dağıtım kaybı aşağıdaki gibi hesaplanır.

Soğutulan ortam içinde yerleşen hava kanallarının dağıtım kaybı,

$$Q_{vc,d} = 0 \quad (3)$$

Soğutulan ortam dışında yerleşen hava kanallarının dağıtım kaybı hesabı için soğutulan ortam dışında yerleşen kanalların yüzey alanı hesaplanarak aşağıdaki ifade kullanılır. Bu ifadede soğutulan ortam dışında yerleşen kanalların üzerine ısı iletim katsayısı en fazla 0.04 W/mK olan malzemedan 50 mm kalınlığında yalıtım uygulandığı varsayılır.

$$Q_{vc,d} = f_{vc,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{C^*,op,mth} / 1000 \quad (4)$$

Burada,

$Q_{vc,d}$: HVAC havalandırma sistemi için dağıtım kaybı (kWh)

$f_{vc,d}$: Soğutma faktörü, 9 W/ m² alınır.

$A_{K,A}$: Soğutulan ortam dışında yerleşen kanalların yüzey alanı (m²)

$t_{C^*,op,mth}$: HVAC soğutması için ihtiyaç süresi. (Hesaplanan ay için)

Besleme havası sıcaklığı ile soğutulan ortam sıcaklığı farkı 10 K'den az olduğundan, kanallardan soğuk hava sızıntı kaybı ihmal edilir.

1.1.2.3 HVAC soğutma serpantinleri için ihtiyaç zamanı

HVAC merkezi sisteminde soğutma serpantinlerinin aylık soğutma ihtiyaç zaman katsayıları yıllık ihtiyaç süresi baz alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$t_{C^*,op,mth} = t_{C,r} \cdot b_{VC^*,mth} / b_{VC^*,a}$$

$$b_{VC^*,mth} = Q_{vc^*,b} / \dot{Q}_{C^*,max}$$

$$b_{VC^*,a} = \sum_1^{12} b_{VC^*,mth}$$

$t_{C,r}$: Soğutma serpantininin yıllık izafi çalışma süresi, =0,24;

$\dot{Q}_{C^*,max}$: HVAC sisteminin maksimum soğutma kapasitesi, kW ;

b_{VC^*} : HVAC soğutmasının kullanım toplam saatleri (aylık-mth; yıllık-a).

2.1.3.HVAC Sistemi İçin Soğutma gücü Hesabı

HVAC sistemi için soğutma gücü aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$Q_{c^*,outg} = Q_{c^*,b} + Q_{c^*,ce} + Q_{c^*,d} + Q_{c^*,s} \quad (5)$$

Burada,

$Q_{c^*,outg}$: HVAC sistemi için soğutma gücü,

$Q_{c^*,b}$: Soğutma serpantinleri için gerekli enerji, (Denk. No 1)

$Q_{c^*,ce}$: HVAC sistemi için kontrol ve emisyon kaybı,

$Q_{c^*,d}$: HVAC sistemi için dağıtım kaybı,

$Q_{c^*,s}$: HVAC sistemi için depolama kaybı.

HVAC sistemi için kontrol ve emisyon kaybı aşağıdaki ifadeden hesaplanır.

$$Q_{c^*,ce} = \left((1 - \eta_{c^*,ce}) + (1 - \eta_{c^*,ce,sens}) \right) \cdot Q_{c^*,b} \quad (6)$$

Burada,

$\eta_{c^*,ce}^*$: HVAC sistemi için kontrol ve emisyon etkenlik faktörü,

$\eta_{c^*,ce,sens}^*$: HVAC sistemi için kontrol ve emisyon duyulur etkenlik faktörü,

HVAC sistemi için kontrol ve emisyon duyulur etkinliği, hava soğutma cihazı çıkışında istenmeyen su buharı yoğunlaşması (nem alma) söz konusu olduğunda hesaba katılır.

HVAC sistemi için dağıtım kaybı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{c^*,d}^* = (1 - \eta_{c^*,d}^*) \cdot Q_{c^*,b}^* \quad (7)$$

Burada,

$\eta_{c^*,d}^*$: HVAC sistemi için dağıtım etkenlik faktörü

HVAC sistemi için depolama kaybı ihmal edilir.

$$Q_{c^*,s}^* = 0 \quad (8)$$

Hava soğutma ve nem almanın HVAC ünitesine entegre edildiği kombinasyonlarda veya soğutulmuş su sistemleriyle mahal şartlandırma (nem alma seçeneğiyle) veya özgün oda hava şartlandırıcılar kullanıldığında, mahal şartlandırmanın ve HVAC soğutmasının daha düşük $\eta_{c^*,ce,sens}^*$ faktörü uygulanabilir. Oda şartlandırması için böyle durumlarda $\eta_{c^*,ce,sens}^* = 1$ alınabilir.

$\eta_{c^*,ce}^*$, $\eta_{c^*,ce,sens}^*$ ve $\eta_{c^*,d}^*$ sayısal değerleri Tablo 3'ten alınır.

Tablo 3. HVAC sistemi için etkenlik faktörleri

Soğutma sistemi	Soğutulmuş su giriş çıkış sıcaklıkları	$\eta_{c^*,ce,sens}^*$	$\eta_{c^*,ce}^*$	$\eta_{c^*,d}^*$
Soğutulmuş su	6/12	0,87	0,9	0,95 (bina içindeki borular)
Soğutulmuş su	6/12	0,87	0,9	0,90 bina dışındaki borular
Soğutulmuş su	14/18	1	0,9	0,95 (bina içindeki borular)
Soğutulmuş su	14/18	1	0,9	0,90 (bina dışındaki borular)
Soğutulmuş su	18/20	1	1	1
Doğrudan genleşme		0,87	0,9	0,95 (bina içindeki borular)
Doğrudan genleşme		0,87	0,9	0,90 bina dışındaki borular

2.1.4. Soğutma Sistemine Göre Enerji Kullanımı

Soğutma sistemi için verilmesi gereken enerji hesaplanırken soğutma sistemi seçimi enerji verimliliği bakımından önem arz eder. Binanın tipi, kısmi yük değerleri, sıcaklık seviyesi, kullanım şekli, yeniden soğutma tipi, kullanılıyorsa kompresör tipi gibi parametreler dikkate alınarak enerji hesabı yapılır.

Soğutma için genelde soğutma ünitesinin enerji kullanımı ve yeniden soğutma işleminin enerji kullanımı toplanarak enerji hesabı yapılır. Soğutma sistemleri buhar sıkıştırımlı ve absorpsiyonlu olmak üzere iki ayrı tipte incelenir.

2.1.4.1. Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Sistemi

Bu sistemlerde kompresör kullanıldığından elektrik enerjisi kullanımı absorpsiyonlu sistemlere göre daha fazladır. Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin enerji tüketimi enerji etkinlik katsayısı (EER) ve ortalama kısmi yük (PLV_{av}) değerleri kullanılarak aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır.

$$EER \cdot PLV_{av} = SEER = \frac{Q_{C, outg, a}}{Q_{C, f, electr}} \quad (9)$$

Burada,

EER : Enerji etkinlik katsayısı, (kW/kW) (Bakınız Tablo 5 ve 7)

PLV_{av} : Ortalama kısmi yük değeri, (kWh/kWh) (Bakınız Ek A)

$SEER$: Sezonluk enerji etkinlik katsayısı, (kWh/kWh)

$Q_{C, f, electr}$: Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin tükettiği elektrik enerjisi. (kWh)

Bu tanımlamalar ve yukarıdaki ilişki kullanılarak buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin tükettiği elektrik enerjisi,

$$Q_{C, f, electr} = \frac{Q_{C, outg, a}}{EER \cdot PLV_{av}} \quad (10)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanır.

Enerji etkinlik katsayısı, sistemin tasarım koşullarında soğutma gücünün (elde olunan enerji) tüketilen elektrik enerjisine (harcanan enerjiye) oranı şeklinde tanımlanır.

$$EER = \frac{Q_{C, outg}}{P_{C, electr}} \quad (51)$$

Burada,

$\dot{Q}_{C,out,g}$: Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin soğutma gücü, (kW)

$P_{C,electr}$: Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin elektrik enerjisi tüketim gücü, (kW)

Soğutma sistemlerinin enerji etkinlik katsayısı kısmi yük koşullarında değişir. PLV_{av} ile karakterize edilen kısmi yük değeri, soğutma sisteminin kısmi yük altında çalışmasına, soğutma suyu veya soğutulan dış hava sıcaklığına, kısmi yükte çalışmaya uygun tasarlanmamış ısı değiştiricilerin performansına bağlıdır.

Soğutma tek bir mahal iklimlendirme sistemi ile veya tek bir HVAC sistemi ile gerçekleştiriliyorsa, PLV_{av} değeri doğrudan enerji tüketim hesaplamasında kullanılabilir. Soğutma bir mahal iklimlendirme sistemi ve bir HVAC sistemi ile paralel olarak birlikte gerçekleştiriliyorsa, PLV_{av} değeri iki sistemin ağırlıklı ortalamasına göre hesaplanmalıdır.

$$PLV_{av,n} = \frac{Q_{c,out,g,a,n} \cdot PLV_{c,av} + Q_{c^*,out,g,a,n} \cdot PLV_{c^*,av}}{Q_{C,out,g,a,n}} \quad (12)$$

$PLV_{av,n}$ kullanım tipine bağlı ortalama kısmi yük değeridir.

Soğutulan belli bir bölgede, soğutma sisteminin tek bir kullanım tipi söz konusu ise, $PLV_{av,n}$ değeri doğrudan enerji tüketimi hesabında kullanılabilir. Ancak soğutulan belli bir bölgede soğutma sisteminin bir kaç kullanım tipi söz konusu ise, PLV_{av} değeri kullanım tiplerinin ağırlıklı ortalaması şeklinde hesaplanır.

$$PLV_{av} = \frac{\sum_1^n Q_{C,out,g,a,n} \cdot PLV_{av,n}}{Q_{C,out,g,a}} \quad (13)$$

Bilindiği üzere kısmi yüklerde çalışan soğutma sistemlerinin enerji etkinliği değişiklik göstermektedir. DIN standardı kısmi yük altında çalışma durumunda PLV_{av} değerlerini hesaplamış ve tablolar halinde vermiştir. Bu hesap yönteminin dışında da hesap yöntemleri bulunmaktadır. Burada kısaca bu yöntemlerden birine değinilecektir.

Soğutma sistemlerinde ortamı soğutmak üzere kompresörler kullanılır. Soğutma yapan bir klima sisteminde en büyük enerji, bu elemanlarda kullanılır. Kompresöre verilen elektrik enerjisi ile soğutma enerjisi üretilir. Birim soğutma için kullanılan elektrik enerjisi miktarı bir kompresörün etkinliğini ifade eden temel parametredir ve buna COP denilir. Elde edilen soğutma enerjisinin, beslenen elektrik enerjisine oranı çeşitli birimlerde ifade edilebilir: kW/ton_{soğutma}, COP (kW/kW), EER (Mbtu/kWh veya btu/Wh). Burada "ton_{soğutma}" bir enerji birimi olup, aşağı gösterildiği şekilde kW birimine dönüştürülebilir.

$$1 \text{ ton}_{\text{soğutma}} = 3.516 \text{ kW} \quad (14)$$

ASHRAE ve ARI standartlarında ton_{soğutma} birimi çok kullanılmaktadır. Buna karşın Avrupa standartlarında bu birim yer almamaktadır. ASHRAE standardı ile Avrupa standardı arasındaki diğer önemli bir fark ise EER ve COP arasındaki ilişkidir. ASHRAE, EER ve COP kavramlarını benzer

şekilde tariflenmiş fakat aralarında birim farklılıkları vardır. Bu nedenle EER ile COP arasındaki dönüşüm aşağıdaki gibidir.

$$EER=3.413 \text{ COP} \quad (15)$$

Bunun yanı sıra Avrupa standartlarında ise EER değeri ile COP değeri tamamen birbirinin aynısıdır. Fakat COP yerine daha çok EER ifadesi kullanılmaktadır.

Sistemler çoğu zaman kısmi yüklerde çalışır ve bunun da enerji etkinliğine etkisi büyüktür. Kompresörde kısmi yüklerde çalışmada verim düşümü meydana gelir. Sistem gerçek hayatta çoğu zaman kısmi yüklerde çalışır. Dolayısıyla kompresörün gerçek etkinliği kısmi yüklerdeki çalışmayı dikkate alan bir etkinlik olmalıdır.

ARI (American Refrigerant Institute), kısmi yüklerde çalışan bir soğutma sistemi için alternatif olarak IPLV (integrated part load value) tanımlanmıştır (ARI 550/590). IPLV, COP ve EER değerlerine bağlı olarak aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$IPLV = 0.01A + 0.42B + 0.45C + 0.12D \quad (16)$$

Burada;

- A : Sistemin 100% yükte çalışması durumundaki COP ya da EER
- B : Sistemin 75% yükte çalışması durumundaki COP ya da EER
- C : Sistemin 50% yükte çalışması durumundaki COP ya da EER
- D : Sistemin 25% yükte çalışması durumundaki COP ya da EER

Bir soğutma sisteminin yukarıda gösterildiği gibi değişik kısmi yüklerde çalışma COP ya da EER değerleri bilinirse IPLV değeri rahatlıkla hesaplanabilir.

2.1.4.1.1. Su Soğutmalı Buhar Sıkıştırımlı Soğutucularda EER Değerleri

EER değeri su soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda tasarım sonucu olarak üreticiden üreticiye değişmektedir. Karakteristik değer yöntemi uygulanırken kompresör tipine göre EER değerleri Tablo 5'ten alınır. Kompresör tipi bilinmiyorsa varsayılan *EER* değerleri alınabilir.

Kullanım tipine bağlı ortalama kısmi yük değeri PLV_{av} bölüm sonundaki A2-A15 tablolardan alınır.

Su soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda PLV_{av} değerlerini elde etmek için kullanılacak olan kompresör ve kontrol tipleri Tablo 4'te verilmektedir. Kullanılan tipler seçilerek karşılık gelen rakamlar tablodan alınır ve PLV_{av} değerleri elde edilir.

Tablo 4. Su soğutmalı ve kompresörlü soğutucular ve kısmi yük kontrol tipleri

	Su soğutmalı, kompresörlü su soğutma grupları ve kısmi yük kontrol tipleri
1	Çift nokta kontrollü piston veya skrol kompresör (ON/OFF kontrol)
2	Çok kademe kontrollü piston veya skrol kompresör (çok kompresör kombinasyonlarında en az 4 güç kontrol kademesi)
3	Bağımsız silindir kapama kontrollü piston kompresör
4	Sıcak gaz bay-pas kontrollü piston veya skrol kompresör
5	Valf kontrollü vidalı kompresör
6	İç akış kontrollü turbo kompresör

Tablo 5. Su soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda varsayılan *EER* değerleri

Su Soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucular için varsayılan <i>EER</i> değerleri						
Soğutkan	Yeniden Soğutma suyu giriş-çıkış sıcaklığı	Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı	Ortalama buharlaşma sıcaklığı	<i>EER</i> için varsayılan değerler		
				Normal güç aralığı		
				Piston ve scroll kompresörler 10kW-1500 kW	Vidalı kompresörler 200 kW-2000kW	Turbo kompresörler 500kW-8000 kW
R134a	27/33	6	0	4	4,5	5,2
		14	8	4,6	5,3	5,9
	40/45	6	0	3,1	2,9	4,1
		14	8	3,7	3,7	4,8
R407C	27/33	6	0	3,8	4,2	-
		14	8	4,4	4,9	-
	40/45	6	0	3	2,7	-
		14	8	3,6	3,3	-
R410A	27/33	6	0	3,6	-	-
		14	8	4,2	-	-
	40/45	6	0	2,8	-	-
		14	8	3,3	-	-
R717	27/33	6	0	-	4,6	-
		14	8	-	5,4	-
	40/45	6	0	-	3,1	-
		14	8	-4,9	3,7	-
R22*	27/33	6	0	4,1	4,6	5,1
		14	8	4,8	5,4	5,7
	40/45	6	0	3,2	3	4,1
		14	8	3,8	3,6	4,7

*Soğutucu akışkan R22 yeni binalarda kullanılmamaktadır.

2.1.4.1.2. Hava Soğutmalı Buhar Sıkıştırımlı Soğutucularda *EER* Değerleri

Karakteristik değer yöntemi kullanılacaksa *EER* değerleri Tablo 7'den alınır. Kompresör tipi bilinmiyorsa varsayılan *EER* değerleri alınabilir.

Kullanım tipine bağlı ortalama kısmi yük değeri PLV_{av} bölüm sonundaki A2-A15 tablolardan alınır.

Hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda PLV_{av} değerlerini elde etmek için kullanılacak olan kompresör ve kontrol tipleri Tablo 6'da verilmiştir. Kullanılan tipler seçilerek karşılık gelen rakamlar tablodan alınır ve PLV_{av} değerleri elde edilir.

Tablo 6. Hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı kompresörler için kısmi yük kontrolü

Hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı kompresörler için kısmi yük kontrolü	
A	Çift nokta kontrollü piston veya skrol kompresör
B	Çoklu kademe kontrollü piston veya skrol kompresör
C	Valf kontrollü vidalı kompresör

Hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda varsayılan *EER* değerleri Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda varsayılan *EER* değerleri

Hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda varsayılan <i>EER</i> değerleri				
Soğutkan	Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı °C	Ortalama buharlaşma sıcaklığı °C	<i>EER</i> için varsayılan değerler	
			Normal güç aralığı	
			Piston ve scroll kompresörler 10kW-1500 kW	Vidalı kompresörler 200 kW-2000kW
R134a	6	0	2,8	3
	14	8	3,5	3,7
R407C	6	0	2,5	2,7
	14	8	3,2	3,4
R410A	6	0	2,4	-
	14	8	3,1	-
R717	6	0	-	3,2
	14	8	-	3,9
R22*	6	0	2,9	3,1
	14	8	3,6	3,8

*Soğutucu akışkan R22 yeni binalarda kullanılmamaktadır.

2.1.4.2. Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

Absorbsiyonlu (soğurmalı) soğutma sistemlerinde, buhar sıkıştırımlı sistemlerdeki kompresörün yerini soğurucu, ısı değiştiricisi, ısıtıcı, ayırıcı, pompa ve vana elemanlarından oluşan bir sistem alır. Absorbsiyonlu sistemlerin tercih edilmesindeki en büyük sebep çevrimi çalıştıran enerjinin ısı olmasıdır. Elektrik enerjisi sadece pompa çalıştırılması için çok az miktarda kullanılır. Aşağıda absorbsiyonlu soğutma sisteminde kullanılan ısı için ısı üretim sisteminde gereken enerji tüketim hesabı verilmektedir.

Absorbsiyonlu soğutma sisteminin enerji tüketimi, ısı etkinlik katsayısı (ζ) ve ortalama kısmi yük (PLV_{av}) değerleri kullanılarak aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır.

$$\zeta \cdot PLV_{av} = \zeta_{av} = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,outg,therm}} \quad (17)$$

Burada,

ζ : Isı etkinlik katsayısı, (kW/kW)

PLV_{av} : Ortalama kısmi yük değeri, (kWh/kWh)

ζ_{av} : Yıllık ısı etkinlik katsayısı, (kWh/kWh)

$Q_{C,outg,therm}$: Isı üretim sisteminde üretilen ısı. (kWh)

Bu tanımlamalar ve yukarıdaki ilişki kullanılarak absorbsiyonlu soğutma sisteminde ısı beslemesi için ısı üretim sisteminin enerjisi tüketimi hesaplanır.

$$Q_{C,outg,therm} = \frac{Q_{C,outg,a}}{\zeta \cdot PLV_{av}} \quad (18)$$

Isı etkinlik katsayısı, sistemin tasarım koşullarında soğutma gücünün (elde olunan enerji) tüketilen ısı enerjisine (harcanan enerjiye) oranı şeklinde tanımlanmıştır.

$$\zeta = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{\dot{Q}_{C,therm}} \quad (19)$$

$\dot{Q}_{C,outg}$: Absorbsiyonlu soğutma sisteminin soğutma gücü (kW)

$\dot{Q}_{C,therm}$: Isı üretim sisteminin enerji tüketim gücü (kW)

Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinin enerji etkinlik katsayısı kısmi yük koşullarında değişir. PLV_{av} ile karakterize edilen kısmi yük değeri, soğutma sisteminin kısmi yük altında çalışmasına, soğutma suyu sıcaklığına, kısmi yükte çalışmaya uygun tasarlanmamış ısı değiştiricilerin performansına bağlıdır. Absorbsiyonlu soğutucularda PLV_{av} değerlerini elde etmek için kullanılacak olan kompresör ve kontrol tipi Tablo 8'den alınır.

Tablo 8. Absorbsiyonlu su soğutmalı soğutucular ve kontrol tipleri

Absorbsiyonlu su soğutmalı soğutucular ve kontrol tipleri	
7	Tek kademeli ısıtma ortam kontrollü

Isı etkinlik katsayısı sistemden sisteme ve üretici firmaya bağlı olarak değişik değerler alabilir. Bu rapordaki hesaplamalarda, tek kademeli H₂O/LiBr absorpsiyonlu soğutma sistemleri için Tablo 9'da verilen ısı etkinlik katsayıları kullanılacaktır.

Tablo 9. Tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sistemi için ısı etkinlik katsayısı

Tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sistemi için ısı etkinlik katsayısı			
Isıtıcı akışkanın giriş-çıkış sıcaklığı °C	Soğutma suyu giriş- çıkış sıcaklığı °C	Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı °C	Isı etkinlik katsayısı ζ
80/70	27/33	6	–
		14	0,71
	40/45	6	–
		14	–
90/75	27/33	6	0,69
		14	0,72
	40/45	6	–
		14	–
110/95	27/33	6	0,7
		14	0,72
	40/45	6	–
		14	0,71
130/110	27/33	6	0,71
		14	0,73
	40/45	6	0,7
		14	0,72

Kısmi yük değeri soğutma suyu giriş sıcaklığına göre değişiyorsa bölüm sonundaki A.2 - A.15 tablolarının sağ sütunundaki değerler kullanılır. Soğutma suyu kontrolü ve sabit soğutma suyu şartları planlanmışsa PLV_{av} değeri bu tabloların sol sütunundan alınır.

2.1.5. Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için destek enerjisi

2.1.5.1. Elektrik enerji giderleri

Elektrik enerji giderleri, zonların soğutma yükü hesabı esas alınarak sistemin dağıtım devresindeki her pompa için hesabı yapıp hesaplama yöntemi geliştirilmiştir.

2.1.5.1.1. Dağıtım için elektrik enerjisi gideri

$$Q_{Z,aux,d,a} = \sum_{l=1}^n Q_{Z,aux,d,l} \quad (\text{yıllık}) \quad (20)$$

$Q_{Z,aux,d,l}$: Soğutma bölgesinin elektrik enerji gideri (kWh /zaman)

$$Q_{Z,aux,d,l} = W_{d,hydr,l} \cdot e_{d,l} \quad (21)$$

$W_{d,hydr,l}$: Hidrolik enerji gereksinimi

$e_{d,l}$: Dağıtım için gider faktörü

2.1.5.2. Dağıtım için hidrolik enerji gereksinimi

Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için hidrolik enerji gereksinimi, tasarım noktasındaki hidrolik güç esas alınarak sistemin dağıtım devresindeki her pompa için ayrı olarak hesaplanır.

$$W_{d,hydr,l} = \frac{P_{d,hydr}}{1000} \cdot t_{d,l} \cdot \beta_{d,l} \cdot f_{adj} \quad (22)$$

$W_{d,hydr,l}$: Hidrolik enerji gereksinimi

$P_{d,hydr}$: Tasarım noktasında soğutma bölümünün hidrolik gücü (W)

$\beta_{d,l}$: Ortalama dağıtım yükü

f_{adj} : Hidrolik düzeltme için dağıtım faktörü

$t_{d,l}$: Belirli zaman aralığı içinde pompa çalışma süresi, h.

Tasarım noktasındaki hidrolik güç aşağıdaki eşitlikten hesaplanarak bulunur.

$$P_{d,hydr} = 1000 \cdot \Delta p_z \cdot \frac{\dot{V}_z}{3600} \quad (23)$$

$P_{d,hydr}$: Tasarım noktasında soğutma bölümünün hidrolik gücü (W)

Δp_z : Tasarım noktasındaki soğutma bölgesi boyunca basınç kaybı (kPa)

\dot{V}_z : Tasarım noktasındaki soğutma bölümünün hacimsel debisi (m³ /h)

$$\dot{V}_z = \frac{3600 \cdot \dot{Q}_z}{\Delta\theta_{z,c,l} \cdot c_{cl} \cdot \rho_{cl}} \quad (24)$$

\dot{Q}_z : Tasarım noktasındaki soğutma bölgesinin soğutma kapasitesi (kW)

$\Delta\theta_{z,c,l}$: Tasarım noktasındaki soğutma bölgesinin akış ve dönüş borusu arasındaki sıcaklık farkı (K)

c_{cl} : Soğutkanın özgül ısı kapasitesi (kJ /kgK)

ρ_{cl} : Soğutkanın yoğunluğu (kg/m³)

Yeniden soğutma kapasitesi $Q_{R,outg}$ aşağıdaki eşitliklerden hesaplanır.

$$Q_z = Q_{R,outg} \quad (\text{su soğutmalı soğutucularda}) \quad (25)$$

Kompresör tipli soğutma üniteleri için;

$$Q_{R,outg} = Q_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{SEER}\right) \quad (26)$$

Absorbsiyonlu tip soğutucular için;

$$Q_{R,outg} = Q_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\zeta}\right) \quad (27)$$

eşitliklerinden yararlanılır.

$Q_{C,outg}$: Soğutma ünitesinin soğutma gücü (kWh)

SEER : Enerji etkinlik katsayısı (kW/kW)

ζ : Nominal ısı etkinlik katsayısı (kW/kW)

2.1.5.2.1. Tasarım noktasındaki basınç kayıpları

$$\Delta p_z = R \cdot L_{max} \cdot (1+z) + \sum \Delta p_i \quad (28)$$

Burada,

R : Borulama boyunca basınç kaybı (kPa /m)

L_{max} : Dağıtım devresindeki maksimum boru sayısı (m)

z : Boru sürtünme kayıplarındaki özgül dirençlerin oranı

Δp_z : Tasarım noktasında soğutma bölgesi boyunca basınç kaybı (kPa)

Δp_i : Dağıtım devreleri bileşenleri boyunca basınç kayıpları (kPa)

2.1.5.2.2. Δp için yaklaşık değerler

R ve z Tablo 10'dan alınır.

Tablo 10.Özgül basınç kaybı ve z için yaklaşık değerler

Özgül basınç kaybı R (kPa/m)	0,25
Özgün dirençlerin paylaşımı z	0,3

Maksimum boru uzunluğu aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L + \frac{W}{2} + h_s \cdot n_s + 10 \right) \quad (29)$$

L : Binanın uzunluğu (m)

W : Binanın genişliği (m)

h_s : Ortalama kat yüksekliği

n_s : Kat sayısı

Δp_i değerleri Tablo 11'den alınır.

Tablo 11.Basınç kayıpları için kabul edilen değerler

Bileşenler		Basınç kaybı (kPa)	
Levha evaporatör		Δp_{EXS}	40
Tüp evaporatör			30
Kondenser			45
Soğutma kulesi	kapalı devre	Δp_{CT}	35
	açık devre		35
Isı değiştiricisi su/su		ΔP_{EX}	50
Hidrolik transfer		ΔP_{tr}	5
Tek yönlü vana		ΔP_{NRV}	5
Merkezi soğutma serpantini		ΔP_{EXC}	35
Merkezi ısıtma serpantini			20
İndüksiyon ünitesi			35
Soğutulmuş tavan, soğutma konvektörü			35
Kapama valfi, AÇIK/KAPALI		ΔP_{CV}	10
Kısma valfi, sürekli kontrol			Denklem (30)
Valf otoritesi, $a=0,4$			
3 yönlü vana, sapma			10

Sürekli kontrollü kısma valfinin basınç kayıpları;

$$\Delta p_{CV,continuous} = \frac{a}{1-a} \cdot \Delta p_{EXC} \quad (30)$$

Bu değerler 10° C sıcaklıktaki, $\nu = 1,5 \text{ mm}^2/\text{s}$ viskoziteli suya uygulanır.

2.1.5.2.3. Ortalama Dağıtım yükü

$$\beta_{d,l} = \frac{Q_{Z,outg,l}}{\dot{Q}_Z \cdot t_{d,l}} \quad (31)$$

\dot{Q}_Z : Tasarım noktasındaki soğutma bölgesinin soğutma kapasitesi (kW)

$Q_{Z,outg,l}$: Bölgenin soğutma enerji ihtiyacıdır (kWh).

$t_{d,l}$: Tablo.12

Varsayılan değerler:

Hesap yapılamadığı takdirde güç kontrollü pompalar için $\beta_{d,l} = 1$, kontrolsüz pompalar için $\beta_{d,l} = 0,6$ alınır.

Tablo 12. Pompa çalışma düzeni

Çalışma Düzeni		Çalışma Süresi	Çalışma düzeninin uygulanabilmesi için gerekli asgari şartlar
1	Tam otomatik, ihtiyaç kontrollü çalışma	$t_{d,l} = t_{c*,op,l}$ veya $t_{c,op,l}$	Pompalar, o andaki soğutma ihtiyacına göre çalışacak veya duracaktır. (Bağımsız kontrol sistemi veya bina otomasyonu ile sağlanacaktır)
2	Sezon çalışması: Akşamları ve haftasonları kapalı	$t_{d,l} = d_m \cdot (24 - t_{Ni} - 0,15 \cdot t_{we})$ $t_{d,l} = t_{RLT-Betrieb}$ (zaman periyodu $l = 1$ Ay)	Bağım kontrol sistemleri tarafından belirli zaman programlarına göre açma /kapama yapılması
3	Sezon çalışması: Soğutma ihtiyacı olmayan aylarda kapalı	$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (zaman periyodu $l = 1$ Ay)	Harici kontrol sistemi ile açma /kapama yapılması..(Otomatik veya manuel).
4	Tüm yıl boyunca sürekli çalışma (ihtiyaçtan bağımsız)	$t_{d,l} = 8760 \text{ h}$ (zaman periyodu $l = 1$ yıl)	----
		$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (zaman periyodu $l = 1$ Ay)	
Burada,			
$t_{c*,l}$ veya $t_{c,l}$	Zonlar'da soğutma ihtiyacı bulunan zaman süreleri, h. --Merkezi iklimlendirme sistemi (HVAC) durumunda: ihtiyaç süresi; $t_{c*,op,l}$ --Mahal soğutma sistemi durumunda: ihtiyaç süresi; $t_{c,op,l}$		
t_{Ni}	Bir gündeki, pompa gece durma süresi,saat cinsinden; h/d		
t_{we}	Haftasonu pompa durma süresi, saat cinsinden; geceleri durmadığı varsayılarak; h/w		
d_m	Bir aydaki gün sayısı; d/m		

2.1.5.2.4. Hidrolik düzeltme için doğrulama faktörü (f_{adj})

Hidrolik düzeltmeli ağlar için $f_{adj} = 1$,

Hidrolik düzeltmeli olmayan ağlar için $f_{adj} = 1,25$ alınır.

2.1.5.3. Pompa işletimi için gider faktörü

Sistemdeki pompaların işletim davranışları pompanın faktörlerine göre değişiklik gösterir.

$$e_{d,l} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{d,l}^{-1}) \quad (32)$$

f_e : Pompanın verimlilik faktörü

C_{P1} ve C_{P2} : Pompa güç kontrol metodları ile ilgili katsayılar.

C_{P1} ve C_{P2} Tablo 13'den alınır.

Tablo 13. C_{P1} ve C_{P2} değerleri

Sabitler	Pompa kontrolü	
	Kontrollü	Kontrolsüz
C_{P1}	0,85	0,25
C_{P2}	0,15	0,75

2.1.5.3.1. Pompanın verimlilik faktörü

Pompanın tasarım noktasındaki elektriksel gücü biliniyorsa aşağıdaki eşitlikten yararlanılır.

$$f_e = \frac{P_{pump}}{P_{d,hydr}} \quad (33)$$

P_{pump} : Tasarım noktasındaki pompanın elektriksel gücü

Pompanın elektriksel gücü, pompa boyutları, verimliliği, kısmi yük ve kontrol karakteristikleri gibi verilerden elde edilir.

Pompa verileri bilinmiyorsa aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$f_e = \left(1,25 + \left(\frac{200}{P_{d,hydr}} \right)^{0,5} \right) \cdot f_{adap} \cdot b \quad (34)$$

f_{adap} : İşletim noktasındaki uyarılama(adaptasyon) için doğrulama faktörü

b : Bina kategorisine göre elde etme faktörü

Mevcut binalar için $b=1.2$

Yeni yapılar için $b=1.0$

f_e için formulün (34) uygulandığı yerler:

- Dairesel santrifüj pompalar (Pompanın nominal tasarım noktasındaki motor verimlilik sınıfı 1 olan pompalar. Eğer pompa nominal tasarım noktasında işletilmiyorsa veya pompanın hidrolik kısmı ve motor doğru eşleşmiyorsa f_e değerleri daha yüksek olur.)

- Maksimum basınç kayıpları,

$$P_{d,hydr} < 0.2 \text{ kW için } \Delta p \leq 0.6 \text{ bar}$$

$$0.2 \text{ kW} < P_{d,hydr} < 0.5 \text{ kW için } \Delta p \leq 1.5 \text{ bar}$$

$$P_{d,hydr} > 0.5 \text{ kW için } \Delta p \leq 4.0 \text{ bar}$$

- 20°C'taki ve viskozitesi $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$ olan su ise uygulanabilir.

- Eğer $4 \text{ mm}^2/\text{s} \leq \nu_{cl} \leq 40 \text{ mm}^2/\text{s}$ ise;

$$f_e = f'_e \cdot \left(1 + \left(\frac{\nu_{cl}^2}{16 \cdot P_{d,hydr}} \right)^{0,4} \right) \quad (35)$$

- eşitliği kullanılır.

2.1.5.3.2. Adaptasyon için düzeltme faktörü

Adaptasyon(uyarlama) için doğrulama faktörü işletme noktasındaki pompanın güç gereksinimi ile ilgilidir. Pompanın güç gereksinimi ve tasarım işletme şartlarındaki verileri bilinen pompa arasındaki farklar ifade edilir. Pompanın işletim noktası her zaman tasarım noktasındaki hacimsel akış ile ilintilidir. Uyarlanamayan pompalar için işletim noktası ile tasarım noktası arasındaki farklar daha çok veya daha az olacaktır. Uyarlanabilir pompalar normal olarak tasarım noktası değerlerine daha yakın olarak düzenlenebilir.

Verileri bilinen optimal uyarlanabilir pompalar için; $f_{adap} = 1$

Pompa verileri bilinmiyorsa, aşağıdaki kabuller yapılabilir:

Standart pompalar için; $f_{adap} = 1,2$
Hız kontrolü uygulanan pompalar için; $f_{adap} = 1,05$

2.1.5.3.3. İşletim boyunca pompa güç kontrolü

- İç hız kontrolleri (ör; $\Delta p = \text{sabit}$ veya $\Delta p = \text{değişken}$)
- Harici hız kontrolleri
- Paralel pompalar için kısmi olarak pompaların açık veya kapalı duruma getirilmesi

Tablo 12'deki katsayılardan yararlanılabilir.

2.1.5.3.4. Paralel pompa yüklemelerinde pompaların açılıp kapatılması

$\beta_{d,i} < 0.7$ değerleri için Tablo 12'deki değerler kullanılır.

Değişken hava hacimli dağıtım devrelerinde ve düz (flat) sistem karakteristik eğrilerinde, paralel bağlanmış pompaların kullanımı iyi kısmi yük adaptasyonu *oluşturabilir*. Bu tip dağıtım devrelerinde özgün pompaları gereksinime göre açıp kapamak enerji gereksinimini düşürebilir.

2.1.6. Yeniden Soğutma İçin Enerji Kullanımı

Yeniden soğutma için enerji ihtiyacı, yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi $q_{R,electr}$ ve yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü $f_{R,av}$ kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{C,f,R,electr} = \dot{Q}_{R,outg} \cdot q_{R,electr} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op} \quad (36)$$

Burada,

$Q_{C,f,R,electr}$:Yeniden soğutma sisteminin elektrik enerji tüketimi, (kWh)

$\dot{Q}_{R,outg}$: Soğutulacak ortamın yeniden soğutma yükü, (kW)

$q_{R,electr}$: Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi, (kW/kW)

$f_{R,av}$: Yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü.

$t_{R,op}$: Yeniden soğutma çalışma süresi; saat.

Soğutulacak ortamın yeniden soğutma yükü aşağıdaki gibi hesaplanır.

Buhar sıkıştırımlı soğutma için,

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{EER}\right) \quad (37)$$

Absorbsiyonlu soğutma için,

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \quad (38)$$

Burada,

$\dot{Q}_{c,outg}$: Soğutma sisteminin soğutma gücü, (kW)

EER : Enerji etkinlik katsayısı, (kW/kW)

ξ : Isı etkinlik katsayısı, (kW/kW)

Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi Tablo 14 'ten alınır.

Tablo 14. Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi $q_{R,electr}$

Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi $q_{R,electr}$			
Yeniden soğutma sisteminin tipi	Buharlaşmalı yeniden soğutucu (su sprej pompaları dahil)		Kuru yeniden soğutucu
	Kapalı devre	Açık devre	
	$q_{R,electr}$ kW/kW		
İlave susturucusuz (Aksiyal fan)	0,033	0,018	0,045
İlave susturuculu (Radyal fan)	0,04	0,021	

Yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü $f_{R,av}$, buharlaşmalı yeniden soğutma sistemleri için $f_{R,VK}$ olarak, kuru yeniden soğutma sistemleri için $f_{R,TK}$ olarak, bölüm sonundaki A.2-A.15 tablolardan alınabilir.

2.1.7.HVAC Sistemi ile Soğutmada Nihai Enerji Gereksinimi

HVAC sistemi ile soğutmada nihai enerji gereksinimi soğutmayı gerçekleştiren soğutma sistemlerinin fonksiyonudur. Bu raporda soğutma sistemleri, buhar sıkıştırımlı ve absorpsiyonlu sistemlerle sınırlandırılmıştır. HVAC sistemi ile soğutma için nihai enerji gereksinimi bu iki sistem için hesaplanacaktır.

2.1.7.1. Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Sistemi

HVAC sisteminde hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri kullanıldığında, nihai elektrik enerjisi gereksinimi HVAC sisteminde bulunan buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinin elektrik enerjisi tüketimlerinin ($Q_{c,f}$ 'lerin) toplamına eşittir.

$$Q_{c,f,electr} = \sum Q_{c,f} \quad (39)$$

Su soğutmalı buhar sıkıştırımlı sistemlerde soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için pompaların destek enerjisi de eşitliğe eklenirse;

$$Q_{c,f,electr} = (Q_{c,f,electr})_{HVAC} + (Q_{Z,aux,dl})_{Pompa \text{ destek enerjisi}} \quad (40)$$

HVAC sisteminde kullanılan buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinin her birinin elektrik enerji tüketimi genel olarak $Q_{c,f}$ ile gösterilmiştir. HVAC sisteminde su soğutmalı bir buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi kullanıldığında, ayrıca yeniden soğutma yapılıyorsa, nihai elektrik enerjisi tüketimi yukarıdaki denkleme uygun olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{c,f,electr} = (Q_{c,f,electr})_{HVAC} + (Q_{c,f,R,electr})_{Yeniden\ Soğutma} + (Q_{Z,aux,d,l})_{Pompa\ destek\ enerjisi} \quad (41)$$

Denklemin sağ tarafındaki birinci terim Denk. No (10), ikinci terim ise Denk. No (36) yardımıyla hesaplanır.

2.1.7.2. Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

HVAC sisteminde absorpsiyonlu soğutma sistemi kullanıldığında, nihai enerjisi gereksinimi "ısı enerjisi" şeklindedir ve absorpsiyonlu soğutma sisteminde kullanılan ısı üretim sisteminin enerji tüketimine, $Q_{C,therm}$ eşittir. $Q_{C,therm}$ 'nin değeri Denk. No (17, 18, 19) kullanılarak hesaplanır.

Bunun yanı sıra, soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için pompaların destek enerjisi de eşitliğe eklenir.

Absorpsiyonlu soğutma sisteminin yanı sıra yeniden soğutma da yapılıyorsa, yeniden soğutmanın elektrik enerji tüketimi de nihai enerji gereksinimine ilave edilir. Yani bu durumda nihai enerji gereksinimi kısmen ısı, kısmen elektrik enerjisi şeklinde olacaktır.

$$\text{Nihai enerji gereksinimi} = \begin{cases} (Q_{C,therm})_{Absorpsiyonlu\ Soğutma} & \text{ısı enerjisi} \\ (Q_{c,f,R,electr})_{Yeniden\ Soğutma} + (Q_{Z,aux,d,l})_{Pompa\ destek\ enerjisi} & \text{elektrik enerjisi} \end{cases} \quad (42)$$

2.2. Mahal Şartlandırma (İklimlendirme) İçin Soğutma Enerjisi

Mahal şartlandırma binanın belli bölgelerini kapsar. Mahal şartlandırma sistemi için enerji ihtiyacı aşağıda anlatıldığı gibi hesaplanır.

2.2.1. Mahal Şartlandırma İçin Soğutma Enerji İhtiyacı

Mahal şartlandırma için gerekli enerji $Q_{c,b}$ aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır. Bu enerji mahallerin soğutulması için gerekli net enerji ihtiyacıdır.

$$Q_{c,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{source} \quad (\text{Bakınız Net Enerji Hesabı}) \quad (43)$$

Burada,

$Q_{c,b}$: Mahal şartlandırma için net enerji ihtiyacı, (kWh)

Q_{source} : Bina bölgesinde verilen sınır şartları altındaki ısı kaynaklarının toplamı, (Bak Net Enerji Hesabı)

η : Isı kaynaklarının aylık faydalanma faktörü,

$Q_{c,b}$: Net enerji kısmında hesaplanmıştır.

2.2.2. Mahal Şartlandırma İçin Soğutma Enerji Beslemesi

Mahal şartlandırma için soğutma gücü aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$Q_{c,outg} = Q_{c,b} + Q_{c,ce} + Q_{c,d} + Q_{c,s} \quad (44)$$

Burada,

$Q_{c,outg}$: Mahal şartlandırma sistemi için soğutma gücü, (kWh)

$Q_{c,b}$: Mahal şartlandırma için net enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{c,ce}$: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon kaybı, (kWh)

$Q_{c,d}$: Mahal şartlandırma sistemi için dağıtım kaybı, (kWh)

$Q_{c,s}$: Mahal şartlandırma sistemi için depolama kaybı, (kWh)

Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon kaybı aşağıdaki ifadeden hesaplanır.

$$Q_{c,ce} = \left((1 - \eta_{c,ce}) + (1 - \eta_{c,ce,sens}) \right) \cdot Q_{c,b} \quad (45)$$

Burada,

$\eta_{c,ce}$: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon etkenlik faktörü,

$\eta_{c,ce,sens}$: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon duyulur etkenlik faktörü,

Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve emisyon duyulur etkinliği, hava soğutma cihazı çıkışında istenmeyen su buharı yoğunlaşması (nem alma) söz konusu olduğunda hesaba katılır. Mahal şartlandırma sistemi için dağıtım kaybı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{c,d} = (1 - \eta_{c,d}) \cdot Q_{c,b} \quad (46)$$

Burada,

$\eta_{c,d}$: Mahal şartlandırma sistemi için dağıtım etkenlik faktörü,

$Q_{c,b}$: Mahal şartlandırma için net enerji, (kWh)

Mahal şartlandırma sistemi için depolama kaybı ihmal edilir.

$$Q_{c,s} = 0 \quad (47)$$

$\eta_{c,ce}$, ve sayısal değerleri Tablo 15'ten alınır.

Tablo 15. Mahal şartlandırma sistemi için etkenlik faktörleri
Etkenlik faktörleri, oda iklimlendirmesi için
(yıllık ortalama değer)

Soğutma sistemi	$\eta_{c,ce,sens}$	$\eta_{c,ce}$	$\eta_{c,d}$
Soğutulmuş su 6/12	0,87	0,9	0,9
Soğutulmuş su 8/14 (örn: Fan coil)	0,9	1	0,9
Soğutulmuş su 14/18 (örn: Fan coil)	1	0,9	1
Soğutulmuş su 16/18 (örn: Soğuk tavan)	1	1	1
Soğutulmuş su 18/20 (örn: Gömülü sistem)	1	1	1
Direkt genişleme(Dx)	0,87	0,9	0,9

2.2.3. Mahal Şartlandırma İçin Destek Enerjisi

Mahal şartlandırmasında ikincil hava fanları kullanıldığında (fan coil gibi) destek enerji ihtiyacı ortaya çıkabilir. Mahal şartlandırma için ikincil hava fanları elektrik enerji ihtiyacı, cihazın tipine ve cihaz tasarımına göre hesaplanır.

Mahal şartlandırma için destek enerji yükü aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} \cdot Q_{c,outg} \cdot t_{c,op} \quad (48)$$

$Q_{c,ce,aux}$: Mahal şartlandırma için destek enerji yükü, (kWh)

$f_{c,ce,aux}$: Mahal şartlandırma için destek enerji faktörü,

$Q_{c,outg}$: Mahal şartlandırma için soğutucu yükü, (kWh)

$f_{c,ce,aux}$: Tablo 16'ten alınır.

$t_{c,op}$: Mahal soğutma ihtiyaç süresi

Tablo 16. İkincil fanların özgül enerji gereksinimi için varsayılan değerler

Mahal şartlandırma sisteminde ikincil fanların özgül enerji gereksinimi için varsayılan değerler		
	Anlık Güç kW/kW	$f_{c,ce,aux}$ kWh/kWh
Mahal şartlandırıcı: DX iç üniteler, kanallı hava dağıtımı	0,03	0,06
Mahal şartlandırıcı: DX iç üniteler, tavan kasetli	0,02	0,04
Mahal şartlandırıcı : DX iç üniteleri , duvar veya duvara monteli	0,02	0,04
Soğutulmuş su fan coil, parapet ve tavan montajlı soğutulmuş su 6 °C	0,02	0,04
Soğutulmuş su fan coil, parapet ve tavan montajlı soğutulmuş su 14 °C	0,035	0,07
Soğutulmuş su fan coil, tavan montajlı ve kanal yardımıyla hava dağıtımli soğutulmuş su 14 °C	0,04	0,08

2.2.4. Soğutma Sistemine Göre Enerji Kullanımı

Soğutma sistemi için verilmesi gereken enerji hesaplanırken soğutma sistemi seçimi enerji verimliliği bakımından önem arz eder. Binanın tipi, kısmi yük değerleri, sıcaklık seviyesi, kullanım şekli, yeniden soğutma tipi, kullanılıyorsa kompresör tipi gibi parametreler dikkate alınarak enerji hesabı yapılır.

Soğutma için genelde soğutma ünitesinin enerji kullanımı ve yeniden soğutma işleminin enerji kullanımı toplanarak enerji hesabı yapılır. Soğutma sistemleri buhar sıkıştırımlı ve absorpsiyonlu olmak üzere iki ayrı tipte incelenmiştir.

Mahal şartlandırma sistemlerinde genelde buhar sıkıştırımlı, hava soğutmalı tipten oda hava şartlandırıcıların kullanımı daha yaygındır.

2.2.4.1. Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Sistemi

Bu sistemlerde kompresör kullanıldığından elektrik enerjisi kullanımı absorpsiyonlu sistemlere göre daha fazladır. Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin enerji tüketimi enerji etkinlik katsayısı (EER) ve ortalama kısmi yük (PLV_{av}) değerleri kullanılarak aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır.

$$EER \cdot PLV_{av} = SEER = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,f,electr}} \quad (49)$$

Burada,

EER : Enerji etkinlik katsayısı, (kW/kW) (Bakınız Tablo 5,7 ve 17)

PLV_{av} : Ortalama kısmi yük değeri, (kWh/kWh) (Bakınız Ek A)

$SEER$: Sezonluk enerji etkinlik katsayısı, (kWh/kWh)

$Q_{C,f,electr}$: Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin tükettiği elektrik enerjisi. (kWh)

Bu tanımlamalar ve yukarıdaki ilişki kullanılarak buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin tükettiği elektrik enerjisi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{C,f,electr} = \frac{Q_{C,outg,a}}{EER \cdot PLV_{av}} \quad (50)$$

Enerji etkinlik katsayısı, sistemin tasarım koşullarında soğutma gücünün (elde olunan enerji) tüketilen elektrik enerjisine (harcanan enerjiye) oranı şeklinde tanımlanmıştır.

$$EER = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{P_{C,electr}} \quad (51)$$

$\dot{Q}_{C,outg}$: Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin soğutma gücü, (kW)

$P_{C,electr}$: Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin elektrik enerjisi tüketim gücü. (kW)

Soğutma sistemlerinin enerji etkinlik katsayısı kısmi yük koşullarında değişir. PLV_{av} ile karakterize edilen kısmi yük değeri, soğutma sisteminin kısmi yük altında çalışmasına, soğutma suyu veya soğutulan dış hava sıcaklığına, kısmi yükte çalışmaya uygun tasarlanmamış ısı değiştiricilerin performansına bağlıdır.

Soğutma tek bir bölge iklimlendirme sistemi ile veya tek bir HVAC sistemi ile gerçekleştiriliyorsa, PLV_{av} değeri doğrudan enerji tüketim hesaplamasında kullanılabilir. Soğutma bir bölge iklimlendirme sistemi ve bir HVAC sistemi ile paralel olarak birlikte gerçekleştiriliyorsa, PLV_{av} değeri iki sistemin ağırlıklı ortalamasına göre hesaplanacaktır.

$$PLV_{av,n} = \frac{Q_{c,outg,a,n} \cdot PLV_{c,av} + Q_{c^*,outg,a,n} \cdot PLV_{c^*,av}}{Q_{C,outg,a,n}} \quad (52)$$

$PLV_{av,n}$ kullanım tipine bağlı ortalama kısmi yük değeridir.

Soğutulan belli bir bölgede, soğutma sisteminin tek bir kullanım tipi söz konusu ise, $PLV_{av,n}$ değeri doğrudan enerji tüketim hesabında kullanılabilir. Ancak soğutulan belli bir bölgede soğutma sisteminin bir kaç kullanım tipi söz konusu ise, PLV_{av} değeri kullanım tiplerinin ağırlıklı ortalaması şeklinde hesaplanır.

$$PLV_{av} = \frac{\sum^n Q_{C,outg,a,n} \cdot PLV_{av,n}}{Q_{C,outg,a}} \quad (53)$$

2.2.4.1.1. Su Soğutmalı Buhar Sıkıştırımlı Soğutucularda EER Değerleri

EER değeri su soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda tasarım sonucu olarak üreticiden üreticiye değişmektedir. Karakteristik değer yöntemi uygulanırken kompresör tipine göre *EER* değerleri Tablo 5'ten alınır. Kompresör tipi bilinmiyorsa varsayılan *EER* değerleri alınabilir. Kullanım tipine bağlı ortalama kısmi yük değeri PLV_{av} bölüm sonundaki A.2-A.15 tablolardan alınır.

Su soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda PLV_{av} değerlerini elde etmek için kullanılacak olan kompresör ve kontrol tipleri Tablo 4'te verilmiştir. Kullanılan tipler seçilerek karşılık gelen rakamlar tablodan alınır ve PLV_{av} değerleri elde edilir.

2.2.4.1.2. Hava Soğutmalı Buhar Sıkıştırımlı Soğutucularda EER Değerleri

Karakteristik değer yöntemi kullanılacaksa *EER* değerleri Tablo 7'den alınır. Kompresör tipi

bilinmiyorsa varsayılan *EER* değerleri alınabilir.
Mahal şartlandırıcı tipine göre varsayılan *EER* değerleri Tablo 17'dan alınır.

Tablo 17. Mahal şartlandırıcılar için EER değerleri

Mahal şartlandırıcılar için EER değerleri			
	Sistem	EER	Kısmi yük kontrol tipi
<12kW	Kompakt klimalar, pencere veya duvara monteli	2,6	Darbeli (D)
	Split klimalar	2,7	Darbeli (D)
			Frekans kontrollü(F)
>12kW	Multi-split klimalar	2,9	Darbeli (E)
			Frekans kontrollü(G)
>12kW	VRF sistemler(değişken debili)	3,5	En az bir frekans kontrollü paralel kompresör(G)

Mahal şartlandırma için hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı soğutucularda PLV_{av} değerlerini elde etmek için kullanılacak olan kompresör ve kontrol tipleri Tablo 18'de verilmektedir. Kullanılan tipler seçilerek karşılık gelen rakamlar tablodan alınır ve PLV_{av} değerleri elde edilir.

Tablo 18. Mahal şartlandırma için hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı kompresörler için kısmi yük kontrolü

Mahal şartlandırma için hava soğutmalı buhar sıkıştırımlı kompresörler için kısmi yük kontrolü	
D	Tek zonlu sistem için Çift nokta kontrollü, darbeli
E	Çok zonlu sistem için Çift nokta kontrollü, darbeli (yanma odası kontrollü veya bireysel silindirik kapanma kontrollü)
F	Tek zonlu sistemler için sürekli kontrol, frekans kontrollü/darbeli, elektronik kontrollü genişleme valfli
G	Çok zonlu sistemler için sürekli kontrol, frekans kontrollü/darbeli, elektronik kontrollü genişleme valfli

2.2.4.2. Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

Absorbsiyonlu (soğurmalı) soğutma sistemlerinde, buhar sıkıştırımlı sistemlerdeki kompresörün yerini soğurucu, ısı değiştiricisi, ısıtıcı, ayırıcı, pompa ve vana elemanlarından oluşan bir sistem alır. Absorbsiyonlu sistemlerin tercih edilmesindeki en büyük sebep çevrimi çalıştıran enerjinin ısı olmasıdır. Elektrik enerjisi sadece pompa çalıştırılması için çok az miktarda kullanılır. Aşağıda absorbsiyonlu soğutma sisteminde kullanılan ısı için ısı üretim sisteminde gereken enerji tüketim hesabı verilmektedir.

Absorbsiyonlu soğutma sisteminin enerji tüketimi, ısı etkinlik katsayısı (ζ) ve ortalama kısmi yük (PLV_{av}) değerleri kullanılarak aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır.

$$\zeta \cdot PLV_{av} = \zeta_{av} = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,outg,therm}} \quad (54)$$

Burada,

ζ : Isı etkinlik katsayısı, (kW/kW)

PLV_{av} : Ortalama kısmi yük değeri, (kWh/kWh)

ζ_{av} : Yıllık ısı etkinlik katsayısı, (kWh/kWh)

$Q_{C,outg,therm}$: Isı üretim sisteminde üretilen ısı. (kWh)

Bu tanımlamalar ve yukarıdaki ilişki kullanılarak absorpsiyonlu soğutma sisteminde ısı beslemesi için ısı üretim sisteminin enerjisi tüketimi hesaplanır.

$$Q_{C,outg,therm} = \frac{Q_{C,outg,a}}{\zeta \cdot PLV_{av}} \quad (55)$$

Isı etkinlik katsayısı, sistemin tasarım koşullarında soğutma gücünün (elde olunan enerji) tüketilen ısı enerjisine (harcanan enerjiye) oranı şeklinde tanımlanır.

$$\xi = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{\dot{Q}_{C,therm}} \quad (56)$$

$\dot{Q}_{C,outg}$: Absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma gücü, (kW)

$\dot{Q}_{C,therm}$: Isı üretim sisteminin enerji tüketim gücü. (kW)

Absorpsiyonlu soğutucularda PLV_{av} değerlerini elde etmek için kullanılacak olan kompresör ve kontrol tipi Tablo 8'den alınır.

Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin enerji etkinlik katsayısı kısmi yük koşullarında değişir. PLV_{av} ile karakterize edilen kısmi yük değeri, soğutma sisteminin kısmi yük altında çalışmasına, soğutma suyu sıcaklığına, kısmi yükte çalışmaya uygun tasarlanmamış ısı değiştiricilerin performansına bağlıdır. Isı etkinlik katsayısı sistemden sisteme ve üretici firmaya bağlı olarak değişik değerler alabilir. Bu rapordaki hesaplamalarda, tek kademeli H₂O/LiBr absorpsiyonlu soğutma sistemleri için Tablo 9'da verilen ısı etkinlik katsayıları kullanılacaktır.

2.2.5. Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için destek enerjisi

2.2.5.1. Elektrik enerji giderleri

Elektrik enerji giderleri, zonların soğutma yükü hesabı esas alınarak sistemin dağıtım devresindeki her pompa için hesabı yapılmalıdır.

2.2.5.1.1. Dağıtım için elektrik enerjisi gideri

$$Q_{Z,aux,d,a} = \sum_{l=1}^n Q_{Z,aux,d,l} \quad (\text{yıllık}) \quad (57)$$

$Q_{Z,aux,d,l}$: Soğutma bölgesinin elektrik enerji gideri (kWh /zaman)

$$Q_{Z,aux,d,l} = W_{d,hydr,l} \cdot e_{d,l} \quad (58)$$

$W_{d,hydr,l}$: Hidrolik enerji gereksinimi

$e_{d,l}$: Dağıtım için gider faktörü

2.2.5.2. Dağıtım için hidrolik enerji gereksinimi

Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için hidrolik enerji gereksinimi, tasarım noktasındaki hidrolik güç esas alınarak sistemin dağıtım devresindeki her pompa için ayrı olarak hesaplanır.

$$W_{d,hydr,l} = \frac{P_{d,hydr}}{1000} \cdot t_{d,l} \cdot \beta_{d,l} \cdot f_{adj} \quad (59)$$

$W_{d,hydr,l}$: Hidrolik enerji gereksinimi

$P_{d,hydr}$: Tasarım noktasında soğutma bölümünün hidrolik gücü (W)

$\beta_{d,l}$: Ortalama dağıtım yükü

f_{adj} : Hidrolik düzenleme için dağıtım faktörü

$t_{d,l}$: Belirli zaman aralığı içinde pompa çalışma süresi, h.

Tasarım noktasındaki hidrolik güç aşağıdaki eşitlikten hesaplanarak bulunur.

$$P_{d,hydr} = 1000 \cdot \Delta p_z \cdot \frac{\dot{V}_z}{3600} \quad (60)$$

$P_{d,hydr}$: Tasarım noktasında soğutma bölümünün hidrolik gücü (W)

Δp_z : Tasarım noktasındaki soğutma bölgesi boyunca basınç kaybı (kPa)

\dot{V}_z : Tasarım noktasındaki soğutma bölümünün hacimsel debisi (m³ /h)

$$\dot{V}_z = \frac{3600 \cdot \dot{Q}_z}{\Delta \theta_{z,c,l} \cdot c_{cl} \cdot \rho_{cl}} \quad (61)$$

\dot{Q}_Z : Tasarım noktasındaki soğutma bölgesinin soğutma kapasitesi (kW)

$\Delta\theta_{Z,c,l}$: Tasarım noktasındaki soğutma bölgesinin akış ve dönüş borusu arasındaki sıcaklık farkı (K)

C_{cl} : Soğutkanın özgül ısı kapasitesi (kJ /kgK)

ρ_{cl} : Soğutkanın yoğunluğu (kg/m³)

Yeniden soğutma kapasitesi $Q_{R,outg}$ aşağıdaki eşitliklerden hesaplanır.

$$\dot{Q}_Z = \dot{Q}_{R,outg} \text{ (su soğutmalı soğutucularda)} \quad (62)$$

Kompresör tipli soğutma üniteleri için;

$$Q_{R,outg} = Q_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{SEER}\right) \quad (63)$$

Absorbsiyonlu tip soğutucular için;

$$Q_{R,outg} = Q_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\zeta}\right) \quad (64)$$

eşitliklerinden yararlanılır.

$Q_{C,outg}$: Soğutma ünitesinin soğutma kapasitesi(kWh)

SEER : Enerji etkinlik katsayısı (kW/kW)

ζ : Nominal ısı etkinlik katsayısı (kW/kW)

2.2.5.2.1. Tasarım noktasındaki basınç kayıpları

$$\Delta p_Z = R \cdot L_{max} \cdot (1+z) + \sum \Delta p_i \quad (65)$$

R : Borulama boyunca basınç kaybı (kPa /m)

L_{max} : Dağıtım devresindeki maksimum boru sayısı (m)

z : Boru sürtünme kayıplarındaki özgün dirençlerin oranı

Δp_Z : Tasarım noktasında soğutma bölgesi boyunca basınç kaybı (kPa)

Δp_i : Dağıtım devreleri bileşenleri boyunca basınç kayıpları (kPa)

2.2.5.2.2. Δp için yaklaşık değerler

R ve z Tablo 10'dan alınır.

Maksimum boru uzunluğu aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L + \frac{W}{2} + h_s \cdot n_s + 10 \right) \quad (66)$$

L : Binanın uzunluğu (m)

W : Binanın genişliği (m)

h_s : Ortalama kat yüksekliği

n_s : Kat sayısı

Δp_i değerleri Tablo 11'den alınır.

Sürekli kontrollü kısma valfinin basınç kayıpları;

$$\Delta p_{CV,continuous} = \frac{a}{1-a} \cdot \Delta p_{EXC} \quad (67)$$

Bu değerler 10°C sıcaklıktaki, $\nu = 1,5 \text{ mm}^2/\text{s}$ viskoziteli suya uygulanır.

2.2.5.2.3. Ortalama Dağıtım yükü

$$\beta_{d,l} = \frac{Q_{Z,outg,l}}{\dot{Q}_Z \cdot t_{d,l}} \quad (68)$$

Q_Z : Tasarım noktasındaki soğutma bölgesinin soğutma kapasitesi (kW)

$Q_{Z,outg,l}$: Bölgenin soğutma enerji ihtiyacıdır (kWh).

$t_{d,l}$: Tablo.12

Varsayılan değerler:

Hesap yapılamadığı takdirde güç kontrollü pompalar için $\beta_{d,l} = 1$, kontrolsüz pompalar için $\beta_{d,l} = 0,6$ alınır.

2.2.5.2.4. Hidrolik düzenleme için doğrulama faktörü (f_{adj})

Hidrolik düzenlemeli ağlar için $f_{adj} = 1$,

Hidrolik düzenlemeli olmayan ağlar için $f_{adj} = 1,25$ alınır.

2.2.5.3. Pompa işletimi için gider faktörü

Sistemdeki pompaların işletim davranışları pompanın faktörlerine göre değişiklik gösterir.

$$e_{d,l} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{d,l}^{-1}) \quad (69)$$

f_e : Pompanın verimlilik faktörü

C_{P1} ve C_{P2} : Pompa güç kontrol metodları ile ilgili katsayılar.

C_{P1} ve C_{P2} Tablo 13'den alınır.

2.2.5.3.1. Pompanın verimlilik faktörü

Pompanın tasarım noktasındaki elektriksel gücü biliniyorsa aşağıdaki eşitlikten yararlanılır.

$$f_e = \frac{P_{pump}}{P_{d,hydr}} \quad (70)$$

P_{pump} : Tasarım noktasındaki pompanın elektriksel gücü

Pompanın elektriksel gücü, pompa boyutları, verimliliği, kısmi yük ve kontrol karakteristikleri gibi verilerden elde edilir.

Pompa verileri bilinmiyorsa aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$f_e = \left(1,25 + \left(\frac{200}{P_{d,hydr}} \right)^{0,5} \right) \cdot f_{adap} \cdot b \quad (71)$$

f_{adap} : İşletim noktasındaki uyarılama(adaptasyon) için doğrulama faktörü

b : Bina kategorisine göre elde etme faktörü

Mevcut binalar için $b=1.2$

Yeni yapılar için $b=1.0$

f_e için formülün (72) uygulandığı yerler:

— Dairesel santrifüj pompalar (Pompanın nominal tasarım noktasındaki motor verimlilik sınıfı 1 olan pompalar. Eğer pompa nominal tasarım noktasında işletilmiyorsa veya pompanın hidrolik kısmı ve motor doğru eşleşmiyorsa f_e değerleri daha yüksek olur.)

— Maksimum basınç kayıpları,

$$P_{d,hydr} < 0.2 \text{ kW için } \Delta p \leq 0.6 \text{ bar}$$

$$0.2 \text{ kW} < P_{d,hydr} < 0.5 \text{ kW için } \Delta p \leq 1.5 \text{ bar}$$

$$P_{d,hydr} > 0.5 \text{ kW için } \Delta p \leq 4.0 \text{ bar}$$

— 20°C'taki ve viskozitesi $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$ olan su ise uygulanabilir.

— Eğer $4 \text{ mm}^2/\text{s} \leq v_{cl} \leq 40 \text{ mm}^2/\text{s}$ ise;

$$f_e = f'_e \cdot \left(1 + \left(\frac{v_{cl}^2}{16 \cdot P_{d,hydr}} \right)^{0,4} \right)$$

(72)

eşitliği kullanılır.

2.2.5.3.2. Adaptasyon için düzeltme faktörü

Adaptasyon(uyarlama) için doğrulama faktörü işletme noktasındaki pompanın güç gereksinimi ile ilgilidir. Pompanın güç gereksinimi ve tasarım işletme şartlarındaki verileri bilinen pompa arasındaki farklar ifade edilir.Pompanın işletim noktası her zaman tasarım noktasındaki hacimsel akış ile ilintilidir.Uyarlanamayan pompalar için işletim noktası ile tasarım noktası arasındaki farklar daha çok veya daha az olacaktır.Uyarlanabilir pompalar normal olarak tasarım noktası değerlerine daha yakın olarak düzenlenebilir.

Verileri bilinen optimal uyarlanabilir pompalar için; $f_{adap} = 1$

Pompa verileri bilinmiyorsa, aşağıdaki kabuller yapılabilir:

Standart pompalar için;

$$f_{adap} = 1,2$$

Hız kontrolü uygulanan pompalar için;

$$f_{adap} = 1,05$$

2.2.5.3.3. İşletim boyunca pompa güç kontrolü

- İç hız kontrolleri (ör; Δp =sabit veya Δp =değişken)
- Dış hız kontrolleri
- Paralel pompalar için kısmi olarak pompaların açık veya kapalı duruma getirilmesi

Tablo 12'deki katsayılardan yararlanılabilir.

2.2.5.3.4. Paralel pompa yüklemelerinde pompaların açılıp kapatılması

$\beta_{d,l} < 0.7$ değerleri için Tablo 12'deki değerler kullanılır.

Değişken hava hacimli dağıtım devrelerinde ve düz (flat) sistem karakteristik eğrilerinde, paralel bağlanmış pompaların kullanımı iyi kısmi yük adaptasyonu oluşturabilir.Bu tip dağıtım devrelerinde özgül pompaları gereksinime göre açıp kapamak enerji gereksinimini düşürebilir.

2.2.6.Yeniden Soğutma İçin Enerji Kullanımı

Yeniden soğutma için enerji ihtiyacı, yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi $q_{R,electr}$ ve yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü $f_{R,av}$ kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{C,f,R,electr} = \dot{Q}_{R,outg} \cdot q_{R,electr} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op} \quad (73)$$

Burada,

$Q_{C,f,R,electr}$: Yeniden soğutma sisteminin elektrik enerji tüketimi, (kWh)

$\dot{Q}_{R,outg}$: Soğutulacak ortamın yeniden soğutma yükü, (kW)

$q_{R,electr}$: Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi, (kW/kW)

$f_{R,av}$: Yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü.

$t_{R,op}$: Yeniden soğutma çalışma süresi; saat.

Soğutulacak ortamın yeniden soğutma yükü aşağıdaki gibi hesaplanır.

Kompresör tipinde soğutma ünitesi için,

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{EER}\right) \quad (74)$$

Absorbsiyon çiller tipinde soğutma ünitesi için,

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \quad (75)$$

Burada,

$\dot{Q}_{c,outg}$: Soğutma sisteminin soğutma gücü, (kW)

EER : Enerji etkinlik katsayısı, (kW/kW)

ξ : Isı etkinlik katsayısı. (kW/kW)

Yeniden soğutma sisteminin özgül elektrik enerji tüketimi Tablo 14'ten alınır.

Yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü $f_{R,av}$, buharlaşmalı yeniden soğutma sistemleri için $f_{R,VK}$ olarak, kuru yeniden soğutma sistemleri için $f_{R,TK}$ olarak, bölüm sonundaki A2-A15 tablolardan alınabilir.

2.2.7. Mahal Şartlandırma İle Soğutmada Nihai Enerji Gereksinimi

Mahal şartlandırma ile soğutmada nihai enerji gereksinimi soğutmayı gerçekleştiren soğutma sistemlerinin fonksiyonudur. Bu raporda soğutma sistemleri, buhar sıkıştırmalı ve absorpsiyonlu sistemlerle sınırlandırılmıştır. Mahal şartlandırma ile soğutma için nihai enerji gereksinimi bu iki sistem için hesaplanacaktır.

Ayrıca mahal soğutmada destek enerji ihtiyacı doğabilir. Bu durumda kullanılan fanların elektrik

enerjisi yükü ($Q_{c,ce,aux}$) de toplam elektrik enerjisi tüketimine eklenir.

2.2.7.1. Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Sistemi

Mahal şartlandırma sisteminde buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri kullanıldığında, nihai elektrik enerjisi gereksinimi mahal şartlandırma sisteminde bulunan buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinin elektrik enerjisi tüketimlerinin ($Q_{c,f}$ 'lerin) toplamına eşittir.

$$Q_{c,f,electr} = \sum Q_{c,f} \quad (76)$$

Mahal şartlandırma sisteminde kullanılan buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinin her birinin elektrik enerji tüketimi genel olarak $Q_{c,f}$ ile gösterilmiştir. Mahal şartlandırma sisteminde bir buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi kullanıldığında, nihai elektrik enerjisi tüketimi yukarıdaki denkleme uygun olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{c,f,electr} = (Q_{C,f,electr})_{\text{Bölgesel Şartlandırma}} \quad (77)$$

Denklemin sağ tarafındaki birinci terim Denk. No (50) yardımıyla hesaplanır. Yeniden soğutma sistemi varsa aşağıdaki denklem kullanılır.

$$Q_{c,f,electr} = (Q_{C,f,electr})_{\text{Bölgesel Şartlandırma}} + (Q_{C,f,R,electr})_{\text{Yeniden Soğutma}} \quad (78)$$

Ayrıca ikincil hava fanları da kullanılmışsa destek enerji yükü nihai elektrik enerjisi tüketimine eklenerek aşağıdaki gibi hesaplanır. Bunlar da eşitliğe eklenerek hesaplanır.

$$Q_{c,f,electr} = (Q_{C,f,electr})_{\text{Bölgesel Şartlandırma}} + (Q_{C,f,R,electr})_{\text{Yeniden Soğutma}} + (Q_{c,ce,aux})_{\text{Destek Enerjisi}} \quad (79)$$

Denklemin sağ tarafındaki birinci terim Denk. No (50), ikinci terim Denk. No (73), son terim ise Denk No (48 ve 58) yardımıyla hesaplanır.

2.2.7.2. Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

Mahal şartlandırma sisteminde absorpsiyonlu soğutma sistemi kullanıldığında, nihai enerjisi gereksinimi “ısı enerjisi” şeklindedir ve absorpsiyonlu soğutma sisteminde kullanılan ısı üretim sisteminin enerji tüketimine, $Q_{C,therm}$, eşittir. $Q_{C,therm}$ 'nin değeri Denk. No (54, 55, 56) kullanılarak hesaplanır. Absorpsiyonlu soğutma sisteminin yanı sıra yeniden soğutma da yapılıyorsa, yeniden soğutmanın elektrik enerji tüketimi de nihai enerji gereksinimine ilave edilir. Yani bu durumda nihai enerji gereksinimi kısmen ısı, kısmen elektrik enerjisi şeklinde olacaktır.

$$\text{Nihai enerji gereksinimi} = \begin{cases} (Q_{C,therm})_{\text{Absorpsiyonlu Soğutma}} & \text{ısı enerjisi} \\ (Q_{C,f,R,electr})_{\text{Yeniden Soğutma}} + (Q_{Z,aux,dl})_{\text{Pompa destek enerjisi}} & \text{elektrik enerjisi} \end{cases} \quad (80)$$

Ayrıca ikincil hava fanlarının destek enerjisi de kullanılmışsa destek enerjisi yükü elektrik enerjisi tüketimine eklenerek aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Nihai enerji gereksinimi} = \begin{cases} (Q_{C,therm})_{\text{Absorpsiyonlu Soğutma}} & \text{ısı enerjisi} \\ (Q_{C,f,R,electr})_{\text{Yeniden Soğutma}} + (Q_{c,ce,aux} + Q_{Z,aux,dl})_{\text{Destek Enerjisi}} & \text{elektrik enerjisi} \end{cases} \quad (81)$$

Destek enerji gereksinimi Denklem No (48 ve 58)'den hesaplanır.

Tablo A. 9. Binaların Kullanım Tipleri

Kullanım Tipi	Kullanıcı profili, Konut dışı binalar	Enerji kullanımı ile ilgili değerlendirme türü	Tablo
1	Kişisel Ofis (tek kişilik)	1	A.2
2	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	1	A.2
3	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	1	A.2
4	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	1	A.2
5	Lobi / Giriş holü	1	A.2
6	Mağaza	6	A.3
7	Mağaza/Depo	6	A.3
8	Derslik	8	A.4
9	Konser ve sergi salonları	9	A.5
10	Hasta odası	10	A.6
11	Otel Yatak Odası	11	A.7
12	Kantin	12	A.8
13	Restoran / Yemek holü	13	A.9
14	Mutfak	13	A.9
15	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	13	A.9
16	Tuvalet	1	A.2
17	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	1	A.2
18	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	1	A.2
19	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar		-
20	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	1	A.2
21	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	21	A.10
22	Atölye, İmalathane	22	A.11
23	İzleyici ve Dinleyici Alanları	23	A.12
24	Fuaye	23	A.12
25	Sahne (Tiyatro..vs)	25	A.13
26	Fuar/ Kongre Mekanı	9	A.5
27	Müze ve sergi salonları	27	A.14
28	Kütüphane (Okuma Odası)	6	A.3
29	Kütüphane (Açık Raf Alanı)	6	A.3
30	Kütüphane (Dergi ve Depo)	6	A.3
31	Spor Salonu (Tribün Olmayan)	31	A.15
32	Garaj (ofisler ve özel kullanım)	-	-
33	Otopark	-	-

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 10

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLVAV [-]	f _{R,VK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,TK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,VK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,12	0,92	0,09				
	HVAC Soğutma	0,93	0,10	0,93	0,08				
2	Hacim soğutma	1,31	0,12	1,26	0,08	1,54	0,37	1,74	0,63
	HVAC Soğutma	1,33	0,09	1,27	0,08	1,57	0,29	1,75	0,7
3	Hacim soğutma	0,82	0,13	0,79	0,09	0,96	0,4	1,09	0,65
	HVAC Soğutma	0,73	0,10	0,7	0,08	0,86	0,31	0,95	0,72
4	Hacim soğutma	0,56	0,13	0,56	0,09				
	HVAC Soğutma	0,45	0,10	0,45	0,08				
5	Hacim soğutma	1,01	0,12	0,97	0,09	1,19	0,38	1,79	0,64
	HVAC Soğutma	0,87	0,09	0,83	0,08	1,02	0,3	1,53	0,72
6	Hacim soğutma					1,21	0,38	1,37	0,64
	HVAC Soğutma					1,07	0,3	1,19	0,71
7	Hacim soğutma	1,07	0,12	1,09	0,08	1,35	0,37	1,46	0,64
	HVAC Soğutma	0,99	0,09	0,95	0,08	1,28	0,3	1,29	0,73

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC soğutma	PLVAV [-]
A	Hacim soğutma	1,32
	HVAC Soğutma	1,37
B	Hacim soğutma	1,43
	HVAC Soğutma	1,5
C	Hacim soğutma	1,14
	HVAC Soğutma	1,09
D	Hacim soğutma	1,24
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,85
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,37
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,21

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 11

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,13	0,92	0,09				
	HVAC Soğutma	0,93	0,10	0,93	0,08				
2	Hacim soğutma	1,30	0,12	1,25	0,09	1,53	0,41	1,71	0,73
	HVAC Soğutma	1,33	0,09	1,27	0,08	1,56	0,29	1,74	0,71
3	Hacim soğutma	0,80	0,13	0,77	0,09	0,94	0,44	1,05	0,76
	HVAC Soğutma	0,73	0,10	0,69	0,08	0,86	0,31	0,95	0,73
4	Hacim soğutma	0,55	0,14	0,55	0,09				
	HVAC Soğutma	0,45	0,10	0,45	0,09				
5	Hacim soğutma	0,99	0,12	0,95	0,09	1,16	0,42	1,73	0,75
	HVAC Soğutma	0,87	0,10	0,83	0,08	1,02	0,3	1,51	0,72
6	Hacim soğutma						0,42	1,33	0,75
	HVAC Soğutma						0,3	1,19	0,72
7	Hacim soğutma	1,06	0,12	1,07	0,09	1,33	0,41	1,43	0,75
	HVAC Soğutma	0,99	0,09	0,94	0,08	1,27	0,3	1,28	0,73

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,32
	HVAC Soğutma	1,36
B	Hacim soğutma	1,44
	HVAC Soğutma	1,49
C	Hacim soğutma	1,14
	HVAC Soğutma	1,08
D	Hacim soğutma	1,24
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,84
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,38
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,34
	HVAC Soğutma	1,19

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 12

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,11	0,92	0,09				
	HVAC Soğutma	0,93	0,09	0,93	0,08				
2	Hacim soğutma	1,31	0,11	1,26	0,09	1,54	0,34	1,72	0,74
	HVAC Soğutma	1,34	0,09	1,27	0,08	1,57	0,26	1,74	0,78
3	Hacim soğutma	0,79	0,12	0,75	0,09	0,92	0,37	1,03	0,76
	HVAC Soğutma	0,73	0,10	0,69	0,08	0,85	0,28	0,95	0,79
4	Hacim soğutma	0,52	0,12	0,52	0,09				
	HVAC Soğutma	0,45	0,10	0,45	0,08				
5	Hacim soğutma	0,96	0,11	0,92	0,09	1,12	0,35	1,66	0,75
	HVAC Soğutma	0,86	0,09	0,82	0,08	1,01	0,28	1,5	0,79
6	Hacim soğutma					1,16	0,35	1,29	0,75
	HVAC Soğutma					1,06	0,27	1,18	0,78
7	Hacim soğutma	1,04	0,11	1,05	0,09	1,32	0,35	1,41	0,75
	HVAC Soğutma	0,98	0,09	0,94	0,08	1,27	0,28	1,27	0,79

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,36
B	Hacim soğutma	1,45
	HVAC Soğutma	1,49
C	Hacim soğutma	1,12
	HVAC Soğutma	1,08
D	Hacim soğutma	1,24
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,83
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,38
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,28
	HVAC Soğutma	1,18

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 13

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,11	0,92	0,08				
	HVAC Soğutma	0,93	0,09	0,93	0,07				
2	Hacim soğutma	1,31	0,11	1,25	0,08	1,54	0,35	1,73	0,7
	HVAC Soğutma	1,34	0,09	1,28	0,07	1,58	0,24	1,77	0,71
3	Hacim soğutma	0,8	0,12	0,77	0,08	0,95	0,38	1,06	0,72
	HVAC Soğutma	0,72	0,09	0,69	0,07	0,85	0,27	0,95	0,73
4	Hacim soğutma	0,54	0,12	0,54	0,08				
	HVAC Soğutma	0,44	0,09	0,44	0,07				
5	Hacim soğutma	0,99	0,11	0,95	0,08	1,17	0,36	1,75	0,71
	HVAC Soğutma	0,86	0,09	0,82	0,07	1,02	0,26	1,53	0,72
6	Hacim soğutma					1,19	0,36	1,34	0,71
	HVAC Soğutma					1,07	0,26	1,19	0,72
7	Hacim soğutma	1,06	0,11	1,07	0,08	1,34	0,36	1,44	0,71
	HVAC Soğutma	0,99	0,09	0,95	0,07	1,28	0,26	1,29	0,73

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,38
B	Hacim soğutma	1,45
	HVAC Soğutma	1,52
C	Hacim soğutma	1,14
	HVAC Soğutma	1,09
D	Hacim soğutma	1,25
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,84
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,39
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,21

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 14

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı		kuru		buharlaşmalı		kuru	
		yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,12	0,92	0,1				
	HVAC Soğutma	0,93	0,10	0,93	0,09				
2	Hacim soğutma	1,31	0,11	1,26	0,1	1,53	0,44	1,65	0,88
	HVAC Soğutma	1,33	0,10	1,27	0,09	1,56	0,37	1,67	0,89
3	Hacim soğutma	0,79	0,12	0,75	0,11	0,92	0,47	0,99	0,89
	HVAC Soğutma	0,75	0,10	0,71	0,1	0,87	0,4	0,94	0,9
4	Hacim soğutma	0,52	0,13	0,57	0,11				
	HVAC Soğutma	0,47	0,11	0,47	0,1				
5	Hacim soğutma	0,95	0,12	0,91	0,1	1,11	0,46	1,55	0,89
	HVAC Soğutma	0,89	0,10	0,85	0,09	1,04	0,39	1,46	0,89
6	Hacim soğutma					1,14	0,45	1,23	0,89
	HVAC Soğutma					1,08	0,38	1,16	0,89
7	Hacim soğutma	1,04	0,11	1,04	0,1	1,31	0,46	1,34	0,89
	HVAC Soğutma	1	0,10	0,95	0,09	1,28	0,39	1,24	0,9

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,32
	HVAC Soğutma	1,35
B	Hacim soğutma	1,44
	HVAC Soğutma	1,48
C	Hacim soğutma	1,11
	HVAC Soğutma	1,08
D	Hacim soğutma	1,24
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,83
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,37
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,26
	HVAC Soğutma	1,2

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 15

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaştırma		kuru		buharlaştırma		kuru	
		yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma
		PLVAV [-]	fr,VK [-]	PLVAV [-]	fr,TK [-]	PLVAV [-]	fr,VK [-]	PLVAV [-]	fr,TK [-]
1	Hacim soğutma	0,93	0,09	0,93	0,08				
	HVAC Soğutma	0,93	0,09	0,93	0,08				
2	Hacim soğutma	1,34	0,09	1,27	0,08	1,57	0,36	1,73	0,7
	HVAC Soğutma	1,34	0,09	1,28	0,08	1,57	0,32	1,73	0,71
3	Hacim soğutma	0,76	0,1	0,72	0,08	0,89	0,38	0,98	0,72
	HVAC Soğutma	0,72	0,09	0,69	0,08	0,85	0,34	0,93	0,72
4	Hacim soğutma	0,48	0,1	0,48	0,08				
	HVAC Soğutma	0,45	0,09	0,45	0,08				
5	Hacim soğutma	0,92	0,09	0,88	0,08	1,08	0,37	1,58	0,71
	HVAC Soğutma	0,86	0,09	0,81	0,08	1	0,33	1,47	0,72
6	Hacim soğutma					1,12	0,37	1,24	0,71
	HVAC Soğutma					1,05	0,33	1,16	0,72
7	Hacim soğutma	1,03	0,09	1,03	0,08	1,31	0,37	1,38	0,72
	HVAC Soğutma	0,98	0,09	0,93	0,08	1,26	0,34	1,25	0,73

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLVAV [-]
A	Hacim soğutma	1,36
	HVAC Soğutma	1,37
B	Hacim soğutma	1,49
	HVAC Soğutma	1,5
C	Hacim soğutma	1,11
	HVAC Soğutma	1,08
D	Hacim soğutma	1,26
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,81
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,42
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,25
	HVAC Soğutma	1,18

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 16

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaştırma		kuru		buharlaştırma		kuru	
		yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma
		PLVAV [-]	fr,VK[-]	PLVAV [-]	fr,TK[-]	PLVAV [-]	fr,VK[-]	PLVAV [-]	fr,TK[-]
1	Hacim soğutma	0,93	0,12	0,93	0,09				
	HVAC Soğutma	0,97	0,10	0,97	0,08				
2	Hacim soğutma	1,32	0,12	1,26	0,09	1,55	0,38	1,73	0,73
	HVAC Soğutma	1,38	0,10	1,32	0,08	1,62	0,28	1,81	0,7
3	Hacim soğutma	0,8	0,13	0,77	0,09	0,94	0,42	1,05	0,76
	HVAC Soğutma	0,77	0,10	0,74	0,08	0,91	0,31	1,01	0,72
4	Hacim soğutma	0,54	0,13	0,54	0,09				
	HVAC Soğutma	0,48	0,11	0,48	0,08				
5	Hacim soğutma	0,99	0,12	0,95	0,09	1,16	0,41	1,73	0,75
	HVAC Soğutma	0,92	0,10	0,88	0,08	1,09	0,3	1,62	0,72
6	Hacim soğutma					1,19	0,41	1,33	0,75
	HVAC Soğutma					1,13	0,3	1,26	0,71
7	Hacim soğutma	1,07	0,12	1,08	0,09	1,34	0,4	1,44	0,75
	HVAC Soğutma	1,05	0,10	1	0,08	1,35	0,3	1,35	0,73

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLVAV [-]
A	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,4
B	Hacim soğutma	1,46
	HVAC Soğutma	1,54
C	Hacim soğutma	1,14
	HVAC Soğutma	1,14
D	Hacim soğutma	1,25
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,84
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,39
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,25

Tablo A. 17

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı		kuru		buharlaşmalı		kuru	
		PLVAV [-]	fr,VK [-]	PLVAV [-]	fr,TK [-]	PLVAV [-]	fr,VK [-]	PLVAV [-]	fr,TK [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,11	0,92	0,09				
	HVAC Soğutma	0,93	0,09	0,93	0,08				
2	Hacim soğutma	1,31	0,11	1,26	0,09	1,54	0,37	1,73	0,7
	HVAC Soğutma	1,33	0,09	1,27	0,08	1,57	0,26	1,76	0,65
3	Hacim soğutma	0,78	0,12	0,75	0,09	0,92	0,4	1,03	0,73
	HVAC Soğutma	0,72	0,09	0,69	0,08	0,85	0,28	0,95	0,67
4	Hacim soğutma	0,52	0,12	0,52	0,09				
	HVAC Soğutma	0,44	0,10	0,44	0,08				
5	Hacim soğutma	0,96	0,11	0,92	0,09	1,13	0,38	1,69	0,72
	HVAC Soğutma	0,85	0,09	0,81	0,08	1	0,27	1,5	0,67
6	Hacim soğutma					1,16	0,38	1,3	0,72
	HVAC Soğutma					1,05	0,27	1,17	0,66
7	Hacim soğutma	1,05	0,11	1,06	0,09	1,33	0,38	1,42	0,73
	HVAC Soğutma	0,97	0,09	0,93	0,08	1,26	0,27	1,27	0,68

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLVAV [-]
A	Hacim soğutma	1,34
	HVAC Soğutma	1,36
B	Hacim soğutma	1,46
	HVAC Soğutma	1,49
C	Hacim soğutma	1,13
	HVAC Soğutma	1,07
D	Hacim soğutma	1,25
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,83
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,4
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,31
	HVAC Soğutma	1,16

Tablo A. 18

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,92	0,16	0,92	0,08				
	HVAC Soğutma	0,92	0,09	0,92	0,08				
2	Hacim soğutma	1,2	0,15	1,17	0,08	1,43	0,4	1,69	0,43
	HVAC Soğutma	1,34	0,09	1,28	0,08	1,58	0,27	1,78	0,54
3	Hacim soğutma	0,92	0,16	0,9	0,09	1,09	0,42	1,29	0,44
	HVAC Soğutma	0,74	0,10	0,71	0,08	0,87	0,3	0,98	0,57
4	Hacim soğutma	0,76	0,16	0,76	0,09				
	HVAC Soğutma	0,46	0,10	0,46	0,08				
5	Hacim soğutma	1,09	0,15	1,06	0,08	1,3	0,41	2,04	0,43
	HVAC Soğutma	0,9	0,09	0,85	0,08	1,05	0,29	1,6	0,56
6	Hacim soğutma					1,28	0,41	1,51	0,44
	HVAC Soğutma					1,1	0,28	1,24	0,56
7	Hacim soğutma	1,05	0,15	1,08	0,08	1,27	0,4	1,46	0,43
	HVAC Soğutma	1,01	0,09	0,97	0,08	1,3	0,28	1,33	0,57

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,22
	HVAC Soğutma	1,37
B	Hacim soğutma	1,29
	HVAC Soğutma	1,51
C	Hacim soğutma	1,11
	HVAC Soğutma	1,1
D	Hacim soğutma	1,15
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,93
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,21
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,31
	HVAC Soğutma	1,24

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 19

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,93	0,13	0,93	0,1				
	HVAC Soğutma	0,96	0,10	0,96	0,09				
2	Hacim soğutma	1,32	0,12	1,27	0,09	1,55	0,4	1,71	0,81
	HVAC Soğutma	1,38	0,10	1,31	0,09	1,62	0,32	1,78	0,83
3	Hacim soğutma	0,81	0,13	0,78	0,1	0,95	0,43	1,05	0,83
	HVAC Soğutma	0,78	0,11	0,75	0,09	0,92	0,34	1,01	0,84
4	Hacim soğutma	0,54	0,14	0,54	0,1				
	HVAC Soğutma	0,49	0,11	0,49	0,09				
5	Hacim soğutma	1	0,12	0,95	0,09	1,17	0,42	1,7	0,82
	HVAC Soğutma	0,94	0,10	0,9	0,09	1,1	0,33	1,61	0,84
6	Hacim soğutma					1,19	0,42	1,32	0,82
	HVAC Soğutma					1,14	0,33	1,26	0,84
7	Hacim soğutma	1,07	0,12	1,08	0,09	1,35	0,41	1,43	0,82
	HVAC Soğutma	1,06	0,10	1,01	0,09	1,36	0,33	1,35	0,84

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,32
	HVAC Soğutma	1,4
B	Hacim soğutma	1,46
	HVAC Soğutma	1,53
C	Hacim soğutma	1,15
	HVAC Soğutma	1,13
D	Hacim soğutma	1,26
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,85
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,4
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,33
	HVAC Soğutma	1,26

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 20

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı		kuru		buharlaşmalı		kuru	
		yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma
		PLVAV [-]	f _{R,VK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,TK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,VK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,93	0,1	0,93	0,07				
	HVAC Soğutma	0,98	0,09	0,98	0,07				
2	Hacim soğutma	1,33	0,1	1,27	0,07	1,57	0,32	1,79	0,63
	HVAC Soğutma	1,4	0,09	1,33	0,07	1,65	0,22	1,87	0,57
3	Hacim soğutma	0,78	0,1	0,75	0,07	0,92	0,35	1,05	0,66
	HVAC Soğutma	0,78	0,09	0,74	0,07	0,92	0,24	1,04	0,6
4	Hacim soğutma	0,51	0,11	0,51	0,08				
	HVAC Soğutma	0,48	0,09	0,48	0,07				
5	Hacim soğutma	0,95	0,10	0,91	0,07	1,12	0,34	1,72	0,65
	HVAC Soğutma	0,91	0,09	0,87	0,07	1,08	0,24	1,66	0,6
6	Hacim soğutma					1,16	0,34	1,32	0,65
	HVAC Soğutma					1,13	0,23	1,28	0,59
7	Hacim soğutma	1,05	0,1	1,09	0,07	1,34	0,33	1,46	0,66
	HVAC Soğutma	1,04	0,09	0,99	0,07	1,34	0,24	1,38	0,61

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLVAV [-]
A	Hacim soğutma	1,36
	HVAC Soğutma	1,41
B	Hacim soğutma	1,49
	HVAC Soğutma	1,54
C	Hacim soğutma	1,12
	HVAC Soğutma	1,12
D	Hacim soğutma	1,27
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,83
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,41
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,3
	HVAC Soğutma	1,22

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 21

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı		kuru		buharlaşmalı		kuru	
		PLVAV [-]	f _{R,VK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,TK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,VK} [-]	PLVAV [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,94	0,16	0,94	0,13				
	HVAC Soğutma	0,96	0,14	0,96	0,12				
2	Hacim soğutma	1,3	0,15	1,24	0,13	1,51	0,47	1,63	0,85
	HVAC Soğutma	1,33	0,13	1,27	0,12	1,55	0,4	1,67	0,85
3	Hacim soğutma	0,85	0,16	0,82	0,13	0,99	0,49	1,07	0,86
	HVAC Soğutma	0,83	0,15	0,8	0,13	0,97	0,43	1,05	0,86
4	Hacim soğutma	0,6	0,17	0,6	0,14				
	HVAC Soğutma	0,56	0,15	0,56	0,13				
5	Hacim soğutma	1,02	0,15	0,98	0,13	1,19	0,48	1,66	0,86
	HVAC Soğutma	0,99	0,13	0,94	0,12	1,15	0,42	1,61	0,85
6	Hacim soğutma					1,21	0,48	1,3	0,85
	HVAC Soğutma					1,18	0,42	1,27	0,85
7	Hacim soğutma	1,07	0,15	1,08	0,13	1,34	0,48	1,38	0,86
	HVAC Soğutma	1,07	0,13	1,02	0,12	1,35	0,42	1,31	0,86

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLVAV [-]
A	Hacim soğutma	1,29
	HVAC Soğutma	1,32
B	Hacim soğutma	1,39
	HVAC Soğutma	1,43
C	Hacim soğutma	1,13
	HVAC Soğutma	1,11
D	Hacim soğutma	1,21
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,87
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,32
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,28
	HVAC Soğutma	1,23

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 22

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı		kuru		buharlaşmalı		kuru	
		yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma	yeniden soğutma
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,95	0,11	0,95	0,09				
	HVAC Soğutma	0,97	0,09	0,97	0,08				
2	Hacim soğutma	1,36	0,1	1,3	0,09	1,59	0,34	1,78	0,68
	HVAC Soğutma	1,39	0,09	1,33	0,08	1,64	0,28	1,81	0,73
3	Hacim soğutma	0,82	0,11	0,78	0,09	0,96	0,37	1,07	0,7
	HVAC Soğutma	0,78	0,10	0,74	0,08	0,91	0,3	1,01	0,74
4	Hacim soğutma	0,54	0,12	0,54	0,09				
	HVAC Soğutma	0,48	0,10	0,48	0,09				
5	Hacim soğutma	1	0,11	0,96	0,09	1,18	0,35	1,74	0,69
	HVAC Soğutma	0,92	0,09	0,88	0,08	1,09	0,29	1,6	0,74
6	Hacim soğutma					1,21	0,35	1,35	0,69
	HVAC Soğutma					1,13	0,29	1,25	0,74
7	Hacim soğutma	1,09	0,1	1,1	0,09	1,38	0,35	1,47	0,7
	HVAC Soğutma	1,05	0,09	1	0,08	1,35	0,3	1,35	0,75

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,35
	HVAC Soğutma	1,41
B	Hacim soğutma	1,47
	HVAC Soğutma	1,55
C	Hacim soğutma	1,14
	HVAC Soğutma	1,13
D	Hacim soğutma	1,27
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,84
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,41
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,31
	HVAC Soğutma	1,25

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Tablo A. 23

Su soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma soğutma	soğutma ünitesine sabit su soğutma suyu girişi				soğutma ünitesine değişken su soğutma suyu girişi			
		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma		buharlaşmalı yeniden soğutma		kuru yeniden soğutma	
		PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,VK} [-]	PLV _{AV} [-]	f _{R,TK} [-]
1	Hacim soğutma	0,93	0,12	0,93	0,09				
	HVAC Soğutma	0,97	0,10	0,97	0,08				
2	Hacim soğutma	1,32	0,12	1,26	0,09	1,55	0,42	1,71	0,83
	HVAC Soğutma	1,39	0,09	1,33	0,08	1,64	0,29	1,81	0,77
3	Hacim soğutma	0,79	0,13	0,76	0,1	0,93	0,45	1,02	0,85
	HVAC Soğutma	0,77	0,10	0,74	0,08	0,91	0,32	1	0,78
4	Hacim soğutma	0,53	0,14	0,53	0,1				
	HVAC Soğutma	0,48	0,10	0,48	0,09				
5	Hacim soğutma	0,97	0,12	0,93	0,09	1,14	0,43	1,74	0,85
	HVAC Soğutma	0,92	0,09	0,88	0,08	1,08	0,31	1,6	0,78
6	Hacim soğutma					1,17	0,43	1,29	0,85
	HVAC Soğutma					1,13	0,31	1,25	0,78
7	Hacim soğutma	1,06	0,12	1,07	0,09	1,33	0,43	1,41	0,85
	HVAC Soğutma	1,05	0,09	1	0,08	1,35	0,31	1,35	0,79

Hava soğutmalı Soğutucu	Çalışma modu: Hacim soğutma / HVAC Soğutma soğutma	PLV _{AV} [-]
A	Hacim soğutma	1,34
	HVAC Soğutma	1,42
B	Hacim soğutma	1,47
	HVAC Soğutma	1,55
C	Hacim soğutma	1,14
	HVAC Soğutma	1,13
D	Hacim soğutma	1,26
	HVAC Soğutma	
E	Hacim soğutma	0,84
	HVAC Soğutma	
F	Hacim soğutma	1,41
	HVAC Soğutma	
G	Hacim soğutma	1,32
	HVAC Soğutma	1,26

3. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Çizelge 1 – Semboller

Sembol	Anlamı	Birimi
f	faktör	-
Q	enerji	kWh
η	verim	-
t	zaman	h
A	alan	m ²
V	hacim	m ³
V'	hacimsel debi	m ³ /h
Φ	güç	W
Δ	fark	-
θ	derece sıcaklık	°C

Çizelge 2 – İndisler

İndis	Anlamı
P	Birincil
f	Verilen
b	Bina enerji ihtiyacı
aux	Destek
h	Isıtma
h	HVAC ısıtma
c	Soğutma
c	HVAC soğutma
w	kullanım sıcak suyu
l	aydınlatma sistemi
v	havalandırma sistemi
vh	ısıtma-havalandırma sistemi
vc	soğutma-havalandırma sistemi
rv	konut havalandırma sistemi
d	dağıtım kayıpları
s	depolama kayıpları

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

g	üretim kayıpları
outg	üretimin enerji çıkışı
reg	yenilenebilir enerji
tech	sistem kayıpları
T	Aktarma
V	Havalandırma
S	Güneş
i	iç ortam
e	dış ortam
j,k	İndis
a	Yıllık

Çizelge 3 – İndisler

Enerji ihtiyaçları	
mech	Mekanik
WRG	ısı geri kazanımı
WÜT	ısı değiştiricisi
Dicht	havalandırma ünitesinin hava sızdırmazlığı
Frost	havalandırma ünitesinin ergime işlemi modu
Warme	havalandırma ünitesinin ısı kayıpları
Isı kontrol ve emisyonu	
Hydr	hidrolik denge
İnt	kesintili çalışma
Radiant	radyasyon etkisi
B	bina dış kabuğu
C	oda sıcaklık kontrolü
L	hava sıcaklık profili
Dağıtım	
a	Düzenleme
Vent	Fan
Depolama	

B	Bekleme
HP	Isıtma sezonu
Pumpe	Pompa
Verbindung	Bağlantı
Üretim	
WP	Isı pompası
Vorw	ön ısıtıcı
NH	yeniden ısıtma bobini
Reg	Kontrol
EWÜT	topraktan havaya ısı değiştiricisi
Gt	derece-gün saati

3.1. Havalandırma Isı Kuyusu

Isı kuyusu, bina zonundan dışarıya ısının atıldığı kısımdır. Net Enerji kısmında anlatıldığı gibi ısıtma için gerekli enerji hesabı, ısı değiştiricili havalandırma sistemlerine göre havalandırma ısı kuyularına bağlı karakteristik değerlerle verilmiştir:

- Besleme havası sıcaklığı (Koşullandırılan ortama verilen havanın sıcaklığı)
- Hava değişim oranı

Bu rapor adı geçen karakteristik değerlerin bulunmasına olanak sağlamıştır.

Konutlarda ısı değiştiricili havalandırma sistemleri için aşağıdaki formül kullanılır:

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\theta_i - \theta_{V,mech}) \cdot t \quad (1)$$

$Q_{V,mech}$: Havalandırma sisteminden kaynaklanan havalandırma ısı kuyusu enerjisi,

$H_{V,mech}$: Mekanik havalandırma için ısı transfer katsayısı (kW/K)

θ_i : Bina zonunun referans iç sıcaklığı (°C)

$\theta_{V,mech}$: Isı değiştiricili havalandırma sisteminin ortalama besleme havası sıcaklığı (Net enerji kısmındaki hesaplamalarda kullanılmak üzere.)

t : Hesaplama periyodu

Isı transfer katsayısı $H_{V,mech}$ aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$H_{V,mech} = n_{mech} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \quad (2)$$

n_{mech} : Hava değişim oranı (h^{-1}) (Net enerji hesaplamalarında kullanılmak üzere)

V : Net hacim (m^3)

$c_{p,a}$: Havanın özgül ısı katsayısı (kJ/kg·K)

ρ_a : Havanın yoğunluğu (kg/m³)

Yukarıdaki formül için şu değerler kullanılabilir:

$$c_{p,a} \cdot \rho_a = 1,22 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}) = 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$$

Net enerji hesabında ortamdaki emilen hava/ besleme havası ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz sistemler için enerji ihtiyacı hesaplanabilir. Bu iki değer arasındaki fark, ısıtma için enerji ihtiyacını karşılamak üzere ısı değiştiricisinin katkısını tanımlar.

$$Q_{WÜT} = Q_{h,b,ısı \text{ değiştiricisiz}} - Q_{h,b,ısı \text{ değiştiricili}} \quad (3)$$

$Q_{WÜT}$: Emilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi tarafından kazanılan net ısı geri kazanımı

$Q_{h,b,ısı \text{ değiştiricisiz}}$: Emilen hava / besleme havası ısı değiştiricisiz enerji ihtiyacı

$Q_{h,b,ısı \text{ değiştiricili}}$: Emilen hava / besleme havası ısı değiştiricili enerji ihtiyacı

3.2. Isıl Kayıplar, Destek Enerjisi ve Üreteç Isıl gücü

Üreteç ısı gücü, ısıtma için enerji gereksinimi ve ısı kayıpların toplamıdır.

$$Q_{rv,outg} = Q_{h,b} + Q_{rv,ce} + Q_{rv,d} + Q_{rv,s} \quad (4)$$

$Q_{rv,outg}$: Havalandırma sistemindeki üreticinin ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,b}$: Isıtma için enerji gereksinimi, (kWh)

$Q_{rv,ce}$: Havalandırma sisteminin kontrol ve emisyon ısı kaybı, (kWh)

$Q_{rv,d}$: Havalandırma sisteminin dağıtım ısı kaybı, (kWh)

$Q_{rv,s}$: Havalandırma sisteminin depolama ısı kaybı, (kWh)

Havalandırma sisteminin ısı üreticisine verilmesi gereken enerji aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$Q_{rv,f} = Q_{rv,outg} + Q_{rv,g} - Q_{rv,reg} \quad (5)$$

$Q_{rv,f}$: Isı üreticisine sağlanması gereken enerji, (kWh)

$Q_{rv,outg}$: Havalandırma sistemindeki üreticinin ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,g}$: Havalandırma sisteminin üreteç ısı kaybı, (kWh)

$Q_{rv,reg}$: Havalandırma sisteminin emilen havadan ısı geri kazanımı ile sağlanan ısı girişi. (kWh)

Destek enerjisi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,aux} = Q_{rv,ce,aux} + Q_{rv,d,aux} + Q_{rv,s,aux} + Q_{rv,g,aux} \quad (6)$$

$Q_{rv,aux}$: Havalandırma sisteminin destek enerjisi, (kWh)

$Q_{rv,ce,aux}$: Havalandırma sisteminin kontrol ve emisyon için destek enerjisi, (kWh)

$Q_{rv,d,aux}$: Havalandırma sisteminin dağıtım için destek enerjisi, (kWh)

$Q_{rv,s,aux}$: Havalandırma sisteminin depolama için destek enerjisi, (kWh)

$Q_{rv,g,aux}$: Havalandırma sisteminin ısı üretimi için destek enerjisi. (kWh)

3.3. Isıtma için Enerji ihtiyacı

Net enerji kısmında anlatılan mekanik havalandırma sistemleriyle bağıntılı olarak havalandırma ısı kuyusu $Q_{V,mech}$ ' in hesabı için besleme havası sıcaklığı (koşullandırılan ortama verilen hava) $\theta_{V,mech}$ ve hava değişim oranı n_{mech} 'in belirlenmesi gerekir.

3.3.1. Besleme Havası Sıcaklığı ($\theta_{V,mech}$)

3.3.1.1. Egzoz (atılan hava) Havalandırma Sistemleri

3.3.1.1.1. Isı geri Kazanımı olmayan Egzoz Havalandırma Sistemleri

Isıtma için enerji ihtiyacının denge hesaplamalarında zona giren tüm hava (dış hava ve besleme havası) değerlendirilmiştir. Egzoz havalandırma sistemi işlemi infiltrasyon ve pencere havalandırmasını etkiler.

Isı geri kazanımsız havalandırma sistemlerinde besleme havası sıcaklığı $\theta_{V,mech}$, dış hava sıcaklığına θ_e eşittir.

$$\theta_{V,mech} = \theta_e \quad (7)$$

$\theta_{V,mech}$: Ortalama besleme havası sıcaklığı, (°C)

θ_e : Ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)

3.3.1.1.2. Emilen hava/Su Isı Pompası

Emilen hava/Su ısı pompası hesaplamalarda üreteç işlevi görür. Isı geri kazanımsız havalandırma sistemlerine benzer olarak besleme havası sıcaklığını hesaplamaya gerek yoktur.

3.3.1.2. Besleme ve Egzoz Havalandırma Sistemleri

Bu sistemler, egzoz havalandırma sistemlerine ek olarak besleme havası (koşullandırılan ortama verilen hava) ve dış hava ile de işlem görür.

3.3.1.2.1. Isı geri kazanımı olmayan Besleme ve Egzoz Havalandırma Sistemleri

$$\theta_{V,mech} = \theta_e \quad (\text{Eşitlik 7})$$

$\theta_{V,mech}$: Ortalama besleme havası sıcaklığı, (°C)

θ_e : Ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)

3.3.1.2.2. Emilen hava/Besleme Havası Isı Değişiricileri

Emilen hava/Besleme Havası ısı değişiricilerinin kullanıldığı sistemlerde besleme havası sıcaklığı, ısı değişiricisinden geri kazanılan ısının genel verimi olan $\eta_{W\ddot{U}T}$ temel alınarak hesaplanır.

Eğer havalandırma sistemi bütün sene boyunca ısı geri kazanımla birleşik olarak işlem görmüyorsa, ısı geri kazanımın işlemde olmadığı süre boyunca besleme havası sıcaklığı dış hava sıcaklığına eşit alınabilir. Çalıştığı zamanlarda aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$\theta_{V,mech} = \theta_e + \eta_{W\ddot{U}T} \cdot (\theta_{ex} - \theta_e) \quad (8)$$

$\theta_{V,mech}$: Ortalama besleme havası sıcaklığı, (°C)

θ_e : Ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)

θ_{ex} : Ortamdan emilen havanın sıcaklığı, (°C)

$\eta_{W\ddot{U}T}$: Isı değişiricisinden geri kazanılan ısının genel verimi

Varsayılan değerler:

θ_{ex} için herhangi bir değer verilmediyse $\theta_{ex} = 21^\circ C$ alınır.

$\eta_{W\ddot{U}T}$ için herhangi bir değer verilmediyse $\eta_{W\ddot{U}T} = 0,6$ alınır. Bu değer 1999'dan sonra yapılan ve toprak/besleme havası ısı değişiricisi olmayan ısı değişiricileri için kullanılır. Eğer ısı değişiricisi 1999'dan önce yapılmışsa $\eta_{W\ddot{U}T}$ %10 azalabilir ve $\eta_{W\ddot{U}T} = 0,54$ alınabilir. Eğer ısı değişiricisine toprak/besleme havası ısı değişiricisi de eklenmişse $\eta_{W\ddot{U}T}$ %10 artabilir ve $\eta_{W\ddot{U}T} = 0,66$ alınabilir.

Tablo 1. Toprak/besleme havası ısı değişiricisi olmayan, 1999'dan sonra yapılmış ortamdan emilen hava/besleme havası ısı değişiricileri için aylık besleme havası sıcaklıklarının varsayılan değerleri

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
θ_e (°C)	5,2	6,0	6,2	9,3	16,4	21,0	24,1	21,4	18,8	14,1	8,8	6,1
$\eta_{W\ddot{U}T}=0,6$ için $\theta_{V,mech}$ (°C)	14,7	15,0	15,1	16,3	19,1	21,0	22,2	21,1	20,1	18,2	16,1	15,0

3.3.1.2.3. Emilen Hava/Besleme Havası Isı Pompası

Atılan hava/besleme havası ısı pompaları üreteç işlevi görür. Besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz.

Eğer emilen hava/besleme havası ısı değişiricisi kullanılmıyorsa besleme havası sıcaklığı dış hava şartlarına eşit kabul edilir.

Eğer emilen hava/besleme havası ısı pompaları emilen hava/besleme havası ısı değiştiricisi ile kombine bir şekilde kullanılıyorsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise denklem (8) kullanılır.

3.3.1.2.4. Emilen hava/Su Isı Pompası

Emilen hava/Su ısı pompaları üreteç işlevi görür. Besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz.

Eğer emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricisi kullanılmıyorsa besleme havası sıcaklığı dış hava şartlarına eşit kabul edilir.

Eğer emilen hava/Su ısı pompaları emilen hava/besleme havası ısı değiştiricisi ile kombine bir şekilde kullanılıyorsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise denklem (8) kullanılır.

3.3.1.2.5. Emilen Hava/Besleme Havası/Su Isı Pompası

Emilen hava/Besleme Havası/Su ısı pompaları üreteç işlevi görür. Besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz.

Eğer emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricisi kullanılmıyorsa besleme havası sıcaklığı dış hava şartlarına eşit kabul edilir.

Eğer emilen hava/Besleme Havası/Su ısı pompaları emilen hava/besleme havası ısı değiştiricisi ile kombine bir şekilde kullanılıyorsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise denklem (8) kullanılır.

3.3.1.3. Hava Isıtma Sistemleri

Hava ısıtma sistemleri üreteç işlevi görür. Besleme havası sıcaklığı hesaplanırken hava ısıtma sistemi dikkate alınmaz. Bu kural, hava ısıtma yöntemlerine ve ısıtma sistemin tek fazlı (sadece havanın kullanıldığı sistemler) veya çift fazlı (sıcak hava ve sıcak sulu ısıtma sistemleri bir arada) olmasına bakılmaksızın geçerlidir.

Eğer emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricisi kullanılmıyorsa besleme havası sıcaklığı dış hava şartlarına eşit kabul edilir veya emilen hava/besleme havası ısı değiştiricisi ile kombine bir şekilde kullanılıyorsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken hava ile ısıtma dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise denklem (8) kullanılır.

3.3.2. Ortalama Hava Değişim Oranı (n_{mech})

Ortalama hava değişim oranı, havalandırma sisteminde iç ve dış havanın ne kadar hızla yer değiştirdiğinin ölçüsüdür. Hava değişim oranı aşağıdaki formülden elde edilebilir.

$$n_{mech} = \frac{\dot{V}}{V} \quad (9)$$

n_{mech} : Ortalama hava değişim oranı, (h^{-1})

\dot{V} : Hacimsel debi, (m^3/h)

V : Hacim (m^3)

Varsayılan değerler:

Başka bir bilgi verilmediyse, havalandırma sistemi ortalama hava değişim oranı

$n_{mech} = 0,4 \text{ h}^{-1}$ alınabilir.

3.4. Kontrol ve Emisyon

Havalandırma sistemlerinde kontrol ve emisyon kayıpları aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,ce,mth} = \left(\frac{f_{rad} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{rv,ce}} - 1 \right) \cdot Q_{h,b,mth} \quad (10)$$

$Q_{rv,ce,mth}$: Aylık kontrol ve emisyon ısı kayıpları (kWh)

f_{rad} : Işınım faktörü (sadece 4 m'den yüksek iç alanlarda geçerlidir.)

f_{int} : Kesintili çalışma faktörü

f_{hydr} : Hidrolik denge faktörü

$\eta_{rv,ce}$: Alan ısı kontrol ve emisyon etkinliği

$Q_{h,b,mth}$: Isıtma için aylık net enerji ihtiyacı (kWh)

f_{rad} , f_{int} ve f_{hydr} değerleri aşağıdaki tablodan elde edilir.

Tablo 2. Kontrol ve emisyon ısı kayıplarını belirlemede kullanılan f faktörleri

Parametreler	Sembol	Birim	Değer
Işınım faktörü			
Standart kat yüksekliği ($h \leq 4$ m)	f_{rad}	-	1
Kesintili çalışma faktörü			
Kesintili çalışma	f_{int}	-	1
Kesintisiz çalışma			0,97
Hidrolik denge faktörü			
Standart koşullar	f_{hydr}	-	1

$$\eta_{rv,ce} = \frac{1}{4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)}$$

(11)

η_L : Düşey hava sıcaklığı profili için kısmi verim değeri

η_C : Oda sıcaklığı kontrolü için kısmi verim değeri

η_B : Bina dış bileşenlerinde özgül ısı kayıpları için kısmi verim değeri

Tablo 3'te çeşitli havalandırma sistemleri için genel kontrol ve emisyon verimlilik değerleri verilmiştir. Bu ısı kayıplar sıcak havanın iç akış etkisini ve kontrol mekanizmalarının etkilerini göz önünde bulundurur.

Tablo 329. Oda Isı Kontrolü ve Emisyonu İçin Genel Verim $\eta_{rv,ce}$

Sistem	Sıcaklık kontrol yöntemi	$\eta_{rv,ce}$	
Hava sıcaklığı ^a $\theta_{L,m} > \theta_i$ olan konut havalandırma sistemleri	PI kontrolörü ile tek oda kontrolü (optimizasyon fonksiyonu ile)	0,93	
	P kontrolörü ile tek oda kontrolü (1K)	0,92	
	P kontrolörü ile zon kontrolü (1K) - ısı değiştiricisi ile	0,91	
	P kontrolörü ile zon kontrolü (1K) - ısı değiştiricisi olmadan	0,90	
	Isı değiştiricisi ile ve tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/ besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü ile) P kontrolörü ile kontrol edilen tek odalı geri ısıtmayı içererek (1K)	0,93	
	Hava santralî dış duvarda	Isı değiştiricisi ve tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/ besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü ile) P kontrolörü ile kontrol edilen tek odalı geri ısıtmayı içererek (1K)	0,91
		Sadece ısı pompası bileşeni için tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü ile)	0,90
		Sadece ısı pompası bileşeni için tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü olmadan)	0,88
		Hava sıcaklığı ^a $\theta_{L,m} > \theta_i$ olan konut havalandırma sistemleri	PI kontrolörü ile tek oda kontrolü (optimizasyon fonksiyonu ile)	0,90
	P kontrolörü ile tek oda kontrolü (1K)		0,89
P kontrolörü ile zon kontrolü (1K) - ısı değiştiricisi ile	0,88		
P kontrolörü ile zon kontrolü (1K) - ısı değiştiricisi olmadan	0,87		
Isı değiştiricisi ile ve tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/ besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü ile) P kontrolörü ile kontrol edilen tek odalı geri ısıtmayı içererek (1K)	0,90		
Hava santralî iç duvarda	Isı değiştiricisi ve tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/ besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü ile) P kontrolörü ile kontrol edilen tek odalı geri ısıtmayı içererek (1K)		0,88
	Sadece ısı pompası bileşeni için tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü ile)		0,87
	Sadece ısı pompası bileşeni için tek-oda kontrolü olmadan emilen hava/besleme havası ısı pompası (merkezi master kontrol ve pilot oda kontrolü olmadan)		0,85
	Hava sıcaklığı ^a $\theta_{L,m} < \theta_i$ olan konut havalandırma sistemleri	Beslemesiz (yedekli olmadan) yeniden ısıtılmalı ısı değiştiricisi	1,0
Beslemeli (yedekli) yeniden ısıtılmalı ısı değiştiricisi		0,99	
Dışardan monte edilmiş hava transfer cihazı		1,00	

^a Tablo 4'ten alınan dağıtım kanallarından sağlanmış olan besleme havası ortalama hava sıcaklığı

3.5. Dağıtım

Havalandırma sistemlerinde dağıtım kayıpları aşağıdaki gibi hesaplanır:

3.5.1. Isıl Kayıplar

Hava kanalında ısı kayıp, sıcak besleme havası dağıtılırken ve içerideki hava atılırken oluşur. Genel ısı kayıp formülü:

$$Q_{rv,d,j} = U_j \cdot L_j \cdot (\theta_{L,m} - \theta_{U,m}) \cdot f_a \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \quad (12)$$

$Q_{rv,d,j}$: Hava kanalının j kısmının ısı kayıbı, (kWh)

U_j : Hava kanalının j kısmının birim uzunluk başına toplam ısı geçiş katsayısı (Tablo 5), (W / m·K)

L_j : Hava kanalının j kısmının uzunluğu (Tablo 5), (m)

$\theta_{L,m}$: Hava kanallarındaki ortalama sıcaklık (Tablo 4), ($^{\circ}$ C)

$\theta_{U,m}$: Kanalların bulunduğu ortamın sıcaklığı (Tablo 4), ($^{\circ}$ C)

f_a : Isıl kayıp faktörü (Tablo 4).

$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin çalışma süresi, gün adet

$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin günlük çalışma süresi, h

Hava kanallarından toplam ısı kayıp, kanalın birbirinden ayrı kısımlarının ısı kayıplarının toplamıdır.

$$Q_{rv,d,mth} = \sum_j Q_{rv,d,mth,j} \quad (13)$$

Eğer besleme hava kanalları havalandırılan ortam dâhilinde yerleşmişse ve bu hava kanalları içerisindeki hava sıcaklığı oda sıcaklığına eşit veya daha düşükse bu kanallardan olan kayıplar ihmal edilebilir, yani $Q_{rv,d,mth,j} = 0$ alınabilir. Aynı uygulama havalandırma ünitesi ve kanalların havalandırılan ortama girdiği yerde; eğer bu kanallar 2 m'den kısaysa ve en az 50 mm ısı yalıtım kalınlığının mevcut olması durumunda geçerlidir.

Tablo 4. Dağıtım Isıl Kayıpları İçin Sınır Koşulları

Parametre	Sembol	Birim	Değer
Yerleşimine göre Isıl kayıp faktörü			
Elemanlar havalandırılan ortamın dışında	f_a	-	1
Elemanlar havalandırılan ortamın içinde			0,15
Hava Kanalındaki Ortalama Sıcaklık : Besleme Havası			
Emilen havadan besleme havasına ısı değiştiricisi, yeniden ısıtma yapılmayan	$\theta_{L,m}$	°C	$\theta_{v,mech}$
Emilen havadan besleme havasına ısı pompası (yeniden ısıtma yok) veya hava çıkış sıcaklığı 35 °C olan havayla ısıtma sistemi			29
Emilen havadan besleme havasına ısı değiştiricisi ve emilen havadan besleme havasına ısı pompası (yeniden ısıtma yok) veya hava çıkış sıcaklığı 45 °C olan havayla ısıtma sistemi			35
Hava çıkış sıcaklığı 55 °C olan havayla ısıtma sistemi			41
Hava Kanalındaki Ortalama Sıcaklık: Atılan Hava			
Emilen hava kanalları	$\theta_{L,m}$	°C	21
Havalandırılan ortam içinde yer alan emilen hava kanalları			$\theta_{ex} - \eta_{WÜT} \cdot (\theta_{ex} - \theta_e)$
Ortam sıcaklığı			
Havalandırılan ortamın içinde	$\theta_{U,m}$	°C	21
Havalandırılan ortamın dışında			θ_e (Net Enerji)

Tablo 5. Dağıtım Isıl Kayıpları İçin Sınır Koşulları

Parametre	Sembol	Birim	Değer	
			Havalandırılan ortamın dışında	Havalandırılan ortamın içinde
Isı Geçiş Katsayısı : 1995'e kadar yapılan binalar	U	W / (m · K)	0.65	0.85
Isı Geçiş Katsayısı : 1995'ten sonra yapılan binalar			0.45	0.85
Besleme Havası Kanalı Uzunluğu	L	m	$L_v = 10 + 0.01 \cdot V$	
Emilen Hava Kanalı Uzunluğu			$L_v = 7,5 + 0.01 \cdot V$	

3.5.2. Destek Enerjisi

Eğer hava kanallarında havanın dağıtımı ayrı fanlarla (örneğin havanın geri dolaşım işlemi) yapılıyorsa aşağıdaki formül kullanılır:

$$Q_{rv,d,aux} = \sum_i (P_{vent,i} \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day}) \quad (10)$$

$Q_{rv,d,aux}$: Dağıtım için destek enerjisi, (kWh)

$P_{Vent,i}$: Fan i 'nin nominal güç kapasitesi, (W)

$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin çalışma süresi, gün adet

$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin günlük çalışma süresi, h

Varsayılan değerler:

$P_{Vent,i}$ için başka bir bilgi yoksa Tablo 7'deki değerler kullanılır.

3.6. Depolama

3.6.1. Isıl Kayıplar

Havalandırma ile ısıtma yapılan sistemlerde depolama ısı kaybı aşağıdaki gibidir :

$$Q_{rv,s} = \left(\frac{\theta_{rv,s} - \theta_{U,m}}{45 \text{ K}} \right) \cdot t_{h,mth} Q_{B,S} \cdot f_{Verbindung} \quad (11)$$

$Q_{rv,s}$: Depolama ısı kaybı, (kWh)

$\theta_{rv,s}$: Depolama tankının ortalama sıcaklığı, (°C)

$\theta_{U,m}$: Depolama tankının bulunduğu ortamın sıcaklığı (Tablo 4), (°C)

$t_{h,mth}$: Bir aydaki ısıtma günleri, gün.

$Q_{B,S}$: Bekleme (stand-by) ısı kaybı, (kWh)

$f_{Verbindung}$: Bağlantı ısı kayıp faktörü

Depolama tankı ile ısı değiştiricisi aynı birimdeyse $f_{Verbindung} = 1$,

Depolama tankı ile ısı değiştiricisi aynı birimde değilse $f_{Verbindung} = 1,2$ olarak alınır.

Depolama tankının besleme ısı kaybı aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$Q_{B,S} = 0,4 + 0,14 \cdot V^{0,45} \quad (12)$$

$Q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı,günlük, (kWh)

V : Depolama tankının nominal kapasitesi, (lt)

Varsayılan değerler:

Emilen hava/ su (emilen havadan suya) ısı pompası ile depolama tankı aynı birimdeyse;

$V = 120$ lt

$Q_{B,S} = 0,067$ kWh

3.6.2. Destek Enerjisi

Depolama tankında ayrı bir dolaşım (sirkülasyon) pompası kullanılmışsa, destek enerjisi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$Q_{rv,s,aux} = P_{pumpe} \cdot t_{p,mth} \quad (13)$$

$Q_{rv,s,aux}$: Depolamada kullanılan pompanın destek enerjisi, (kWh)

P_{pumpe} : Depolama sirkülasyon pompasının çıkış gücü(tasarıma veya ısıtma kısmında belirtildiği üzere), (W)

$t_{p,mth}$: Depo sirkülasyon pompasının çalışma süresi, h.

3.7. Üretim

Havalandırma ve havayla ısıtma sistemleri için ısı üreteç çıkışı hesaplanır.

Üretim kısmında kombine olarak birden fazla üreteç yer alabilir ya da bir veya birden çok üreteç, birden fazla sistemin(örneğin emilen hava/su ısı pompasıyla hem havalandırma hem kullanım sıcak suyu) ihtiyacını karşılayabilir.

Isı üretici için verilmesi gereken enerji aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurularak hesaplanır:

- Üreteç ısı gücü,
- Üreteç ısı kayıpları,
- Emilen havadan geri kazanılan ısı miktarı

3.7.1. Isıl Kayıplar

Üreteç ısı kayıpları, havalandırma sistemi ve hava ile ısıtma sistemi elemanları için ayrı ayrı hesaplanır.

Emilen hava ile çalışan ısı pompaları için üretim ısı kayıpları aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,g,WP,mth} = f_{ce,WP,mth} \cdot (Q_{rv,outg,w,WP,mth} + Q_{rv,outg,h,WP,mth}) \quad (14)$$

$Q_{rv,g,WP,mth}$: Isı pompasının üreteç ısı kaybı (ilgili ay için), (kWh)

$f_{ce,WP,mth}$: Isı pompasının ısı kayıp faktörü (Tablo 6)

$Q_{rv,outg,w,WP,mth}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,outg,h,WP,mth}$: Isıtma için üreteç ısı gücü. (kWh)

Yeniden ısıtma serpantinlerinin üreteç ısı kayıpları aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,g,NH,mth} = f_{ce,NH,mth} \cdot Q_{rv,outg,NH,mth} \quad (15)$$

$Q_{rv,g,NH,mth}$: Isıtma serpantininin ısı kaybı (ilgili ay için) , (kWh)

$f_{ce,NH,mth}$: Isıtma serpantininin ısı kayıp faktörü, (Tablo 6)

$Q_{rv,outg,NH,mth}$: Isıtma serpantini için üreteç ısı gücü. (kWh) (Eşitlik (57))

Tablo 630. Havalandırma sistemi elemanlarının buldukları yere göre ısı kayıp faktörleri

Havalandırma Sistemi Elemanı	Isı Kayıp Faktörü (f_{ce})
Emilen havadan besleme havasına ısı pompası	0.02
Emilen havadan suya ısı pompası	0.02
Emilen havadan besleme havası ve suya ısı pompası	0.02
Elektrikli yeniden ısıtma serpantini	0.00
Suyla dolu yeniden ısıtma serpantini	0.01

Isı geri kazanımsız sistemlerde üreteç ısı kayıpları yoktur. $Q_{rv,g} = 0$ alınır.

Emilen havadan besleme havasına ısı değiştiricileri ısıtma için net enerji $Q_{h,b}$ hesabında kullanılır. Üreteç olarak işlev görmezler. $Q_{rv,g} = 0$ alınır.

3.7.2. Destek Enerjisi

Havalandırma sistemi ve hava ile ısıtma sistemi ısı üretimi için gerekli destek enerjisi, fan, kontrol elemanları ve yeniden ısıtma için gerekli destek enerjilerinin toplamıdır.

$$Q_{rv,g,aux,mth} = Q_{Vent,aux,mth} + Q_{Reg,aux,mth} + Q_{Vorw,aux,mth} + Q_{NH,aux,mth} \quad (16)$$

$Q_{rv,g,aux,mth}$: Üretim için gerekli destek enerjisi (ilgili ay için), (kWh)

$Q_{Vent,aux,mth}$: Fanlar için gerekli destek enerjisi, (kWh)

$Q_{Reg,aux,mth}$: Kontrol elemanları için gerekli destek enerjisi, (kWh)

$Q_{Vorw,aux,mth}$: Havanın ön ısıtması için (donmayı önleme işlemi) destek enerjisi, (kWh)

$Q_{NH,aux,mth}$: Yeniden ısıtma için gerekli destek enerjisi. (kWh)

3.7.2.1. Fan ve Kontrol elemanları için gerekli destek enerjisi

$$Q_{Vent,aux} = (1 + f_{EWÜT}) \cdot p_{el,Vent} \cdot n_{mech} \cdot V \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \quad (17)$$

$Q_{Vent,aux}$: Fanlar için gerekli destek enerjisi, (kWh)

$f_{EWÜT}$: Isı değiştiricisi faktörü,

Toprak-besleme havası ısı değiştiricisi yoksa $f_{EWÜT} = 0$

Toprak-besleme havası ısı değiştiricisi varsa $f_{EWÜT} = 0.2$

$p_{el,vent}$: Fanın birim hacimsel debi başına güç tüketimi (Tablo 7), (W / (m³ / h))

n_{mech} : Ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V: Havalandırılan zonun hacmi. (m³)

$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin çalışma süresi, gün adet

$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin günlük çalışma süresi, h

Tablo 7. Fanın birim hacimsel debi başına güç tüketimi

Havalandırma Sistemi Tipi	Sembol	Birim	Fan Tipi	
			AC	DC
Egzoz Havalandırma Sistemi				
Merkezi : Isı Pompası Yoksa	$p_{el,vent}$	W / (m ³ / h)	0.20	0.10
Merkezi : Emilen hava ısı pompası			0.35	0.25
Tek Zon : Isı Pompası Yoksa			0.35	0.25
Besleme ve Egzoz Havalandırma Sistemi				
Merkezi : Emilen havadan besleme havasına ısı değiştiricisi	$p_{el,vent}$	W / (m ³ / h)	0.55	0.40
Merkezi : Emilen havadan besleme havasına ısı pompası			0.65	0.50
Tek Zon : Emilen havadan besleme havasına ısı değiştiricisi			0.70	0.55
Hava Isıtma Sistemi				
Merkezi : Emilen havadan besleme havasına ısı değiştiricisi	$p_{el,vent}$	W / (m ³ / h)	0.70	0.55
Merkezi : Emilen havadan besleme havasına ısı pompası			0.80	0.65

Varsayılan değerler:

Topraktan besleme havasına ısı değiştiricisi yoksa: $f_{EWÜT}=0$,

Topraktan besleme havasına ısı değiştiricisi varsa: $f_{EWÜT}=0,2$ alınır.

$$n_{mech} = 0,4 \text{ h}^{-1}$$

$$Q_{Reg,aux} = P_{el,Reg} \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \quad (18)$$

$Q_{Reg,aux}$: Kontrol elemanları için gerekli destek enerjisi, (kWh)

$P_{el,Reg}$: Fan kapalıyken kontrol elemanlarının güç tüketimi, (W) (üretim şartnamesinden)

$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin çalışma süresi, gün adet

$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin günlük çalışma süresi, h

3.7.2.2. Yeniden ısıtma ve ön ısıtma için gerekli destek enerjisi

Havalandırma sistemlerinin donması, içeriye giren dış havanın elektrikli ısıtma serpantiniyle ön ısıtılması yoluyla önlenir. Havanın ön ısıtılması için destek enerjisi $Q_{Vorw,aux}$ aşağıdaki formülden hesaplanabilir.

$$Q_{Vorw,aux} = n_{mech} \cdot V \cdot F_{Gt,Vorw} \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \quad (19)$$

$Q_{Vorw,aux}$: Havanın ön ısıtılması için(donmayı önleme işlemi) destek enerjisi, (kWh)

n_{mech} : Ortalama hava değişim oranı, (h^{-1})

V : Net hacim (m^3)

$F_{Gt,Vorw}$:Ön ısıtma için derece-gün değeri, (Kh), (Tablo 8'den alınır.)

$c_{p,a} \cdot \rho_a = 1,22 \text{ kJ}/(m^3 \cdot K) = 0,34 \text{ Wh}/(m^3 \cdot K)$ kullanılabilir.

Tablo 8. Donmayı önlemek için aktivasyon sıcaklıklarının fonksiyonu olarak ön ısıtma için aylık $F_{Gt,Vorw}$ değerleri (Kh)

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
$\theta_e < -12^\circ\text{C}$ ise $F_{Gt,Vorw}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\theta_e < -9^\circ\text{C}$ ise $F_{Gt,Vorw}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\theta_e < -6^\circ\text{C}$ ise $F_{Gt,Vorw}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\theta_e \geq -6^\circ\text{C}$ ise $F_{Gt,Vorw}$	714,6	381,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Eğer havalandırma ünitesinin donması elektrikli ısıtma serpantini kullanılarak ön ısıtma yapılması ile önlenemiyorsa, fakat topraktan besleme havasına ısı değiştiricisi veya fanları kapatarak önlenbiliyorsa 3.3.1.2'deki prosedür uygulanır.

Havayla ısıtma sistemlerinde net enerji ihtiyacı $Q_{h,b}$ ' yi karşılamak için besleme havası için yeniden ısıtma yapılır.

Eğer elektrikli yeniden ısıtma serpantinleri kullanılmışsa $Q_{NH,aux}=0$ alınır.

Eğer suyla dolu yeniden ısıtma serpantinleri kullanılmışsa $Q_{NH,aux} = Q_{h,d,aux}$ (Isıtma kısmında hesaplanır.)

Varsayılan değerler:

$$n_{mech} = 0,4 \text{ h}^{-1}$$

3.7.3. Üreteç ısı gücü

Havalandırma sistemlerinde üreteç ısı gücü $Q_{rv,outg}$ havalandırma sistem tipine göre ele alınmalı ve daha sonra sistem kurulumuna göre ayrıca kullanım sıcak suyu ve alan ısıtma için de hesaplamalar yapılmalıdır.

3.7.3.1. Egzoz Havalandırma Sistemleri

3.7.3.1.1. Isı Geri Kazanımı olmayan sistem

Isı geri kazanımı olmayan havalandırma sistemlerinde üreteç ısı gücü $Q_{rv,outg} = 0$ 'dır.

3.7.3.1.2. Emilen Hava /Su Isı Pompası

Emilen hava / su ısı pompaları(ısı kaynağı: Emilen hava, ısı kuyusu: su), emilen havanın ısını ısı taşıyıcı sıvıya aktarırlar. Aktarılan ısı kullanım sıcak suyu ve/veya hacim ısıtılmasında kullanılabilir.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı gücü $Q_{w,outg}$ kullanım sıcak suyu sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanır.

Havalandırma sistemlerindeki emilen hava/su ısı pompasında üretilen ısı kullanım sıcak suyunda da kullanılır.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında kullanılacak, üreteçten çıkan maksimum ısı miktarı $Q_{rv,w,outg,max}$ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,w,outg,max} = p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL} \cdot V \cdot f_T \cdot COP_t \cdot t_{on,w,max,mth} \quad (20)$$

$Q_{rv,w,outg,max}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Sıcak su ısı pompasının birim hacimsel debi başına güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL}$: Sistemin emilen havasının Ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü,

COP_t : Sıcak su için ısı pompasının ısıtma etkinlik katsayısı

$t_{on,w,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu amacıyla ısı pompası maksimum kullanım süresi

Aşağıda ısı pompasının kullanım sıcak suyu için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

- a) Isı pompasının kullanım sıcak suyu için ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{w,outg,mth} > Q_{rv,w,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{rv,w,outg,max,mth} \quad (21)$$

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Sıcak su için ısı pompasının üretim ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{w,outg,mth}^* = Q_{w,outg,mth} - Q_{rv,w,outg,mth} \quad (22)$$

$Q_{w,outg,mth}^*$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh), (Kullanım sıcak suyu sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{w,outg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (Kullanım sıcak suyu sistemleri kısmından elde edilecek olan değer)

- b) Isı pompasının kullanım sıcak suyu için ısı ihtiyacının tamamını karşılayabildiği durumda;
 $Q_{w,outg,mth} \leq Q_{rv,w,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{w,outg,mth} \quad (23)$$

$$Q_{w,outg,mth}^* = 0 \quad (24)$$

Hacim Isıtması

Isıtma için üreteç ısı gücü $Q_{h,outg}$ ısıtma sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanır.

Havalandırma sistemlerindeki emilen hava/su ısı pompasında üretilen ısı ısıtmada da kullanılabilir.

Bu üreteçten çıkan maksimum ısı miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_\theta \cdot \varepsilon_{el,h,WP} \cdot t_{on,h,max,mth}) - Q_{rv,w,outg,mth} \quad (25)$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isıtma için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü

f_θ : Isıtma sistemi sıcaklığı değişimi için düzeltme faktörü

$\varepsilon_{el,h,WP}$: Isıtma için ısı pompasının ısıtma etkinlik katsayısı

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasından sıcak su sistemi için üretilen ısı gücü. (kWh)

$t_{on,h,max,mth}$: Isıtma amacıyla, ısı pompasının maksimum çalışma süresi, h.

Tablo 9. f_T ve f_θ düzeltme faktörleri

Isıtma devresi tasarım sıcaklıkları	Sembol	Birim	Değer
Ortamdan emilen havanın sıcaklık değişimleri			
Emilen hava sıcaklığı	f_T	—	20°C
			21°C
			22°C
Isıtma devresi sıcaklık değişimleri			
Isıtma devresi tasarım sıcaklıkları	f_θ	—	35°C/28°C
			40°C/32°C
			55°C/45°C

Aşağıda ısı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

- c) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,max,mth} \quad (26)$$

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Hacim ısıtması için ısı pompasının üreteç ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Hacim ısıtması için ısı pompasının ürettiği maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{h,outg,mth}^* = Q_{h,outg,mth} - Q_{rv,h,outg,mth} \quad (27)$$

$Q_{h,outg,mth}^*$: Isıtma için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh),
 (ısıtma sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{h,outg,mth}$: Isıtma için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (ısıtma sistemleri kısmından alınacak.)

- d) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşılayabildiği durumda;
 $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} \quad (28)$$

$$Q_{h,outg,mth}^* = 0 \quad (29)$$

Varsayılan değerler:

Aşağıda verilen değişkenlerle ilgili bir bilgi mevcut değilse bu değerler kullanılabilir.

$$f_T = 1.0 ; f_\theta = 1.068 ; n_{mech,ABL} = 0.4 \text{ h}^{-1}$$

Kullanım sıcak suyu için; $p_{el,w,WP} = 2.5 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$; $COP_t = 3.4$

Isıtma için; $p_{el,h,WP} = 2.7 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$; $\varepsilon_{el,h,WP} = 3.9$ alınır.

3.7.3.2. Besleme ve Egzoz Havalandırma Sistemleri

Bu sistemler, egzoz havalandırma sistemlerine ek olarak besleme havası (koşullandırılan ortama verilen hava) ve dış hava ile de işlem görür.

3.7.3.2.1. Isı Geri Kazanımı Olmayan Sistemler

Isı geri kazanımı olmayan sistemlerde üreteç ısı gücü $Q_{rv,outg} = 0$ 'dır.

3.7.3.2.2. Emilen Hava /Besleme Havası Isı Değiştiricileri

Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricileri üreteç gibi işlev görmezler. Bu yüzden $Q_{rv,outg} = 0$ 'dir.

3.7.3.2.3. Emilen Hava /Besleme Havası Isı Pompası

Emilen hava / besleme havası ısı pompaları emilen havanın ısını yalnızca havalandırma sisteminin besleme havasına aktarırlar. Isı değiştiricileri ile kombine şekilde de kullanılabilirler. Üretilen ısı hacim ısıtmasında kullanılır.

$$Q_{h,outg,mth} = Q_{h,b,mth} + Q_{rv,ce,mth} + Q_{rv,d,mth} + Q_{rv,s,mth} \quad (30)$$

$Q_{h,outg,mth}$: Havalandırma sisteminin ısı üreticiden ısıtma sistemine verilen ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,b,mth}$: Isıtma için gerekli enerji, (kWh) (Net enerji kısmından)

$Q_{rv,ce,mth}$: Havalandırma sisteminin kontrol ve emisyon ısı kayıpları, (kWh) (3.4.bölümde hesaplandı.)

$Q_{rv,d,mth}$: Havalandırma sisteminin dağıtım ısı kayıpları, (kWh) (3.5.bölümde hesaplandı.)

$Q_{rv,s,mth}$: Havalandırma sisteminin depolama ısı kayıpları. (kWh) (3.6.bölümde hesaplandı.)

Tablo 10.Hava hacimsel debisi değişimlerine göre düzeltme faktörü f_V değerleri

Ortalama hava hacimsel debisi/maksimum hava hacimsel debisi	Sembol	Birim	Değer
30%	f_V	—	0,71
40%			0,79
50%			0,86
60%			0,93
70%			1
80%			1,09
90%			1,18

Emilen hava / besleme havası ısı pompasından ısıtma sistemine aktarılabilecek maksimum ısı gücü aşağıdaki gibidir :

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_V \cdot \epsilon_{el,h,WP} \cdot t_{on,h,i,max,mth} - Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} \quad (31)$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isı pompasından ısıtma sistemine aktarılabilecek maksimum ısı gücü,(kWh)

$p_{el,h,WP}$: Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

(ısı değiştiricisi de varsa ısı değiştiricisiyle kombine şekilde hesaplanır.)

$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü

f_V : Hava hacimsel debisinin değişimi için düzeltme faktörü

$\varepsilon_{el,h,Wp}$: Isıtma için ısı pompasının performans katsayısı

$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth}$: Isı pompasından önce sisteme eklenmiş olabilen ısı değiştiricisinden çıkan ısı. (kWh)

Hava koşullarına göre testler yapılarak ısı pompasının aylık çalışma zamanları sıcaklık sınıfları (bin) yöntemiyle belirlenir.

$t_{on,h,i,max,mth}$ için bin yöntemiyle belirlenmiş tablo şu şekilde verilmektedir:

Tablo 11. Ortamdan emilen hava/Besleme havası ısı pompalarının sıcaklık sınıfı Bin'ler için aylık çalışma zamanları, (h)

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
$\theta_e = -3^\circ\text{C}$ Sıcaklık aralığı: $\theta_e \leq 0^\circ\text{C}$	145	91	0	0	0	0	0	0	0	0	2	62
$\theta_e = +4^\circ\text{C}$ Sıcaklık aralığı: $0^\circ\text{C} \leq \theta_e \leq 7^\circ\text{C}$	302	300	517	229	0	0	0	0	0	12	311	407
$\theta_e = +10^\circ\text{C}$ Sıcaklık aralığı: $7^\circ\text{C} \leq \theta_e \leq 15^\circ\text{C}$	309	295	229	442	336	43	0	2	152	460	330	288

Emilen hava/besleme havası ısı değiştiricileri ve toprak/besleme havası ısı değiştiricileri genelde ısıtma için net enerji hesabında dikkate alınır ve üreteç olarak işlev görmezler. Ancak ısı değiştiricileri, emilen hava kaynaklı ısı pompalarıyla kombine şekilde çalıştırılırlarsa havalandırma üreteç ısı ihtiyacına olan katkıları aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} = n_{mech,mth} \cdot V \cdot \eta_{WÜT,mth} \cdot (\theta_{ex} - \theta_{e,mth}) \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \cdot C_{p,a} \cdot \rho_a \quad (32)$$

$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim oranı, (h^{-1})

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m^3)

$\eta_{WÜT}$: Isı değiştiricisinin ısı geri kazanım verimi

θ_{ex} : Emilen hava sıcaklığı, ($^\circ\text{C}$)

θ_e : Dış ortam sıcaklığı, ($^\circ\text{C}$)

$C_{p,a}$: Havanın ısı kapasitesi, ($\text{kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K})$)

ρ_a : Havanın yoğunluğu. (kg / m^3)

$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin aylık çalışma süresi, gün adet

$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin günlük çalışma süresi, h

$c_{p,a} \cdot \rho_a = 1,22 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}) = 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ kullanılabilir.

Eğer ısı değiştiricisi yoksa $Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} = 0$ 'dır.

Aşağıda ısı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

- a) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,max,mth} \quad (33)$$

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isıtma sistemi için ısı pompasından üretilen ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isıtma sistemi için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{h,outg,mth}^* = Q_{h,outg,mth} - Q_{rv,h,outg,mth} \quad (34)$$

$Q_{h,outg,mth}^*$: Isıtma için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh),
 (ısıtma sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{h,outg,mth}$: Isıtma için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (Isıtma sistemleri kısmından alınacak.)

- b) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşılayabildiği durumda;
 $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} \quad (35)$$

$$Q_{h,outg,mth}^* = 0 \quad (36)$$

Varsayılan değerler:

Aşağıda verilen değişkenlerle ilgili bir bilgi mevcut değilse bu değerler kullanılabilir.

$$f_T = 1.0 ; f_V = 1 ; n_{mech,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1}$$

$$\eta_{WÜT,mth} = 0.6 ; \theta_{ex} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$p_{el,h,WP} = 1.8 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$$

Isı değiştiricisi yoksa ; $\varepsilon_{el,h,WP} = 3.0$

Isı değiştiricisi varsa ; $\varepsilon_{el,h,WP} = 4.7$ alınır.

Tablo 12. Emilen hava/ Besleme havası ısı pompasının ısı değiştiricili veya ısı değiştiricisiz olma durumuna göre $p_{el,h,WP}$ ve $\epsilon_{el,h,WP}$ değerleri

Havalandırma Sistemi	Sıcaklık Sınıfları (Bin)		
	1	2	3
	$\theta_e \leq 0^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C} \leq \theta_e \leq 7^\circ\text{C}$	$7^\circ\text{C} \leq \theta_e \leq 15^\circ\text{C}$
Isı değiştiricisiz Emilen Hava/Besleme Havası Isı Pompası			
$p_{el,h,WP}$ (W / (m ³ / h))	1,6	1,7	1,8
$\epsilon_{el,h,WP}$	3,5	3,3	3
Emilen hava/besleme havası ısı değiştiricili Emilen Hava/Besleme Havası Isı Pompası			
$p_{el,h,WP}$ (W / (m ³ / h))	1,6	1,7	1,8
$\epsilon_{el,h,WP}$	5,2	5	4,7

Tablo 13.Emilen hava kaynaklı ısı pompasının ısı değiştiricisiyle kombine olarak kullanılması durumundaki varsayılan sıcaklık farkları

Ay	Ocak	şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
$\theta_{ex} - \theta_{e,mth}$ (K)	15,8	15,0	14,8	11,7	4,6	0,0	-3,1	-0,4	2,2	6,9	12,2	14,9
$\eta_{WT,mth}=0,6$ için $\theta_{ex} - \theta_{e,mth}$ (K)	9,5	9,0	8,9	7,0	2,8	0,0	-1,9	-0,2	1,3	4,1	7,3	8,9

3.7.3.2.4. Emilen hava /Su ısı pompası

Emilen hava / su ısı pompaları, emilen havanın ısısını kullanarak sıvı taşıyıcılara aktararak ısıtmada kullanılan suyun ya da kullanım sıcak suyunun ısıtılmasını sağlarlar.

Besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinde emilen havadan suya ısı pompaları genelde ısı değiştiricileriyle kombine şekilde kullanılırlar. Isı değiştiricisinden geri kazanılan ısı, besleme havasına transfer edilir. Bu konu ilerde irdelenmektedir.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı gücü $Q_{w,outg}$ kullanım sıcak suyu sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanmaktadır.

Havalandırma sistemlerindeki emilen hava/su ısı pompasında üretilen ısı kullanım sıcak suyunda da kullanılır.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında kullanılabilcek, üreteçten çıkan maksimum ısı miktarı aşağıdaki gibidir:

$$Q_{rv,w,outg,max,mth} = p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot COP_t \cdot t_{on,w,max,mth} - Q_{rv,h,outg,WT,mth} \quad (37)$$

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü

COP_t : Sıcak su için ısı pompasının ısıtma etkinlik katsayısı

$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth}$: Sisteme eklenmiş ısı değiştiricisinden çıkan ısı. (kWh)

$t_{on,w,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompası maksimum çalışma süresi, h.

Isı değiştiricileri, emilen hava kaynaklı ısı pompalarıyla kombine şekilde çalıştırılırlarsa havalandırma üreteç ısı ihtiyacına olan katkıları hesaplanabilir.

Sisteme eklenmiş ısı değiştiricisinden çıkan ısı $Q_{rv,h,outg,WÜT}$ eşitlik 32'den alınır.

Aşağıda ısı pompasının kullanım sıcak suyu için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

a) Isı pompasının kullanım sıcak suyu için ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{w,outg,mth} > Q_{rv,w,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{rv,w,outg,max,mth} \quad (38)$$

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{w,outg,mth}^* = Q_{w,outg,mth} - Q_{rv,w,outg,mth} \quad (39)$$

$Q_{w,outg,mth}^*$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh), (Kullanım sıcak suyu sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{w,outg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (Kullanım sıcak suyu sistemleri kısmından elde edilecek olan değer)

b) Isı pompasının kullanım sıcak suyu için ısı ihtiyacının tamamını karşılayabildiği durumda;
 $Q_{w,outg,mth} \leq Q_{rv,w,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{w,outg,mth} \quad (40)$$

$$Q_{w,outg,mth}^* = 0 \quad (41)$$

Hacim Isıtması

Isıtma için üreteç ısı gücü $Q_{h,outg}$ ısıtma sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanmıştır.

Havalandırma sistemlerindeki emilen hava/su ısı pompasında üretilen ısı ısıtmada da kullanılabilir.

Isıtmada kullanılacak, üreteçten çıkan maksimum ısı miktarı aşağıdaki gibidir :

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_\theta \cdot \varepsilon_{el,h,WP} \cdot t_{on,g,h,mth} - Q_{rv,w,outg,mth} \quad (42)$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isıtma için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$p_{el,h,WP}$: Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü

$t_{on,g,h,mth}$: Isıtma amaçlı ısı pompası maksimum çalışma süresi, h.

f_θ : Isıtma sistemi sıcaklığı değişimi için düzeltme faktörü

$\varepsilon_{el,h,WP}$: Isıtma için ısı pompasının ısıtma etkinlik katsayısı

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasından sıcak su sistemi için üretim ısı gücü. (kWh)

Aşağıda ısı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

- c) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,max,mth} \quad (43)$$

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Hacim ısıtması için ısı pompasından üretim ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Hacim ısıtması için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{h,outg,mth}^* = Q_{h,outg,mth} - Q_{rv,h,outg,mth} \quad (44)$$

$Q_{h,outg,mth}^*$: Isıtma için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh),
 (ısıtma sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{h,outg,mth}$: Isıtma için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (Isıtma sistemleri kısmından alınacaktır.)

- d) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşıladığı durumda;
 $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} \quad (45)$$

$$Q_{h,outg,mth}^* = 0 \quad (46)$$

Varsayılan değerler:

Bu bölümde,

$$f_T = 1.0 ; f_\theta = 1.068 ; n_{mech,ABL,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1}$$

Kullanım sıcak suyu için: $p_{el,w,WP} = 1.5 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$;

Isıtma için: $p_{el,h,WP} = 2 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$

Isı değiştiricisi yoksa ; $\varepsilon_{el,h,WP} = 3.5$, $COP_t = 3.5$

Isı değiştiricisi varsa ; $\varepsilon_{el,h,WP} = 4$, $COP_t = 4$ alınır.

3.7.3.2.5. Emilen Hava / Besleme Hava ve Su Isı Pompası

Emilen hava /besleme havası ve su ısı pompaları (Isı kaynağı: Emilen hava, Isı kuyusu: besleme havası ve su) emilen havanın ısını besleme havasına ve kullanım sıcak suyuna aktarırlar. Üretilen ısı kullanım sıcak suyu ve ısıtmada kullanılabilir.

Isı değiştiricileri, kural olarak emilen hava kaynaklı ısı pompalarıyla kombine şekilde çalıştırılırlar ve havalandırma üreteç ısı ihtiyacına olan katkıları hesaplanabilir. Bu hesap bölüm 3.7.4.'te anlatılmaktadır.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı gücü $Q_{w,outg}$ kullanım sıcak suyu sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanmaktadır.

Havalandırma sistemlerindeki emilen hava/su ısı pompasında üretilen ısı kullanım sıcak suyunda da kullanılır.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında kullanılacak, üreteçten çıkan maksimum ısı miktarı aşağıdaki gibidir:

$$Q_{rv,w,outg,max,mth} = p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot COP_t \cdot t_{on,w,mth} - Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} \quad (47)$$

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü,(kWh)

$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu ısıtılmasında birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü

COP_t : Sıcak su için ısı pompasının ısıtma etkinlik katsayısı

$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth}$: Sisteme eklenmiş ısı değiştiricisinden çıkan ısı. (kWh)

$t_{on,w,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompası çalışma süresi,h.

Isı değiştiricileri, emilen hava kaynaklı ısı pompalarıyla kombine şekilde çalıştırılırlarsa havalandırma üreteç ısı ihtiyacına olan katkıları hesaplanabilir.

Sisteme eklenmiş ısı değiştiricisinden çıkan ısı $Q_{rv,h,outg,WÜT}$ eşitlik 32'den alınır.

Aşağıda ısı pompasının kullanım sıcak suyu için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

- a) Isı pompasının kullanım sıcak suyu için ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{w,outg,mth} > Q_{rv,w,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{rv,w,outg,max,mth} \quad (48)$$

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretim ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Sıcak su için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{w,outg,mth}^* = Q_{w,outg,mth} - Q_{rv,w,outg,mth} \quad (49)$$

$Q_{w,outg,mth}^*$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh), (Kullanım sıcak suyu sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{w,outg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (Kullanım sıcak suyu sistemleri kısmından elde edilecek olan değer)

- b) Isı pompasının kullanım sıcak suyu için ısı ihtiyacının tamamını karşılayabildiği durumda;
 $Q_{w,outg,mth} \leq Q_{rv,w,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{w,outg,mth} \quad (50)$$

$$Q_{w,outg,mth}^* = 0 \quad (51)$$

Hacim Isıtması

Önceki sistemlerdeki prosedürler uygulanır ancak bu tip ısı pompalarında maksimum üreteç ısı gücü hesaplanırken kullanım sıcak suyu sistemlerinin önceliği vardır.

Isıtmada kullanılacak, üreteçten çıkan maksimum ısı miktarı aşağıdaki gibidir:

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = \sum_i (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_V \cdot \varepsilon_{el,h,WP} \cdot t_{on,h,i,max,mth}) - Q_{rv,w,outg,mth} \quad (52)$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isıtma için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$p_{el,h,WP}$: Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

f_T : Emilen hava sıcaklığının değişimi için düzeltme faktörü ,

f_V : Hava hacimsel debisinin değişimi için düzeltme faktörü,

$\varepsilon_{el,h,WP}$: Isıtma için ısı pompasının ısıtma etkinlik katsayısı,

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasından sıcak su sistemi için üretim ısı gücü. (kWh)

$t_{on,h,i,max,mth}$: Isıtma amacıyla,ısı pompası aylık maksimum çalışma süresi,bin i sayısına göre, h.

Aşağıda ısı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.

- c) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşıladığı durumda;
 $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,max,mth} \quad (53)$$

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Hacim ısıtması için ısı pompasından üretilen ısı gücü, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Hacim ısıtması için ısı pompasından üretilen maksimum ısı gücü, (kWh)

$$Q_{h,outg,mth}^* = Q_{h,outg,mth} - Q_{rv,h,outg,mth} \quad (54)$$

$Q_{h,outg,mth}^*$: Isıtma için ısı pompasından ayrı üretilmesi gereken, arta kalan ısı, (kWh),
 (ısıtma sistemleri kısmı için girdi)

$Q_{h,outg,mth}$: Isıtma için üreteçten çıkması gereken ısı, (kWh), (Isıtma sistemleri kısmından alınır.)

- d) Isı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşıladığı durumda;
 $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ olur.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} \quad (55)$$

$$Q_{h,outg,mth}^* = 0 \quad (56)$$

Varsayılan değerler:

Bu bölümde;

$$f_T = f_V = 1.0; n_{mech,mth} = n_{mech,ABL,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1};$$

Kullanım sıcak suyu için: $p_{el,w,WP} = 1.5 \text{ W}/(\text{m}^3 / \text{h})$;

Isıtma için: $p_{el,h,WP} = 1.8 \text{ W}/(\text{m}^3 / \text{h})$

Isı değiştiricisi yoksa ; $COP_t = 3.5$; $\varepsilon_{el,h,WP} = 3.0$

Isı değiştiricisi varsa ; $COP_t = 4$; $\varepsilon_{el,h,WP} = 4.7$ alınır.

3.7.3.3. Hava ile Isıtma Sistemleri

Hava ile ısıtma sistemleri, ısı taşıyıcısı olarak sadece havayı kullanan sistemlerdir ve en az bir ısı üreteçleri var, ilave olarak bir de ısı değiştiricileri olabilir.

Hava ile ısıtma sisteminde ısı değiştiricisi ve/veya ısı pompası kullanılıyorsa Bölüm 3.7.3.2.'deki hesaplamalar yapılır.

Yeniden ısıtma serpantini için ise aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$Q_{rv,outg,NH,mth} = (Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{rv,ce} + Q_{rv,d} + Q_{rv,s}) - (Q_{h,outg,reg} - Q_{rv,h,outg}) \quad (57)$$

$Q_{rv,outg,NH,mth}$: Yeniden ısıtma serpantinleri için ısıtma sisteminin ısı gücü, (kWh)

$Q_{h,b}$: Isıtılan ortamın ısıtma ihtiyacı, (kWh)

$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminin kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminin dağıtım kayıpları, (kWh)

$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminin depolama kayıpları, (kWh)

$Q_{rv,ce}$: Havalandırma sisteminin kontrol ve emisyon kayıpları, (kWh)

$Q_{rv,d}$: Havalandırma sisteminin dağıtım kayıpları, (kWh)

$Q_{rv,s}$: Havalandırma sisteminin depolama kayıpları, (kWh)

$Q_{h,outg,reg}$: Yenilenebilir enerji kaynaklarından ısı kazancı, (kWh)

$Q_{rv,h,outg}$: Isı pompasından ısıtma sistemi için üretilen ısı. (kWh)

Varsayılan değerler:

Bu bölümde;

a) Elektrikli yeniden ısıtma serpantini kullanılıyorsa;

$Q_{h,ce} = 0$ kWh, $Q_{h,d} = 0$ kWh ; $Q_{h,s} = 0$ kWh alınır.

b) Emilen havadan besleme havasına ısı pompası kullanılıyorsa ;

$Q_{rv,s} = 0$ kWh alınır.

3.7.4. Emilen Havadan Geri Kazanılan Isı Girişi

Havalandırma sistemlerinde, emilen havadan geri kazanılan ısı girişi $Q_{rv,reg}$ hesaplanmıştır.

3.7.4.1. Egzoz Havalandırma Sistemleri

3.7.4.1.1. Isı Geri Kazanımı olmayan sistemler

Isı geri kazanımı olmayan sistemlerde, havalandırma sistemine emilen havadan geri kazanılan ısı girişi yoktur. $Q_{rv,reg} = 0$ 'dır.

3.7.4.1.2. Emilen Hava / Su Isı Pompası

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması için ortamdan emilen havadan suya ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,w,reg,mth} = Q_{rv,w,outg,mth} - (p_{el,W,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,w,mth}) \quad (58)$$

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasından sıcak su sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

$t_{on,w,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompası çalışma süresi, h.

Hacim Isıtması

Hacim Isıtması için ortamdaki emilen havadan, emilen hava/ su ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,mth}) \quad (59)$$

$Q_{rv,h,reg,mth}$: Hacim ısıtması için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasından ısıtma sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,h,WP}$: Hacim ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi. (m³)

$t_{on,h,mth}$: Isıtma amaçlı ısı pompası çalışma süresi, h.

Ortamdan emilen hava/su ısı pompası tarafından geri kazanılan ısının toplam miktarı iki değeri birbirine ekleyerek bulunur.

$$Q_{rv,reg,a} = \sum(Q_{rv,h,reg,mth} + Q_{rv,w,reg,mth}) \quad (60)$$

$Q_{rv,h,reg,a}$: Hacim ısıtması için emilen havadan yıllık olarak ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)Isı

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

Varsayılan değerler:

Bu bölümde;

$n_{mech,ABL,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1}$;

Kullanım sıcak suyu için: $p_{el,w,WP} = 2.5 \text{ W / (m}^3 \text{ / h)}$;

Isıtma için: $p_{el,h,WP} = 2.7 \text{ W / (m}^3 \text{ / h)}$ alınır.

3.7.4.2. Besleme ve Egzoz Havalandırma Sistemleri

3.7.4.2.1. Isı Geri Kazanımı Olmayan Sistemler

Isı geri kazanımı olmayan sistemlerde, havalandırma sistemine ortamdan emilen havadan geri kazanılan ısı girişi yoktur. $Q_{rv,reg} = 0$ 'dır.

3.7.4.2.2. Emilen Hava /Besleme Havası Isı Değiştiricileri

Isıtma için enerji ihtiyacı $Q_{h,b}$ hesaplanırken dikkate alınır. Isı üretici gibi ele alınmazlar. $Q_{rv,reg} = 0$ 'dır.

3.7.4.2.3. Emilen Hava/ Besleme Havası Isı Pompası

Hacim Isıtması

Isıtma için ortamdan emilen havadan besleme havasına ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,r,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - \sum_i (p_{el,h,WP,i} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,i,mth}) \quad (61)$$

$Q_{rv,h,reg,r,mth}$: Hacim ısıtması için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasından ısıtma sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,h,WP,i}$: Hacim ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi. (m³)

$t_{on,h,i,mth}$: Isı pompasının çalışma süresi, bin kapsamında, h.

Varsayılan değerler:

Bu bölümde;

3.7.3.2'deki varsayılan değerler kullanılır.

$n_{mech,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1}$; $p_{el,h,WP,i} = 1.8 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$ alınır.

3.7.4.2.4. Emilen Hava /Su Isı Pompası

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması için ortamdan emilen havadan suya ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,w,reg,mth} = Q_{rv,w,outg,mth} - (p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,w,mth}) \quad (62)$$

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasından sıcak su sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi (m³)

$t_{on,w,mth}$: Isı pompasının sıcak su için çalışma süresi, h.

Hacim Isıtması

Isıtma için ortamdaki emilen havadan suya ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,mth}) \quad (63)$$

$Q_{rv,h,reg,mth}$: Hacim ısıtması için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasından ısıtma sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,h,WP}$: Hacim ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi. (m³)

$t_{on,h,mth}$: Isı pompasının, hacim ısıtması amacıyla çalışma süresi, h.

Varsayılan değerler:

Bu bölümde;

$$n_{mech,ABL,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1};$$

Kullanım sıcak suyu için: $p_{el,w,WP} = 1.5 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$;

Isıtma için: $p_{el,h,WP} = 2 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{h})$ alınır.

3.7.4.2.5. Emilen Hava / Besleme Havası ve Su Isı Pompası

Kullanım sıcak suyu ısıtması

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması için ortamdaki emilen havadan besleme havasına ve suya ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,w,reg,mth} = Q_{rv,w,outg,mth} - (p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,w,mth}) \quad (64)$$

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasından sıcak su sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

$t_{on,w,mth}$: Isı pompasının sıcak su için çalışma süresi, h.

Hacim Isıtması

Isıtma için ortamdaki emilen havadan besleme havasına ve suya ısı pompası tarafından ısı geri kazanımı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,mth}) \quad (65)$$

$Q_{rv,h,reg,mth}$: Hacim ısıtması için emilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı, (kWh)

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasından ısıtma sistemi için üretilen ısı gücü, (kWh)

$p_{el,h,WP}$: Hacim ısıtmasında Birim hacimsel debi başına ısı pompasının güç tüketimi, (W / (m³ / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Sistemin emilen havasının ortalama hava değişim oranı, (h⁻¹)

V : Havalandırılan zonun hacmi, (m³)

$t_{on,h,mth}$: Isı pompasının, hacim ısıtması amacıyla çalışma süresi, h.

Varsayılan değerler:

Bu bölümde;

$$f_T = f_V = 1.0; n_{mech} = n_{mech,ABL,mth} = 0.4 \text{ h}^{-1};$$

Kullanım sıcak suyu için: $p_{el,w,WP} = 1.5 \text{ W/(m}^3 \text{ / h)}$;

Isıtma için: $p_{el,h,WP} = 1.8 \text{ W/(m}^3 \text{ / h)}$

3.7.4.3. Hava ile Isıtma Sistemleri

Hava ile ısıtma sistemleri, ısı taşıyıcısı olarak sadece havayı kullanan sistemlerdir ve en az bir ısı üreteçleri var, ilave olarak bir de ısı değiştiricileri olabilir.

Hava ile ısıtma sistemlerinde emilen hava ısı pompaları kullanıldığı durumlar bölüm 3.7.4.2.'deki gibi hesaplanır. Isı pompası kullanılmayan sistemlerde $Q_{rv,reg,mth} = 0$ 'dir.

Varsayılan değerler:

3.7.3.2.'deki değerler kullanılır.

EK A**Havalandırma Sistemleri**

Aşağıda, raporda anlatılan sistemlerin şekilleri gösterilmiştir.

Bazı şekillerdeki kısaltmaların açıklamaları şöyledir:

AB: Ortamdan emilen hava

Yukarıda bahsedildiği üzere, ortamdan emilen hava (kısaca emilen hava denmiştir.) ısı pompasına giren hava olarak kullanılmaktadır.

FO: Atılan hava (egzoz havası)

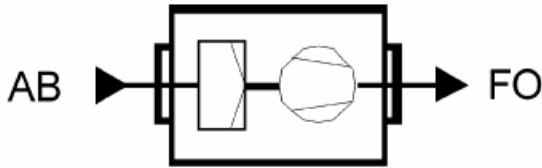
İşlem gördükten sonra dışarıya atılan havadır.

AU: Dış hava

Atmosferden alınan dış havadır.

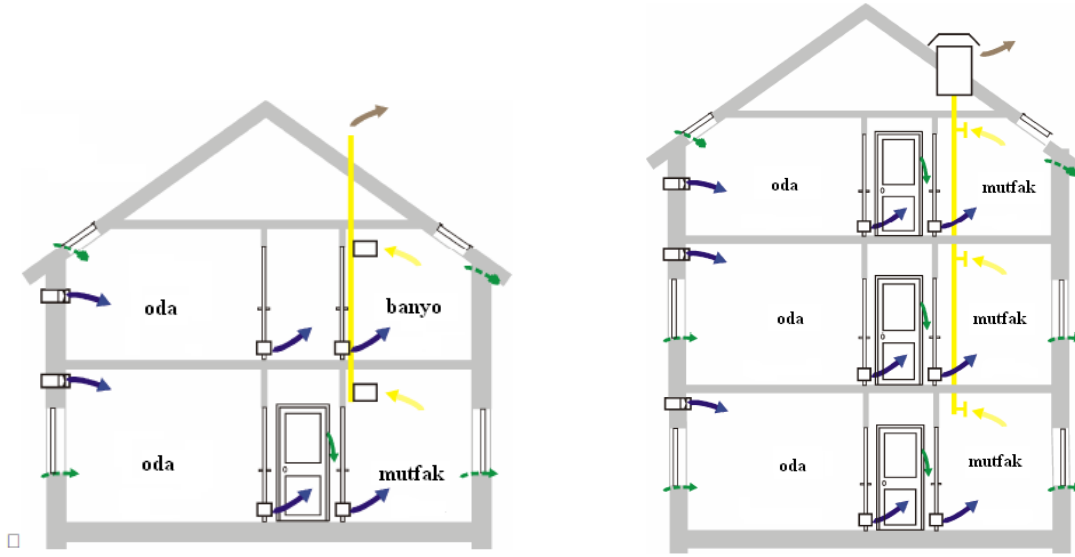
ZU: Besleme havası

Isı geri kazanımı varsa, ısı değiştiricisinden geçip işlem gören ve ortama verilen yani odaya beslenen havadır.

SH: Isıtma**DHW: Kullanım Sıcak Suyu****UM: Tekrar dolaşan hava (Geri dolaşım havası)****A.1 Egzoz Havalandırma Sistemleri****A.1.1. Isı geri kazanımsız egzoz havalandırma sistemleri**

Şekil A.1. AB: Ortamdan emilen hava, FO: Atılan hava

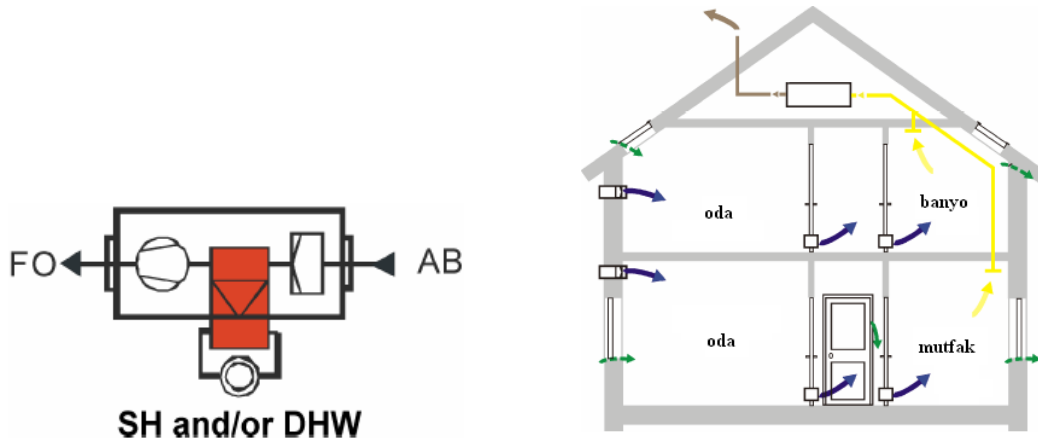
Ortamdan emilen hava işlem görmeden egzoz havası olarak atılır.



Şekil 13 Oda fanlarıyla egzoz havalandırma sisteminin bina modeli

Şekil A.3. Merkezi fanla egzoz havalandırma sisteminin bina modeli

A.1.2. Emilen Hava/Su Isı pompalı egzoz havalandırma sistemleri



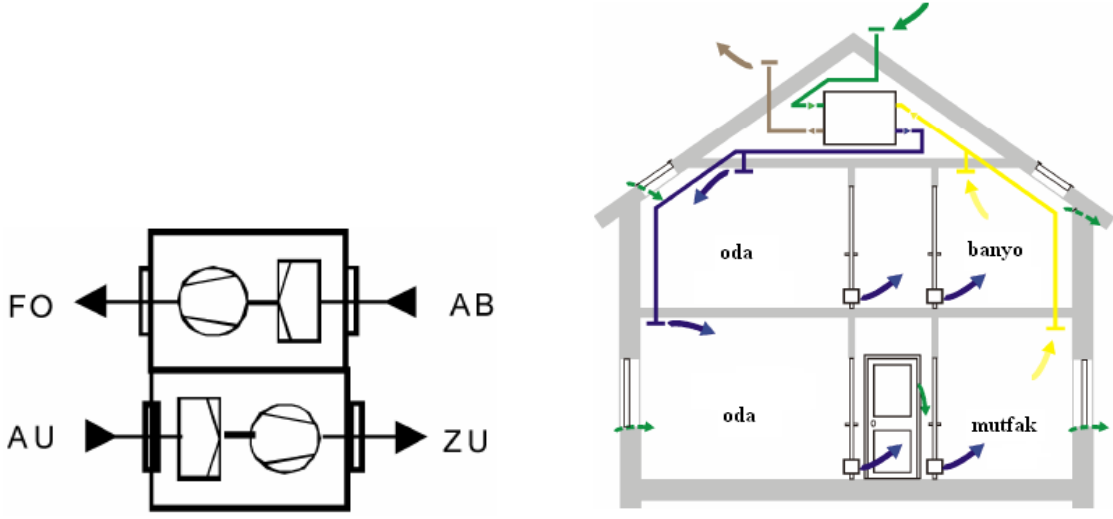
Şekil 14. AB: Emilen hava, FO: Egzoz havası, SH: Isıtma, DHW: Kullanım sıcak suyu

Şekil A.5. Isı pompalı egzoz havalandırma sistemi

Emilen Hava/Su ısı pompası, kullanım sıcak suyu veya ısıtma için enerji ihtiyacını karşılamada da kullanılabilir.

A.2 Besleme ve Egzoz Havalandırma Sistemleri

A.2.1. Isı geri kazanımsız besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

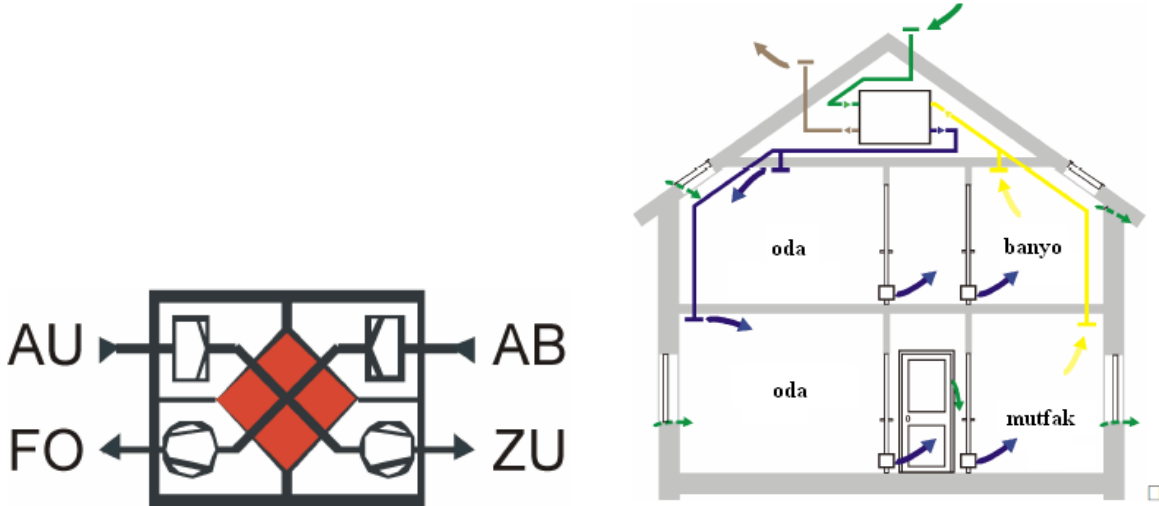


Şekil A.6. AB: Emilen hava, FO: Egzoz havası, AU: Dış hava, ZU: Besleme havası

Şekil A.7. Isı geri kazanımsız besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin bina modeli

A.2.2. Emilen hava/Besleme havası ısı değıştiricili besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

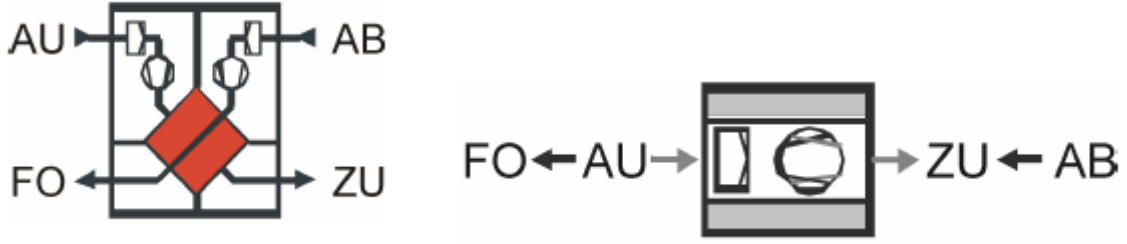
A.2.2.1 Merkezi Sistem



Şekil A.8. AB: Emilen hava, FO: Egzoz havası, AU: Dış hava, ZU: Besleme havası

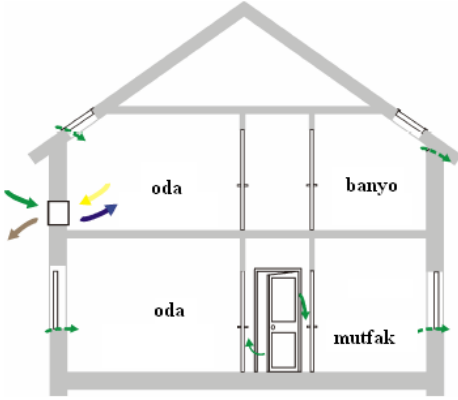
Şekil 15 Bir bina için emilen hava/besleme havası ısı değıştiricili merkezi besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin bina modeli

A.2.2.2 Merkezi Olmayan Sistem (Oda bazında)



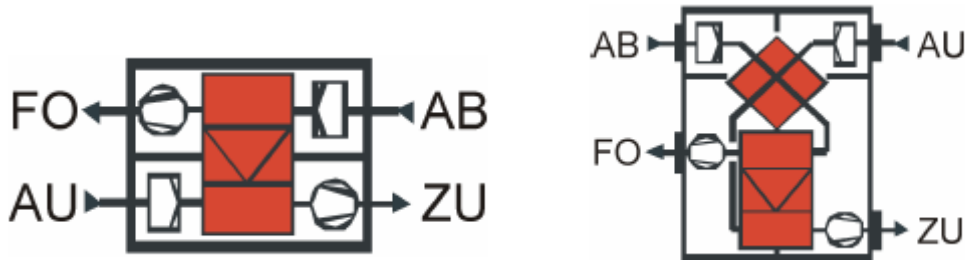
Şekil A.10. Sistem 1

Şekil A.11. Sistem 2



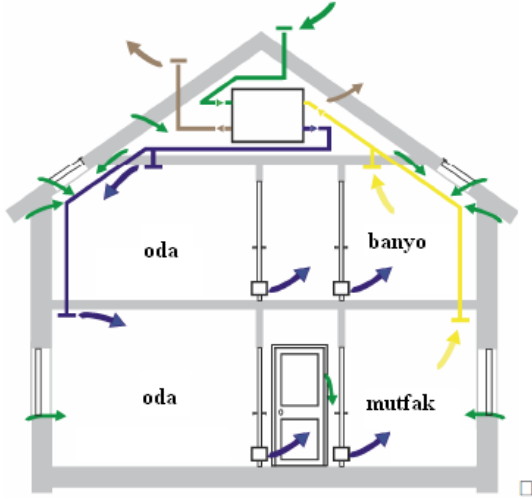
Şekil 16 Oda bazında emilen hava/besleme havası ısı değiştiricili besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin bina modeli

A.2.2.3 Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı, Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz besleme ve egzoz havalandırma sistemleri



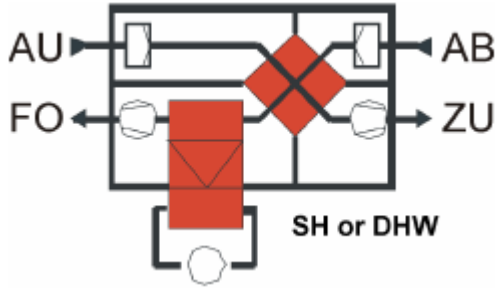
Şekil 17 A.13. Isı değiştiricisiz, ısı pompalı besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

Şekil A.14. Isı değiştiricili, ısı pompalı besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

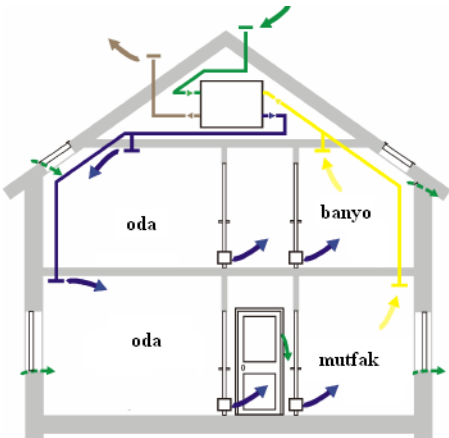


Şekil 18 Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin bina modeli

A.2.2.4 Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı ve Emilen hava/Besleme havası ısı değıştiricili besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

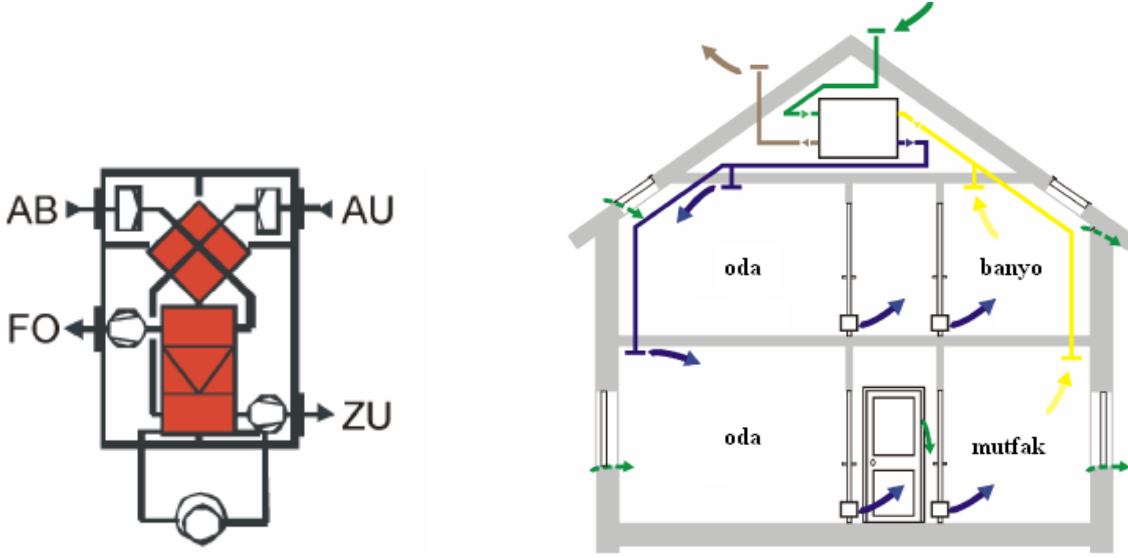


Şekil A.16. Isıtma veya kullanım sıcak suyunun ihtiyacının da karşılanmasını sağlayan ısı pompalı ve ısı değıştiricili sistem



Şekil A.17. Isı pompalı ve ısı değıştiricili sistemin bina modeli

A.2.2.5 Emilen hava/Besleme havası/Su ısı pompalı ve Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricili besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

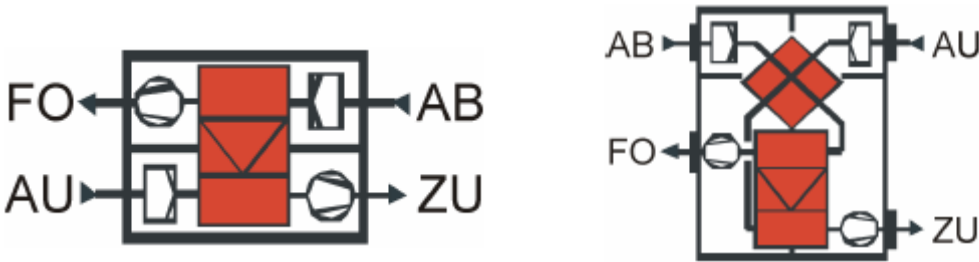


Şekil A.18. Isıtma ve/veya kullanım sıcak suyu ihtiyacının karşılanmasını sağlayan emilen hava/besleme havası/su ısı pompalı ve ısı değiştiricili besleme ve egzoz havalandırma sistemi

Şekil A.19. Isıtma ve/veya kullanım sıcak suyu ihtiyacının karşılanmasını sağlayan emilen hava/besleme havası/su ısı pompalı ve ısı değiştiricili besleme ve egzoz havalandırma sisteminin bina modeli

A.3 Havayla Isıtma sistemleri

A.3.1. Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı, Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz, geri dolaşımsız

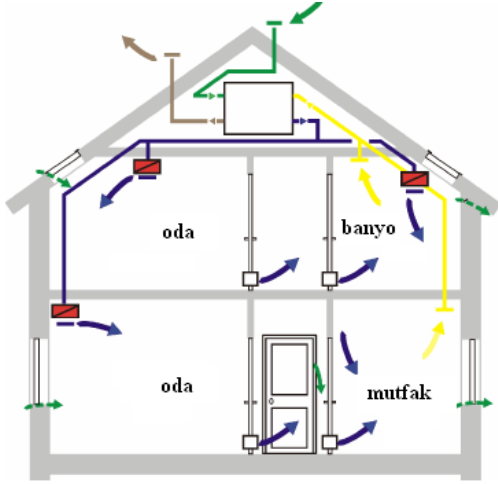


Şekil A.20. Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı, Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricisiz, geri dolaşımsız

Şekil A.21. Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı, Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricili, geri dolaşımsız

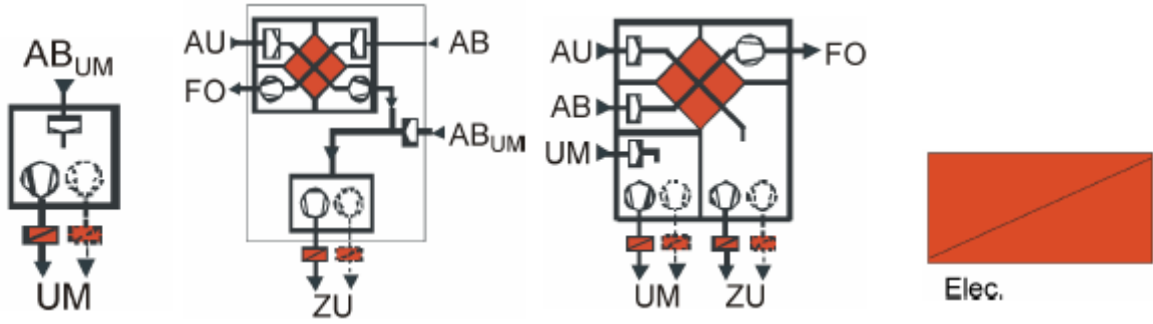


Şekil A.22. Yeniden ısıtma serpantini



Şekil A.23. Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı, Emilen hava/Besleme havası ısı değıştiricili ve ısı değıştiricisiz, geri dolaşimsız sistemin bina modeli

A.3.2. Isı değıştiricili, geri dolaşımlı

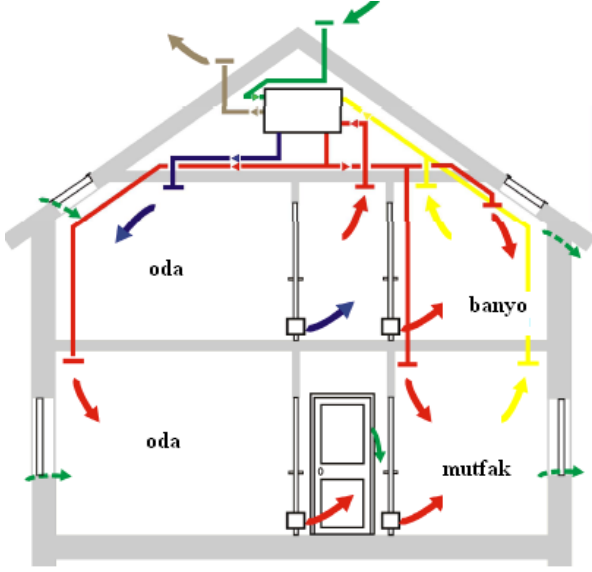


Şekil A.24. Sadece hava ısıtımını geri dolaşımını

Şekil A.25. Isı değıştiricili resirkülasyon geri dolaşımını

Şekil A.26. Isı değıştiricili resirkülasyon geri dolaşımını

Şekil A.27. Yeniden ısıtma serpantini



Şekil A.28. Emilen hava/Besleme havası ısı pompalı, Emilen hava/Besleme havası ısı değiştiricili, geri dolaşımlı sistemin bina modeli

4. KULLANIM SICAK SUYU SİSTEMLERİ

4.1. Üreteç Isısı

Kullanma sıcak suyu sistemi için üreteç ısısını veren ifade aşağıda gösterilmektedir.

$$Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s} \quad (1)$$

Burada;

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu sistemi için üreteç ısı gücü, (kWh)

$Q_{w,b}$: Enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{w,d}$: Kullanım sıcak suyunun çevreye olan dağıtım ısı kayıpları, (kWh)

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyunun sistemde depolanması ile meydana gelen ısı kayıpları, (kWh)

4.2. Kullanım Sıcak Suyu İçin Üretece Verilmesi Gereken Isı

Kullanım sıcak suyu üreticisine verilmesi gereken ısıyı gösteren denklem aşağıda yer almaktadır.

$$Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g} - Q_{w,reg} \quad (2)$$

Burada;

$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu için üretece verilmesi gereken enerji, (kWh)

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu üreteç ısı gücü, (kWh)

$Q_{w,g}$: Kullanım sıcak suyu üreticinin ısı kayıpları, (kWh)

$Q_{w,reg}$: Yenilenebilir enerji katkısı. (kWh)

Yenilenebilir enerji katkısı aşağıda gösterilen eşitlikten hesaplanır.

$$Q_{w,reg} = Q_{w,sol} + Q_{w,in} \quad (3)$$

Burada;

$Q_{w,sol}$: Güneş enerjisinin kullanım sıcak suya katkısı, (kWh)

$Q_{w,in}$: Çevre ısı. (kWh)

$Q_{w,sol}$ ve $Q_{w,in}$ sırasıyla Bölüm 4.7.2'de ve 4.7.3.10'da hesaplanmaktadır.

4.3. Destek Enerjisi

Kullanım sıcak suyu sistemi için destek enerjisini gösteren ifade aşağıda yer almaktadır.

$$Q_{w,aux} = Q_{w,d,aux} + Q_{w,s,aux} + Q_{w,g,aux} \quad (4)$$

$Q_{w,aux}$: Kullanım sıcak suyu için destek enerjisi, (kWh)

$Q_{w,d,aux}$: Kullanım sıcak suyu için dağıtım destek enerjisi, (kWh)

$Q_{w,s,aux}$: Kullanım sıcak suyu için depolama destek enerjisi, (kWh)

$Q_{w,g,aux}$: Kullanım sıcak suyu için ısı üretimi destek enerjisi. (kWh)

4.4. Kullanım Sıcak Suyu Enerji İhtiyacı

Binanın sıcak su ihtiyacı tek bir sistem tarafından sağlanması durumunda hesaplamalar bu tek sistem üzerinden yapılır. Bunun yanı sıra bir binada sıcak su ihtiyacını temin edecek birden fazla sistem yer alabilir. Bu durumda her bir sistem için benzer hesaplar yapılacaktır.

Genel olarak bir kullanım sıcak suyu sistemi; sıcak su üretici, dağıtım sistemi (borular ve pompalar), depolama tankı (eğer ihtiyaç duyulursa) gibi parçaları içinde barındırmaktadır.

Kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı aşağıdaki denklem ile kısaca hesaplanabilir.

$$Q_{w,b} = \rho \cdot c \cdot V_w \cdot (\theta_{w,m} - \theta_k) \quad (5)$$

Burada;

$Q_{w,b}$: Kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı, (kWh)

ρ : Suyun yoğunluğu, (kg/lt)

c : Özgül ısı kapasitesi, $1,163 \cdot 10^{-3}$ (kWh/ kg · K)

V_w : Kullanım suyu hacmi, (lt)

$\theta_{w,m}$: Kullanım noktasındaki ortalama su sıcaklığı, °C

θ_k : Şebeke suyu sıcaklığı, °C

Kullanım noktasındaki ortalama su sıcaklığı ve şebeke suyu sıcaklığı için herhangi bir bilgi mevcut değilse varsayılan değerler olarak Kullanım noktasındaki ortalama su sıcaklığı için 50 °C, şebeke suyu sıcaklığı için 10 °C değerleri kullanılabilir.

Kullanım sıcak suyu hacmi, binanın ne amaçla kullanıldığına göre değişiklik göstermektedir. Aşağıdaki tablo değişik bina tiplerine göre günlük kişi başına düşen kullanım sıcak suyu miktarını göstermektedir.

Tablo 1. Sıcak su tüketimi

Konut Tipi	V_w (lt/gun. kişi)
Apartman	45
Tekil Aile Konutu, Rezidans	60

4.5. Dağıtım

4.5.1. Binalarda Merkezi Kullanım Suyu Beslemesi

4.5.1.1. Isıl Kayıplar

Kullanım sıcak su dağıtım borularında dolaşımın olması ya da olmaması durumu için ısı kayıpları veren ifade aşağıda gösterilmektedir.

$$Q_{w,d} = \frac{UL}{1000} (\theta_{w,m} - \theta_i) d_{Nutz,mth} t_{Nutz,T} \quad (6)$$

Burada;

U : Isı geçiş katsayısı (W/mK)

$\theta_{w,m}$: Ortalama boru sıcaklığı, (°C)

θ_i : Ortalama çevre sıcaklığı, (°C)

L : Sıcak su dağıtım borularının uzunluğu, (m)

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu aylık kullanımı, (d)

$t_{Nutz,T}$: Ortalama boru sıcaklığında günlük kullanım, (h)

Herhangi bir bilgi mevcut değilse varsayılan değerler olarak ortalama boru sıcaklığı için 50 °C , ortalama çevre sıcaklığı için 10 °C değerleri kullanılabilir.

Eğer bina 1980'den önce yapıldıysa $U = 0.2$ (W / m · K) ; eğer 1980'den sonra yapıldıysa $U = 0.4$ (W / m · K) değeri kullanılabilir.

Eğer sistem dolaşımli ise, L aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$L = 2 \cdot L_G + 0.0125 \cdot L_G \cdot B_G \quad (7)$$

Eğer sistem dolaşımli değilse, L aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$L = 2 \cdot L_G + 0.0625 \cdot L_G \cdot B_G \quad (8)$$

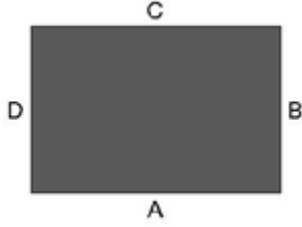
Yukarıdaki denklemlerde yer alan terimler aşağıda açıklanmaktadır.

L_G : Bina boyu (m)

B_G : Bina genişliği (m)

Bu eşitlikteki L_G ve B_G değerleri bina formlarına uygun olarak hesaplanır. Aşağıda bina formlarına göre alınacak değerler gösterilmektedir.

Dikdörtgen Form

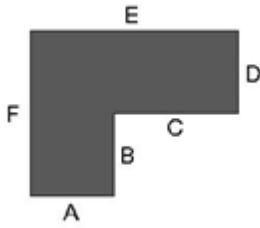


Şekil 1. Dikdörtgen Form

$$L_G = \max(A:B) \quad (9)$$

$$B_G = \min(A:B) \quad (10)$$

“L” Form

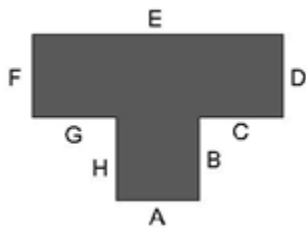


Şekil 2. “L” Form

$$L_G = \max(E:F) \quad (11)$$

$$B_G = \min(E:F) \quad (12)$$

“T” Form

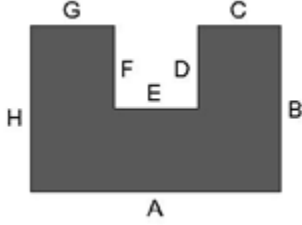


Şekil 3. “T” Form

$$L_G = \max(E: F + H) \quad (13)$$

$$B_G = \min(E: F + H) \quad (14)$$

“U” Form

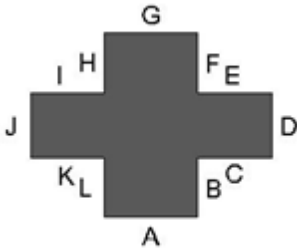


Şekil 4. “U” Form

$$L_G = \max(A: B) \quad (15)$$

$$B_G = \min(A: B) \quad (16)$$

Artı “+” Form

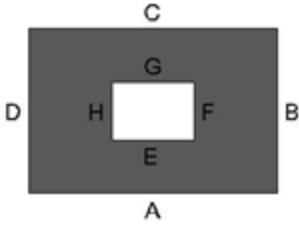


Şekil 5. Artı “+” Form

$$L_G = \max(A + C + K: B + D + F) \quad (17)$$

$$B_G = \min(A + C + K: B + D + F) \quad (18)$$

Avlulu Dikdörtgen Form

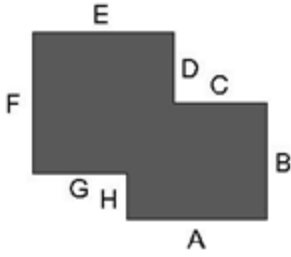


Şekil 6. Avlulu Form

$$L_G = \max(A:B) \quad (19)$$

$$B_G = \min(A:B) \quad (20)$$

İkili Dikdörtgen Form



Şekil 7. İkili Dikdörtgen Form

$$L_G = \max(A + G: B + D) \quad (21)$$

$$B_G = \min(A + G: B + D) \quad (22)$$

4.5.1.2. Kullanım Sıcak Suyunun Dolaşımı İçin Destek Enerjisi

Enerji Gideri

Dolaşım pompasını çalıştırmak için gerekli destek enerjisi aşağıdaki ifade ile hesaplanır.

$$Q_{w,d,aux} = W_{w,d,hydr} \cdot e_{w,d,aux} \quad (23)$$

Burada;

$Q_{w,d,aux}$: Destek enerjisi gideri, (kWh)

$W_{w,d,hydr}$: Hidrolik enerji gereksinimi, (kWh)

$e_{w,d,aux}$: Dolaşım pompasının işletimi için gider faktörü.

Hidrolik Enerji Gereksinimi

Isıtma sistemlerinin hidrolik enerji gereksinimi tasarım noktasındaki hidrolik güçten elde edilir. Aşağıdaki denklem hidrolik enerji gereksinimini hesaplamak için kullanılmaktadır.

$$W_{w,d,hydr} = \left(\frac{P_{hydr}}{1000} \right) d_{Nutz,mth} z \quad (24)$$

Burada;

P_{hydr} : Tasarım noktasındaki pompanın hidrolik gücü, (W)

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanma periyodu, (d)

z : Sirkülasyon pompası günlük çalışma süresi, (h)

Pompanın hidrolik gücü aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$P_{hydr} = 0.2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad (25)$$

Burada;

\dot{V} : Tasarım noktasındaki hacimsel debi, (m³/h)

Δp : Tasarım noktasındaki basınç düşümü, (kPa)

Hacimsel debi ise aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{w,d}}{1.15 \cdot \Delta \theta_z} \quad (26)$$

Burada;

$\dot{Q}_{w,d}$: Dolaşım sistemindeki ısı kayıpları, (kWh)

$\Delta\theta_z$: Dolaşım döngüsündeki sıcaklık farkı. (K)

Dolaşım döngüsündeki sıcaklık farkı ($\Delta\theta_z$) 5 K olarak alınır.

Ayrıca depolama sistemleri için basınç düşümü (Δp) 1 kPa, anlık sistemler için ise basınç düşümü (Δp) 15 kPa olarak alınır.

Gider Faktörü

Dolaşım pompasının performansını değerlendirmek için gider faktörü aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$e_{w,d,aux} = f_e \cdot (C_{p1} + C_{p2}) \quad (27)$$

Burada;

f_e : Etkenlik faktörü

C_{p1} : Sabit değer (Tablo 2'den alınır.)

C_{p2} : Sabit değer (Tablo 2'den alınır.)

Etkenlik faktörü aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$f_e = \left(1.25 + \left(\frac{200}{P_{hydr}} \right)^{0.5} \right) \cdot b \quad (28)$$

Burada;

b : Gereksinimi karşılayan pompalarda 1, gereksinimi karşılamayan pompalarda 2 alınır.

Tablo 2. Pompa kontrol katsayıları

Pompa Kontrolü	C_{p1}	C_{p2}
Kontrolsüz	0.25	0.94
Kontrollü	0.50	0.63

4.6. Depolama

4.6.1. Dolaylı Olarak Isıtılan Kullanım Sıcak Suyu Depolama Tankları

4.6.1.1. Isıl Kayıplar

Dolaylı olarak ısıtılan kullanım sıcak suyu depolama tankının ısı kayıpları aşağıda gösterilen denklem ile hesaplanır.

$$Q_{w,s} = f_{Verbindung} \left(\frac{50 - \theta_i}{45} \right) d_{Nutz,mth} q_{B,S} \quad (29)$$

Burada;

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu tankının beklemede kalma (stand-by) ısı kayıpları, (kWh)

$f_{Verbindung}$: Boru kayıpları için düzeltme faktörü,

θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C)

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanma periyodu, (d)

$q_{B,S}$: Günlük beklemede kalma ısı kayıpları, (kWh)

Ortam sıcaklığı (θ_i) ; eğer depolama tankı iklimlendirilmeyen bölgenin içerisinde ise 13 °C , eğer iklimlendirilen bölgenin içerisinde ise 20 °C alınır.

Bunun yanı sıra, üreteçle depolama tankı aynı ortamdaysa boru kayıpları için düzeltme faktörü ($f_{Verbindung}$) 1.2 değerini alır. Eğer depolama tankı geri besleme ısısını sadece elektrikli daldırma tip ısıtıcıdan alıyorsa boru kayıpları için düzeltme faktörü ($f_{Verbindung}$) 1 değerini alır.

Eğer günlük beklemede kalma ısı kayıpları ($q_{B,S}$) doğrudan bilinmiyorsa, bu kayıplar aşağıdaki formüllerle yaklaşık olarak hesaplanabilir. Hesaplama için depolama tankının 1000 lt'den büyük ya da küçük olmasına göre aşağıdaki formüller verilmiştir.

Depolama tankı 1000 lt'den küçük ise;

$$q_{B,S} = 0.8 + 0.02 \cdot V^{0.77} \quad (30)$$

Depolama tankı 1000 lt'den büyük ise;

$$q_{B,S} = 0.5 + 0.39 \cdot V^{0.35} \quad (31)$$

Burada;

V : Depolama tankının nominal kapasitesi (lt)

Eğer depolama tankının kapasitesi belli değilse; aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$V_s = \frac{Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \quad (32)$$

Burada;

V_s : Depolama hacmi (lt)

$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)

f_N : Etkenlik faktörü,

$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı, (°C)

θ_k : Şebeke suyu sıcaklığı, (°C)

η_s : Depolama tankı verimi,

Ortalama depolama sıcaklığı ($\theta_{w,m}$), 50°C olarak kabul edilmiştir. Şebeke suyu sıcaklığı (θ_k) ise 10°C olarak kabul edilmiştir. Depolama tankının verimi (η_s); düşey tanklarda 0.95, yatay tanklarda 0.9 olarak alınacaktır.

Bunların yanı sıra etkenlik faktörü (f_N), aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$f_N = \frac{1}{t_{nutz,T} \cdot n_{Sp}} \quad (33)$$

Burada;

n_{Sp} : Gün içindeki pik değere ulaşma sayısı

$t_{nutz,T}$: Günlük kullanım süresi

Çift Bölmeli Güneş Depolama Tankları

Dolaylı olarak ısıtılan kullanım sıcak suyu tankının ısı kayıplarını hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$Q_{w,s} = f_{Verbindung} \left(\frac{50 - \theta_i}{45} \right) d_{Nutz,mth} q_{B,S} \Delta\theta_i 86400 \left(\frac{V_{s,aux}}{V_{s,aux} + V_{s,soi}} \right) \quad (34)$$

Burada;

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu tankının beklemede kalma ısı kayıpları, (kWh)

$f_{Verbindung}$: Boru kayıpları için düzeltme faktörü.

θ_i : Ortam sıcaklığı (°C)

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanma periyodu, (d)

$q_{B,S}$: Günlük beklemede kalma ısı kayıpları (kWh)

$\Delta\theta_i$: Depolama tankı ve çevresiyle arasındaki sıcaklık farkı, (°C) (Güneş sistemlerinde 47K alınır.)

$V_{s,aux}$: Depolama tankının sıcak su sistemiyle ısıtılan kısmının nominal üst hacmi, (lt)

$V_{s,sol}$: Depolama tankının güneş enerjisi sistemiyle ısıtılan kısmının nominal alt hacmi, (lt)

Günlük beklemede kalma ısı kayıpları aşağıda gösterilen denklem yardımıyla hesaplanır.

$$q_{B,S} = \left(0.4 + 0.2 \cdot (V_{s,aux} + V_{s,sol})^{0.4} \right) \cdot \left(\frac{V_{s,aux}}{V_{s,aux} + V_{s,sol}} \right) \quad (35)$$

Ayrıca boru kayıpları için düzeltme faktörü aşağıda açıklandığı şekilde alınacaktır.

$$f_{Verbindung} = 1.2 \text{ (üreteçle depolama tankı aynı ortamdaysa)}$$

$f_{Verbindung} = 1$ (beklemede kalma depolama tankı geri besleme ısısını sadece elektrikli daldırma tip ısıtıcıdan alıyorsa)

4.6.2. Elektrikle Isıtılan Kullanım Suyu Depolama Isıtıcıları

Elektrikle ısıtılan kullanım suyu depolama ısıtıcılarından, depolama tankı kayıpları aşağıdaki ifade ile elde edilir.

$$Q_{w,s} = \left(\frac{55 - \theta_i}{45} \right) d_{Nutz,mth} q_{B,S} \quad (36)$$

Burada;

$Q_{w,s}$: Depolama suyu ısıtıcısındaki beklemede kalma ısı kayıpları, (kWh)

θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C)

$d_{Nutz,mth}$: Kullanma sıcak suyu kullanım periyodu, (d)

$q_{B,S}$: Günlük beklemede kalma ısı kayıpları, (kWh)

Ortam sıcaklığı (θ_i) ; eğer depolama tankı iklimlendirilmeyen bölgenin içerisinde ise 13 °C , eğer iklimlendirilen bölgenin içerisinde ise 20 °C alınır.

Eğer günlük beklemede kalma ısı kayıpları bilinmiyorsa aşağıda gösterilen denklemin yardımıyla hesaplanır.

$$q_{B,S} = 0.29 + 0.019 \cdot V^{0.8} \quad (37)$$

Burada;

V : Nominal depolama kapasitesi (lt)

Bunun yanı sıra depolama hacmini bulmak için aşağıdaki yöntem izlenir.

Elektriğin gece depolanması (gece boyunca hızlı şarj) durumunda depolama hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V_s = \frac{1.42 \cdot Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \quad (38)$$

Elektriğin gün boyu depolanması (sürekli şarj olmasıyla) durumunda depolama hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V_s = \frac{0.67 \cdot Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \quad (39)$$

Burada;

V_s : Depolama hacmi (lt)

$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)

f_N : Etkenlik faktörü,

$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı, (°C)

θ_k : Şebeke suyu sıcaklığı, (°C)

η_s : Depolama ısıtıcısı etkenlik değeri,

Ortalama depolama sıcaklığı ($\theta_{w,m}$), 50°C olarak kabul edilmiştir. Şebeke suyu sıcaklığı (θ_k) ise 10°C olarak kabul edilir.

Bunun yanı sıra, depolama ısıtıcısı verimi (η_s); düşey ısıtıcılarda 0.95 ve yatay ısıtıcılarda 0.9 olarak alınır.

Ayrıca, etkenlik faktörü (f_N), aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$f_N = \frac{1}{t_{mutz,T} \cdot n_{Sp}} \quad (40)$$

Burada;

n_{Sp} : Gün içindeki pik değere ulaşma sayısı, (1/d)

$t_{nutz,T}$: Günlük kullanım süresi, (h)

İzin verilen maksimum nominal depolama su ısıtıcı kapasitesi 1000 lt'dir. Eğer 1000 lt 'yi aşan bir nominal kapasiteye gerek varsa bu birden çok sayıda depolar halinde yapılabilir. Bu gibi bir durumda depolardan olan kayıplar birbirine eklenir.

4.6.3. Gaz Ateşlemeli Kullanım Suyu Depolama Isıtıcıları

Gaz ateşlemeli kullanım suyu depolama ısıtıcılarındaki ısı kayıplarını hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılacaktır.

$$Q_{w,s} = \left(\frac{55 - \theta_i}{50} \right) d_{Nutz,mth} q_{B,S} \quad (41)$$

Burada;

$Q_{w,s}$: Depolama suyu ısıtıcısındaki beklemede kalma ısı kayıpları, (kWh)

θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C)

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanma periyodu, (d)

$q_{B,S}$: Günlük beklemede kalma ısı kayıpları, (kWh)

Ortam sıcaklığı (θ_i) ; eğer depolama tankı iklimlendirilmeyen bölgenin içerisinde ise 13°C , eğer iklimlendirilen bölgenin içerisinde ise 20°C alınır.

Eğer günlük beklemede kalma ısı kayıpları bilinmiyorsa aşağıda gösterilen denklem yardımıyla hesaplanır.

$$q_{B,S} = 2 + 0.033 \cdot V^{1.1} \quad (42)$$

Burada;

V : Nominal depolama kapasitesi (lt)

Bunun yanı sıra depolama hacmini bulmak için başka bir veri yoksa aşağıdaki yöntem izlenir.

Elektriğin gün boyu depolanması (sürekli şarj olmasıyla) durumunda depolama hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V_s = \frac{0.67 \cdot Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \quad (43)$$

Burada;

V_s : Depolama hacmi, (lt)

$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)

f_N : Etkenlik faktörü,

$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı, (°C)

θ_k : Şebeke suyu sıcaklığı, (°C)

η_s : Depolama ısıtıcısı etkenlik değeri,

Ortalama depolama sıcaklığı ($\theta_{w,m}$), 50°C olarak kabul edilmiştir. Şebeke suyu sıcaklığı (θ_k) ise 10°C olarak kabul edilmiştir.

Bunun yanı sıra, depolama ısıtıcısı verimi (η_s); düşey ısıtıcılarda 0.95 ve yatay ısıtıcılarda 0.9 olarak alınacaktır.

Ayrıca, etkenlik faktörü (f_N), aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$f_N = \frac{1}{t_{nutz,T} \cdot n_{Sp}} \quad (44)$$

Burada;

n_{Sp} : Gün içindeki pik değere ulaşma sayısı

$t_{nutz,T}$: Günlük kullanım süresi

İzin verilen maksimum nominal depolama su ısıtıcı kapasitesi 500 lt'dir. Eğer 500 lt 'yi aşan bir nominal kapasiteye gerek varsa bu birden çok sayıda depolar halinde yapılabilir. Bu gibi bir durumda depolardan olan kayıplar birbirine eklenir.

4.6.4. Destek Enerjisi

Kullanım sıcak suyu depolama tankının işletimi için gerekli dolaşım pompasının destek enerjisi ihtiyacı aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{w,s,aux} = 0,001 P_p t_p \quad (45)$$

Burada;

$Q_{w,s,aux}$: Pompa için destek enerjisi ihtiyacı, (kWh)

P_p : Pompanın güç tüketimi, (W)

t_p : Sirkülasyon pompası çalışma periyodu, (h)

Pompanın güç tüketimi ile ilgili bir veri yoksa aşağıdaki denklem kullanılarak pompanın güç tüketimi hesaplanabilir.

$$P_p = 44 + 0,005 V_s^{1,43} \quad (46)$$

Burada;

V_s : Nominal depolama kapasitesi (lt)

Çift bölmeli depolama tanklarında $V_s = V_{s,aux}$ olarak alınır.

4.7. Üretim

4.7.1. Üreteç Kaybı

Kullanım sıcak suyu sağlayan sistemin sıcak su üretimi sırasındaki kayıpları üreteç kaybı olarak adlandırılmaktadır.

$$Q_{w,g} = \frac{Q_{w,outg}}{\eta_{sys}} - Q_{w,outg} \quad (47)$$

Burada;

$Q_{w,g}$: Kullanım sıcak suyu sistemi üreteç kayıpları, (kWh)

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu üreteç ısı gücü, (kWh)

η_{sys} : Kullanım sıcak suyu sistem verimi

Tablo 3. Yakıt türü, kazan üretim tarihi ve kazan türüne bağlı olarak geçerli sezonluk verim değerleri (Kaynak İngiltere)

Yakıt türü, kazan üretim tarihi, kazan türü	Geçerli sezonluk verim değerleri
Gaz yakıt, 1979 öncesi, Balanslı veya açık alevli, Zemine montajlı	%55
Gaz yakıt, 1979-1997, Balanslı veya açık alevli, Zemine montajlı	%65
Gaz yakıt, 1998 öncesi, Balanslı veya açık alevli, Duvara montajlı	%65
Gaz yakıt, 1998 öncesi, Fan destekli alevli, Yüksek ısı kapasiteli	%68
Gaz yakıt, 1998 öncesi, Fan destekli alevli, Düşük ısı kapasiteli	%72
Gaz yakıt, 1998 öncesi, Yoğuşmalı	%85
Gaz yakıt, 1998 sonrası, Yoğuşmasız, Sürekli yanan tutuşturucu alevli	%69
Gaz yakıt, 1998 sonrası, Yoğuşmasız, Otomatik tutuşturuculu	%73
Gaz yakıt, 1998 sonrası, Yoğuşmalı, Sürekli yanan tutuşturucu alevli	%79
Gaz yakıt, 1998 sonrası, Yoğuşmalı, Otomatik tutuşturuculu	%83
Yağ, 1985 öncesi	%65
Yağ, 1985-1997	%70
Yağ, 1998 sonrası, Yoğuşmasız	%79
Yağ, Yoğuşmalı	%83
Katı yakıt, El ile besleme, Isıtılmayan bir ortama montajlı	%55
Katı yakıt, El ile besleme, Isıtılan bir ortama montajlı	%60
Katı yakıt, Otomatik besleme, Isıtılmayan bir ortama montajlı	%60
Katı yakıt, Otomatik besleme, Isıtılan bir ortama montajlı	%65

4.7.2. Kullanım Sıcak Suyunun Isıtılması İçin Güneş Enerjisi

Bu raporda kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında güneş enerjisi sistemlerinden gelecek katkı da hesaba katılır. Güneş enerjisi sistemi tarafından yapılan katkı bir düzeltme faktörü kullanılarak hesaplanmaktadır. Düzeltme faktörü mevcut sistemdeki parametrelerinin referans bir sistemdeki parametreler ile karşılaştırılması ile elde edilmektedir. İlk önce parametreler tüm yıl boyunca elde edilmektedir. Güneş enerjisi sisteminden gelen katkının aylık olarak elde edilmesi ise yıllık olarak elde edilen verilerin aylara dağıtılması ile sağlanmaktadır.

Güneş enerjisi sisteminin kullanım sıcak suyunun ısıtılmasına olan katkısı güneş enerjisi sisteminin tipine göre farklılık göstermektedir. Burada güneş enerjisi sistemleri “küçük güneş enerjisi sistemleri” ve “büyük güneş enerjisi sistemleri” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bu grupların açıklaması aşağıda yer almaktadır.

Küçük güneş enerjisi sistemleri: Bu sistemler çift bölmeli (bivalent) kullanım sıcak suyu depolama tanklarını içermektedir. Çift bölmeli kullanım sıcak suyu tankları birbirinden bağımsız olarak çalışan iki bölümden oluşmaktadır. Üst bölge, beklemede kalma (stand-by) hacmi ($V_{S,aux}$) kadar kullanım sıcak suyu depolayan bölge olarak tanımlanabilir. Bu bölgede kullanım sıcak suyu nihai sıcaklığın altında tutulmakta ve ihtiyaca göre ısıtılarak sisteme verilmektedir. Beklemede kalan sıcak suyun depolanması sırasındaki ısı kayıpları $Q_{w,s}$ olarak hesaba katılmaktadır. Depolanan bu suyun nihai sıcaklığı ulaştırılması için ısıtılması ısı değiştiricileri ya da doğrudan elektrikli ısıtıcılar tarafından yapılabilir. Depolama tankının alt bölgesinde yer alan kullanım sıcak suyu ise ısı değiştiricisi kullanılarak güneş enerjisi sistemi ile ısıtılmaktadır.

Büyük güneş enerjisi sistemleri: Bu sistemler en az bir tane kullanım sıcak suyu tankından ve ayrı bir tane güneş enerjisi sistemi ile ısıtılan yedekleme (buffer) depolama tankından meydana gelmektedir. Kullanım sıcak suyu depolama tankının ısı kayıpları $Q_{w,s}$ olarak hesaba katılmaktadır. Kullanım sıcak suyu depolama tankı güneş enerjisi ile ısıtılan yedekleme depolama tankı ya da ayrı bir üreteç (kazan gibi) tarafından ısıtılmaktadır. Yedekleme depolama tankı yalnızca güneş enerjisini depolamak için kullanılmaktadır ve bu tankın ısı kayıpları zaten güneş enerjisi katkısı sırasında dikkate alınmıştır.

Küçük güneş enerjili sistemler genelde net kat alanı 500 m^2 'den küçük olan binalara, büyük güneş enerjili sistemler ise net kat alanı 500 m^2 'den büyük olan binalara uygulanır.

İki farklı güneş enerjisi sistemi tanımlandığından iki farklı referans sistemi yer almaktadır. Her biri için ayrı hesaplama yöntemi kullanılmaktadır.

Kullanım sıcak suyu depolama tankının beklemede kalma (stand-by) durumundaki ısı kayıplara destek olacak güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısını elde etmek için aylık ısı kayıplarının toplanması esas kullanılmaktadır.

$$Q_{w,s,a} = \sum_{\text{Monate}} Q_{w,s} \quad (48)$$

Burada;

$Q_{w,s,a}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının beklemede kalma yıllık ısı kaybı

Bunun yanı sıra referans sistem tanımlaması yapılacaktır. Referans kullanım sıcak suyu depolama tankı değerleri aşağıda gösterilen referans hacim temel gösterilerek elde edilebilir.

$$V_{Ref} = \frac{Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{t_{Nutz,d} \cdot (\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \quad (49)$$

Burada;

V_{Ref} : Referans depolama hacmi, (lt)

$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)

f_N : Etkenlik faktörü,

$t_{Nutz,d}$: Günlük kullanım periyodu, (h)

$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı, (°C)

θ_k : Şebeke suyu sıcaklığı, (°C)

η_s : Depolama tankı verimi (0.95 olarak alınacaktır)

Ortalama depolama sıcaklığı ($\theta_{w,m}$), bilinmediği takdirde 50°C olarak kabul edilebilir. Şebeke suyu sıcaklığı (θ_k) ise 10°C olarak kabul edilebilir.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısı aşağıda gösterilen denklem ile hesaplanabilir.

$$Q_{w,sol,a} = Q_{sys} \cdot f_{NGA} \cdot f_{sir} \cdot f_{S,Vaux} \cdot f_{S,loss} + Q_{w,s,a} \quad (50)$$

Burada;

$Q_{w,sol,a}$: Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)

Q_{sys} : Güneş kolektörlerinin referans yıllık enerji katkısı, (kWh)

f_{NGA} : Eğilme ve hizalama derecesi için düzeltme faktörü

f_{sir} : Güneş yükü oranı için düzeltme faktörü

$f_{S,Vaux}$: Tankın beklemede kalma (stand-by) bölgesindeki hacmi için düzeltme faktörü

$f_{S,loss}$: Depolama tankının ısı kayıp miktarı için düzeltme faktörü

$Q_{w,s,a}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının beklemede kalmasından dolayı olan yıllık ısı kayıpları, (kWh)

Aşağıdaki denklem kullanılarak güneş enerjisi sisteminin kullanım sıcak suyunun ısıtılmasındaki aylık katkı enerjisi bulunur.

$$Q_{w,sol} = f_M \cdot Q_{w,sol,a} \quad (51)$$

Burada;

$Q_{w,sol,a}$: Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)

$Q_{w,sol}$: Güneş enerjisi sisteminin ilgili aya ait enerji katkısı, (kWh)

f_M : Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısını ilgili aylara dağıtımını sağlayan faktör

Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısının aylara göre dağılımını veren tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4. Yıllık güneş enerjisi desteğinin aylara dağılımı gösteren faktörün değerleri

Ay	f_M
Ocak	0,035
Şubat	0,048
Mart	0,062
Nisan	0,099
Mayıs	0,116
Haziran	0,137
Temmuz	0,156
Ağustos	0,128
Eylül	0,094
Ekim	0,058
Kasım	0,039
Aralık	0,029

Yıllık net ısı miktarı aylık değerlerin toplamından aşağıda gösterildiği şekilde bulunabilir.

$$Q_{w,outg,a} = \sum_{Monate} Q_{w,outg} \quad (52)$$

4.7.2.1. Güneş Enerjisi Sisteminin Yıllık Enerji Katkısının Q_{sys} Elde Edilmesi

Referans güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısını sırasıyla küçük ve büyük sistemler için gösteren denklemler aşağıda yer almaktadır.

Küçük Sistemler:

$$Q_{sys} = (271 \eta_o - 18,8 k_1 - 653 k_2 + 172 IAM (50^\circ) - 0,792 c - 20,7) A_c \quad (53)$$

Büyük Sistemler:

$$Q_{sys} = (355 \eta_o - 26,8 k_1 - 992 k_2 + 221 IAM (50^\circ) - 0,655 c) A_c \quad (54)$$

Burada;

Q_{sys} : Referans güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)

η_o : Dönüştürme faktörü

k_1 : Isı kayıp katsayısı, ($W/(m^2 \cdot K)$)

k_2 : Isı kayıp katsayısı, ($W/(m^2 \cdot K)$)

$IAM(50^\circ)$: $\Theta = 50^\circ$ için geliş açısı düzeltme faktörü (tüp şeklinde kolektörler için
 $IAM(50^\circ) = IAM_L(40^\circ) \cdot IAM_T(40^\circ)$ şeklinde alınabilir.)

c : Efektif ısı kapasitesi, ($kJ/kg \cdot K$)

A_c : Kolektörün ışınımına maruz alanı, (m^2)

4.7.2.2. Eğilme ve Hizalama Derecesi İçin Düzeltme Faktörünün f_{NGA} Elde Edilmesi

Aşağıdaki tablo yardımıyla f_{NGA} değeri elde edilir. Bu tablo hem küçük hem büyük sistemler için geçerlidir.

Tablo 5. Kolektörün güneyden sapma açlarına göre düzeltme faktörleri

f_{NGA}		Sapma açısı								
		Doğu: $\gamma = -90^\circ$			Güney: $\gamma = 0^\circ$			Batı: $\gamma = +90^\circ$		
Kolektör eğim açısı		-90°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	90°
	0°	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
	15°	0,799	0,855	0,883	0,902	0,911	0,909	0,895	0,872	0,813
	30°	0,787	0,881	0,927	0,962	0,976	0,972	0,952	0,913	0,830
	45°	0,763	0,881	0,940	0,981	1,00	0,997	0,971	0,926	0,820
	60°	0,718	0,848	0,909	0,953	0,978	0,997	0,952	0,905	0,786
	75°	0,646	0,777	0,805	0,865	0,887	0,890	0,883	0,846	0,724
	90°	0,542	0,655	0,682	0,692	0,706	0,725	0,749	0,736	0,631

4.7.2.3. Güneş Yükü Oranı İçin Düzeltme Faktörünün f_{sir} Elde Edilmesi

Güneş yükü oranı için düzeltme faktörünü veren denklemler aşağıda gösterilmektedir.

Küçük güneş enerjisi sistemleri için;

$$f_{sir} = -2.73 - 0.6 \cdot \ln\left(\frac{A_c}{Q_{w,outg,a}}\right) \quad (55)$$

Büyük güneş enerjisi sistemleri için;

$$f_{sir} = -2.9 - 0.6 \cdot \ln\left(\frac{A_c}{Q_{w,outg,a}}\right) \quad (56)$$

Burada;

f_{sir} : Güneş yükü oranı (solar load ratio) için düzeltme faktörü

A_c : Kolektörün ışınımına maruz alanı, (m^2)

$Q_{w,outg,a}$: Kullanım sıcak suyunun ısıtılması için gerekli yıllık enerji gereksinimi (aylık değerlerin toplanması ile bulunur), (kWh)

Tankın beklemede kalma (stand-by) bölgesindeki hacmi için düzeltme faktörünün $f_{S,Vaux}$ elde edilmesi aşağıda açıklanmaktadır.

Aşağıdaki denklem kullanılarak $f_{S,Vaux}$ değeri elde edilir.

$$f_{S,Vaux} = 1.12 - 2.36 \cdot \frac{V_{s,aux}}{Q_{w,outg,a}} \quad (57)$$

Burada;

$f_{S,Vaux}$: Beklemede kalma (stand-by) hacmi için düzeltme faktörü

$V_{s,aux}$: Çift bölmeli depolama tankının beklemede kalma bölgesindeki suyun hacmi, (lt)

Büyük güneş enerjisi sistemleri için $f_{S,Vaux} = 1$ olarak alınır.

4.7.2.4. Depolama Tankının Isı Kayıp Miktarı İçin Düzeltme Faktörünün $f_{S,loss}$ Elde Edilmesi

Aşağıdaki denklem yardımıyla $f_{S,loss}$ değeri elde edilir.

$$f_{S,loss} = 1.22 - 0.464 \cdot \sqrt{Q_{w,outg,a}} \cdot \frac{q_{B,s}}{V_{s,aux}} \quad (58)$$

Burada;

$f_{S,loss}$: Depolama tankındaki ısı kayıpları için düzeltme faktörü

$Q_{w,outg,a}$: Sıcak su ısıtma sistemi için gerekli olan ısı miktarı, (kWh)

$q_{B,s}$: Çift bölmeli sıcak su depolama tankının beklemede kalma (stand-by) ısı kayıpları, (kWh/d)

$V_{s,aux}$: Çift bölmeli sıcak su depolama tankının beklemede kalma (stand-by) bölgesindeki su hacmi (lt)

Büyük güneş enerjisi sistemleri için $f_{S,loss} = 1$ olarak alınır.

Varsayılan (Default) Değerler için Sınır Şartları

Eğer güneş enerjisi sisteminin analizi için gerekli olan parametreler bilinmiyorsa, aşağıdaki tabloda verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

Tablo 6. Varsayılan değerler

Değişkenler	Açıklama	Birim	Düz kolektör			Tüp kolektör		
			1998'den sonra	1990-1998 arası	1990'dan önce	1998'den sonra	1990-1998 arası	1990'dan önce
η_0	Dönüştürme faktörü	-	0.77	0.75	0.72	0.71	0.7	0.65
k_1	Isı kayıp katsayısı	$W/(m^2 \cdot K)$	3.5	4.0	4.5	1.0	1.2	1.5
k_2	Isı kayıp katsayısı	$W/(m^2 \cdot K)$	0.02	0.02	0.02	0.009	0.01	0.01
$IAM \ 50^\circ$	Geliş açısı 50°	-	0.9	0.9	0.9	0.99	0.99	0.99
c	Efektif ısı kapasitesi	$kJ/(m^2 \cdot K)$	6.4	6.4	6.4	11.0	11.0	11.0
A_c	Kolektörün ışık deliği (aperture) alanı	m^2	$A_c = 0.09 \cdot (L_G \cdot B_G \cdot n_G)^{0.8}$			$A_c = 0.066 \cdot (L_G \cdot B_G \cdot n_G)^{0.8}$		
	Kolektör eğim açısı	Derece	30					
	Kolektör hizalama açısı	Derece	-20					
$V_{S,aux}$	Depolama tankının beklemede kalma bölgesindeki su hacmi	lt	Bakınız Bölüm 4.6					
$V_{s,sol}$	Depolama tankının güneş enerjisi bölgesi (aşağı bölge) hacmi	lt	$V_{s,sol} = 2 \cdot (L_G \cdot B_G \cdot n_G)^{0.9}$					
$q_{B,s}$	Çift bölmeli sıcak su depolama tankının beklemede kalma ısı kayıpları	kWh/gün	Bakınız Bölüm 4.6					
	Ayrık sıcak su depolama tankının beklemede kalma ısı kayıpları	kWh/gün	Bakınız Bölüm 4.6					

4.7.2.5. Güneş Enerjisi Sisteminde Pompaların Çalışması için Gerekli Destek Enerjisi

Aşağıdaki denklem güneş enerjisi sistemindeki pompanın çalışması için gerekli destek enerjisini hesaplamaktadır.

$$Q_{w,g,aux} = 0.001 \cdot P_{P,sol} \cdot t_{P,sol} \quad (59)$$

Burada;

$Q_{w,g,aux}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompa için destek enerjisi, (kWh)

$t_{P,sol}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın çalışma zamanı, (h)

$P_{P,sol}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın güç tüketim değeri, (W)

Eğer yukarıda bahsedilen parametreler mevcut sistemde bilinmiyorsa aşağıdaki denklem kullanılarak güneş enerjisi sistemindeki pompa için destek enerjisi yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$Q_{w,g,aux} = 0.05 \cdot Q_{w,sol} \quad (60)$$

4.7.3. Sıcak Su Hazırlanmasında Isı Pompaları

Hesaplama adımları olarak aşağıdaki fiziksel faktörler dikkate alınacaktır. Bu faktörler ısı pompasının performansını ve tükettiği enerji miktarını etkilemektedir.

- Isı pompasının tipi (hava-su, deniz suyu-su, su-su ve hava-hava tipi ısı pompaları);
- Sistem yapılandırmaları (kullanım sıcak suyu ısıtılması ve çalışma modu);
- Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı üretimi;
- Isı kaynağındaki ve ısı kuyusundaki sıcaklık dalgalanmalarının, ısı pompasının performans katsayısına ve gücüne olan etkisi;
- Isı pompasının çalışmasında ihtiyaç duyulan destek enerjisi;
- Depolama tanklarından olan ısı kayıpları.

Yukarıda bahsedilen girdiler sonucu aşağıdaki çıktılar elde edilecektir.

- Üretecin ısı üretimini sağlayacak gerekli enerji $Q_{w,f}$ (elektrik gücü ya da yakıt);
- Isı pompasının toplam ısı kayıpları $Q_{l,g}$;
- Isı pompasının çalışması için gerekli destek enerji gereksinimi $Q_{w,g,aux}$;
- Isı pompasının geri kazanılabilir toplam ısı kayıpları $Q_{rl,g}$.

İçten yanmalı motor ile çalışan ısı pompalarında üretece girdi olarak verilen geri kazanılmış yakıt oranı $p_{rd,mot}$, gaz yakıtlı motoru ile çalıştırılan ısı pompalarında $p_{rd,mot} = 0.4$ ve diğer tüm ısı pompalarında ise $p_{rd,mot} = 0$ olarak alınır.

Eğer üreteç için başka bir sistem (güneş enerjisi sistemi gibi) ek ısı üretimi için kullanılırsa, üreteç çıktı ısı $Q_{w,outg}$ yerine $Q_{w,outg}^*$ kullanılır.

4.7.3.1. Kullanım Sıcak Suyu İçin Enerji İhtiyacı

Isı pompasının enerji performansı hangi şartlar altından kullanıldığına bağlı olarak çok değişiklik göstermektedir. Özellikle ısı kaynağının ve ısı kuyusunun sıcaklığına doğrudan bağlıdır. Isı kaynağının (dış hava sıcaklığı gibi) herhangi bir ay içinde bile oldukça değişim göstermektedir. Isı pompalarının enerji etkenliğinin değerlendirilmesinde herhangi bir ay için tek adımda hesaplanmasının yerine ilgili ay için ısı kaynağındaki sıcaklık dalgalanmalarının dikkate alınarak hesap yapılması gerekmektedir.

Isı kaynağı dış hava olan ısı pompaların hesaplanması prosedüründe dış hava sıcaklığındaki değişimin değerlendirilmesi esas alınmaktadır. Herhangi bir ay içinde dış hava sıcaklığının frekansı 1 K olarak alınır.

Isı pompasının performans katsayısının ve ısı üretiminin ölçülmesi sadece belli sıcaklık kombinasyonları sayesinde mümkün olmaktadır. Dış hava sıcaklığının dağılım frekansı sıcaklık sınıflarına (bins) bölünmektedir. Her sıcaklık sınıfı (bin) bir üst sıcaklık değeri θ_{upper} ve bir alt sıcaklık değeri θ_{lower} ile sınırlandırılmalıdır. Isı pompasının tasarım çalışma koşulları içinde yer aldığı sıcaklık sınıfının (bin) ortasında yer alan çalışma noktası ile karakterize edilmektedir.

Tüm aylar için kullanım sıcak suyunun enerji gereksinimi, aylara eşit olarak dağıtılmaktadır. Aşağıdaki denklem yardımıyla her bir sıcaklık sınıfı (bin) için kullanım sıcak suyu üreteci ısı üretimi, sıcaklık sınıfı (bin) zaman aralığı kullanılarak hesaplanır ve kullanım sıcak suyu için toplam enerji üretimi ilgili ay için hesaplanır.

$$Q_{w,outg,i} = Q_{w,outg} \cdot \frac{n_{hours,i}}{n_{hours,t}} \quad (61)$$

Burada;

$Q_{w,outg,i}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı üretimi (her bir ilgili ay ve sıcaklık sınıfı için), (kWh)

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı üretimi (her bir ilgili ay için), (kWh)

$n_{hours,i}$: Her bir ay ve sıcaklık sınıfındaki (bin) saatlerin toplamı, (h)

$n_{hours,t}$: Kullanım sıcak suyunun bir yıl boyunca çalışma saatlerin toplamı (8760 saat), (h)

Tablo 7. Sıcaklık sınıflarının saat değerlerinin aylara dağılımı

Ay	Sıcaklık Sınıfı (Bin)	w-7		w2		w7		w10		w20		Aylık toplam saat sayısı n_{hours}
	Test noktası	-7		2		7		10		20		
	Sıcaklık Limitleri °C	-15	-2	-2	4	4	8	8	15	15	32	
Ocak	Saat sayısı	90		213		196		245		0		744
Şubat	Saat sayısı	15		229		177		238		13		672
Mart	Saat sayısı	0		219		336		182		7		744
Nisan	Saat sayısı	0		67		246		329		78		720
Mayıs	Saat sayısı	0		0		0		336		408		744
Haziran	Saat sayısı	0		0		0		43		677		720
Temmuz	Saat sayısı	0		0		0		0		744		744
Ağustos	Saat sayısı	0		0		0		2		742		744
Eylül	Saat sayısı	0		0		0		152		568		720
Ekim	Saat sayısı	0		0		34		435		275		744
Kasım	Saat sayısı	0		138		211		279		92		720
Aralık	Saat sayısı	3		278		222		225		16		744
Yıl	Saat sayısı	108		1144		1422		2466		3620		8760

Hava ısı kaynaklı ısı pompalarının dışında kalan pompalar için aşağıdaki prosedürler uygulanır.

- Ortamdan emilen (extract) hava kaynaklı ısı pompaları: Bu ısı pompaları kaynak hava sıcaklığının $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu durumda çalışmaktadırlar. Kullanım sıcak suyunun ısıtılmasındaki etkinliğin hesaplanmasında sıcaklık sınıfı (bin) hesabının yapılmasına gerek yoktur. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ yapılan ölçümler esas alınarak değerlendirme yapılmaktadır.
- Toprak kaynaklı ısı pompaları: Tüm üreteç ısı üretimi $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık sınıfı (bin) uygulanarak elde edilir.
- Yer altı suyu kaynaklı ısı pompaları: Sıcaklık sınıfı (bin) $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ alınarak hesap yapılır.
- Isı geri kazanımlı atık (extract) hava kaynaklı ısı pompaları: Isı geri kazanımı nedeniyle sıcaklık düşmesi dikkate alınmaktadır. Isı geri kazanım ünitesi ısı pompası egzoz havasının çıktığı yere konulmaktadır. Her ay için egzoz havası sıcaklığı sıcaklık sınıfı (bin) metoduna göre hesaplanır.

Egzoz havası sıcaklığını veren ifade aşağıda yer almaktadır.

$$\theta_{\text{Fortluft, mth}} = \theta_{\text{ex}} - (\theta_{\text{ex}} - \theta_e) \cdot \eta_{\text{WÜT, mth}} \quad (62)$$

Burada;

$\theta_{\text{Fortluft, mth}}$: Egzoz havası sıcaklığı, ($^{\circ}\text{C}$)

θ_{ex} : Mahalden alınan atık (extract) havanın sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

θ_e : Dış hava sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

$\eta_{W\ddot{U}T, mth}$: Isı geri kazanımı dikkate alınarak ısı değiştiricisi etkenliği (ilgili ay için), ($^{\circ}C$)

Varsayılan Değerler

Isı değiştiricisi etkenliği toprak-hava tipi ısı değiştiricisi yokken: $\eta_{W\ddot{U}T, mth} = 0.60$

Isı değiştiricisi etkenliği toprak-hava tipi ısı değiştiricisi varken: $\eta_{W\ddot{U}T, mth} = 0.67$

Yedek (back-up) Isıtma Sistemli (ikinci üreteç) Kullanım Sıcak Suyu için Enerji İhtiyacı

Kullanım sıcak suyunun elde edilmesinde destek sistemin (ikinci bir üreteç) kullanılmasında yedek sistem tarafından sağlanacak enerji ihtiyacı aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır. Yedek sistem her zaman devreye giren bir sistem değildir. Sıcaklığın limit bir sıcaklığa ($\theta_{upper, hp}$) ulaşması durumunda yedek sistem devreye girmektedir.

$$Q_{w,b,bu} = \rho_w \cdot c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{w,m} - \theta_{upper, hp}) \quad (63)$$

Burada;

$Q_{w,b,bu}$: Yedek (back-up) sistemin kullanım sıcak suyu sağladığı enerji miktarı, (kWh);

ρ_w : Suyun yoğunluğu, (kg / m^3);

V_w : Kullanım sıcak suyunun hacmi, (m^3);

c_w : Suyun özgül ısı kapasitesi, ($J / (kg \cdot K)$);

$\theta_{upper, hp}$: Isı pompasının çalışması sırasında sıcak suyun çıkabileceği üst değer sıcaklık, ($^{\circ}C$)

$\theta_{w,m}$: Kullanım sıcak suyunun nihai sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

Aşağıdaki denklem yedek sistem tarafından kullanım sıcak suyu üretimi için gerekli enerjisinin harcanma oranını göstermektedir.

$$p_{bu,w} = \frac{Q_{w,b,bu} + Q_{w,f,bu,t}}{Q_{w,outg}} \quad (64)$$

Burada;

$p_{bu,w}$: Yedek sistem (ikinci üreteç) tarafından kullanım sıcak suyu üretimi için gerekli enerjisinin gider oranı;

$Q_{w,b, bu}$: Yedek sistemin (ikinci üreteç) kullanım sıcak suyuna sağladığı enerji miktarı, (kWh);

$Q_{w, outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı miktarı, (kWh)

$Q_{w, f, bu, t}$: Isı pompasının çalışma zamanındaki sınırlamadan kaynaklanan yedek ısıtma için enerji kullanılması, (kWh)

Yedek sistemli ısı pompası kurulurken ikinci üretecin katkısı en az 5 % oranında olmalıdır.

4.7.3.2. Kullanım Sıcak Suyu Üretiminde Isı Pompasının Gücü ve Performans Katsayısı (COP)

4.7.3.2.1. Elektrik Tahrikli Isı Pompaları

Ortalama kaynak sıcaklığı, ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak elde edilmektedir. Aşağıdaki tabloda ortalama dış hava sıcaklığına göre ortalama deniz suyu (brine) sıcaklığı ve ortalama yer altı suyu (groundwater) sıcaklığı verilmektedir.

Tablo 31. Ortalama dış hava sıcaklığına göre ortalama yeraltı suyu sıcaklıkları

Ortalama dış hava sıcaklığı °C	Ortalama yeraltı suyu sıcaklığı °C
20	12.0
10	10.7
7	10.2
5	10.0
2	9.6
0	9.3
-2	9.0
-5	8.6
-7	8.4
-10	8.0

Ayrıca aşağıdaki tabloda aylara göre ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak ortalama deniz suyu (brine) sıcaklığı verilmektedir.

Tablo 9. Ortalama deniz suyu sıcaklıklarının aylara göre ortalama dış hava sıcaklığı ile değişimi

Aylar	Aylık ortalama hava sıcaklıkları (°C)	Aylık ortalama deniz suyu sıcaklıkları (°C)
Ocak	5	10
Şubat	6	9
Mart	7	9
Nisan	12	10
Mayıs	16	14
Haziran	21	20
Temmuz	23	25
Ağustos	23	25
Eylül	20	24
Ekim	16	20
Kasım	12	16
Aralık	8	13

Kullanım sıcak suyu sistemleri için kuyu sıcaklık koşulları yıl içerisinde çok ufak değişiklikler göstermektedir. Bu yüzden suyun kullanım sıcaklığı sezona ya da dış hava sıcaklığına bağlı değildir.

4.7.3.2.2. Kaynak Olarak Ortamdan Emilen Hava

Havalandırma sisteminden (atık hava) veya bodrum katından gelen hava ısı kaynağı olarak hizmet etmektedir. Aşağıdaki tabloda atık (extract) hava sistemleri için kaynak sıcaklıkları verilmiştir.

Tablo 10. Atık hava sistemleri için kaynak sıcaklıkları

Atık hava	20 °C (ya da ayar noktasındaki iç sıcaklık)
Bodrum katı	15 °C

Aşağıdaki denklem egzoz havasının hesaplanmasında kullanılmaktadır.

$$\theta_{\text{Fortluft,}mth} = \theta_{ex} - (\theta_{ex} - \theta_e) \cdot \eta_{WÜT,mth} \quad (65)$$

Burada;

$\theta_{\text{Fortluft,}mth}$: Egzoz havasının sıcaklığı, (°C);

θ_{ex} : Mahalden gelinen atık (extract) hava sıcaklığı, (°C);

$\eta_{WÜT,mth}$: Isı geri kazanımı dikkate alınarak ısı değiştiricisi etkenliği (ilgili ay için), (°C)

Varsayılan Değerler

Isı değiştiricisi etkenliği besleme havası ısı değiştiricisiz:

$$\eta_{WÜT,mth} = 0.60 \quad (66)$$

Isı değiştiricisi etkenliği besleme havası ısı değiştiricili:

$$\eta_{W\ddot{U}T, mth} = 0.67 \quad (67)$$

4.7.3.3. Isı Pompasının alışma Zamanı

Isı pompasının çalışma zamanı ihtiyaç duyulan ısı miktarına ve çalışma koşullarına bağlıdır. İhtiyaç duyulan ısı miktarı binanın ısı yüküne, dağıtım sistemine ve i kayıplara bağlıdır. Isı pompasının her bir sıcaklık sınıfı (bin) için çalışma zamanını belirlemek için aşağıdaki denklem kullanılmaktadır.

$$t_{ON, g, i} = \frac{Q_{w, out, g, i}}{\Phi_{g, i}} \quad (68)$$

Burada;

$t_{ON, g, i}$: Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) ısı pompasının çalışma zamanı, (h);

$Q_{w, out, g, i}$: Her bir sıcaklık sınıfında (bin) kullanım sıcak suyu için üretilen net üreteç ısı miktarı, (kWh);

$\Phi_{g, i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompası retecedinden elde edilen ısı miktarı, (kW).

Sınır Şartları aşağıda gösterildiği gibidir.

$$t_{M, ON} \geq \sum_{T-Klassen} t_{ON, g, i} \quad (69)$$

Burada;

$t_{M, ON}$: Isı pompasının çalışabileceği maksimum zaman, (h).

ve

$$Q_{w, f, bu, t} = \max \left(0, \sum_{bin} (t_{ON, g, i} - t_{M, ON}) \right) \cdot \frac{\sum \Phi_{g, i}}{n_{bin}} \quad (70)$$

Burada;

$Q_{w, f, bu, t}$: Isı pompasının çalışma zamanındaki sınırlamadan kaynaklan yedek ısıtma için enerji kullanılması, (kWh)

$t_{ON, g, i}$: Her bir sıcaklık sınıfında (bin) ısı pompasının muhtemel maksimum çalışma zamanı, (h);

$t_{M, ON}$: Isı pompasının çalışabileceği maksimum zaman, (h);

$\Phi_{g, i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompası retecedinden elde edilen ısı miktarı, (kW).

Daha önceden verilen aylara göre sıcaklık sınıflarını (bin) belirleyen tabloda ısı pompasının muhtemel maksimum çalışma zamanını vermektedir. Yukarıdaki denklem her bir sıcaklık sınıfı (bin) için çalışma zamanlarını sınırlamaktadır.

Eğer ısı pompası hem mahalin hem de kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında kullanılacak ise ısı pompasının mahal ısıtması için gerekli maksimum çalışma zamanı çalışma zamanlarının toplamıyla sınırlanmaktadır.

4.7.3.4. Üreteç Isıl Kayıplar

Aşağıdaki denklem kullanım sıcak suyu depolama tankının çevre koşulları altında kaybettiği ısı miktarını her bir sıcaklık sınıfı (bin) için hesaplanmasını sağlamaktadır.

$$Q_{w,g,s,i} = Q_{w,s} \cdot \frac{t_i}{t_{Nutz,T} \cdot d_{Nutz,mth}} \quad (71)$$

$Q_{w,g,s,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için depolama tankından çevreye olan ısı kaybı, (kWh);

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının beklemede kalma (stand-by) durumundaki ısı kaybı, (kWh);

t_i : Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) zaman, (h)

$t_{Nutz,T}$: Kullanım saatlerinin günlük sayısı;

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyunun aylık kullanım periyodu, (d)

Isıl kayıpları telafi etmek için gerekli gücü veren ifade aşağıda yer almaktadır.

$$P_{es,i} = \frac{Q_{w,g,s,i}}{COP_i} \quad (72)$$

Burada;

$Q_{w,g,s,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için depolama tankından çevreye olan ısı kaybı, (kWh);

P_{es} : Kullanım sıcak suyu depolama tankının ısı kayıplarını telafi etmek için gerekli güç, (W);

COP_i : Her bir sıcaklık sınıfı için (bin) besleme (supply) sıcaklığı $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ olduğu durumdaki performans katsayısı

Aşağıdaki denklem her bir sıcaklık sınıfı (bin) için depolama tankından çevreye olan ısı kaybını hesaplanan başka bir yolunu göstermektedir.

$$Q_{w,g,s,i} = \frac{COP_{t,w} \cdot P_{es} \cdot t_i}{1000} \quad (73)$$

Burada;

$Q_{w,g,s,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için depolama tankından çevreye olan ısı kaybı, (kWh);

$COP_{t,w}$: Kullanım sıcak suyu çalışmasındaki performans katsayısı;

P_{es} : Kullanım sıcak suyu depolama tankının ısı kayıplarını telafi etmek için gerekli güç, (W);

t_i : Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) zaman, (h).

Elektrik tahrikli ısı pompalarında başka kayıplar göz önüne alınmayacaktır.

4.7.3.5. Kullanım Sıcak Suyu İçin Toplam Enerji Tüketiminin Hesaplanması

4.7.3.5.1. Elektrik Tahrikli Isı Pompaları

Kullanım sıcak suyu için destek güç tüketimini veren denklem aşağıda yer almaktadır.

$$Q_{w,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{(1-p_{bu,w}) \cdot Q_{w,outg,sin,i}}{COP_{w,t,sin,i}} + P_{es,sin,i} \cdot t_i + \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{(1-p_{bu,w}) \cdot Q_{w,outg,combi,i}}{COP_{w,t,combi,i}} + P_{es,combi,i} \cdot t_i \quad (74)$$

Burada;

$Q_{w,f,1}$: Kullanım sıcak suyu üretiminde kullanılan enerji, (kWh);

$p_{bu,w}$:Kullanım sıcak suyunda ikinci üreticinin katkıda bulunması ile geri kazanılabilir (recoverable) enerji oranı;

$Q_{w,outg,sin,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için kullanım sıcak suyu üretiminde üreticinin ürettiği ısı (ısı pompasının kullanım sıcak suyu üretiminde kullanılması durumunda) (kWh);

$Q_{w,outg,combi,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için kullanım sıcak suyu üretiminde üreticinin ürettiği ısı (ısı pompasının kullanım sıcak suyu üretiminde ve mahal ısıtılmasında kullanılması durumunda) (kWh);

$COP_{w,t,sin,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için kullanım sıcak suyu üretiminde ısı pompasının performans katsayısı (ortalama çalışma koşullarındaki performans katsayısıdır);

$COP_{w,t,combi,i}$:Her bir sıcaklık sınıfı (bin) için kullanım sıcak suyu üretiminde ve mahal ısıtılmasında ısı pompasının performans katsayısı (ortalama çalışma koşullarındaki performans katsayısıdır);

$P_{es,sin,i}$: Sadece kullanım sıcak suyu üretiminde, kullanım sıcak suyu depolama tankı ısı kayıplarını karşılamak için gerekli destek güç, (kW);

$P_{es,combi,i}$: Kullanım sıcak suyu üretimi ve mahal ısıtılması durumunda, kullanım sıcak suyu depolama tankı ısı kayıplarını karşılamak için gerekli destek güç, (kW);

t_i : Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) zaman periyodu, (h);

n_{bin} : Sıcaklık sınıfı (bin) sayısı.

4.7.3.6. Destek Enerjisi

Destek enerji miktarı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{w,g,aux} = 0.001 \cdot \Phi_{prim,aux} \cdot t_{ON,w,aux} \quad (75)$$

Burada;

$Q_{w,g,aux}$: Toplam destek enerji ihtiyacı (kWh);

$\Phi_{prim,aux}$: Birincil çevrimin güç ihtiyacı, (W)

$t_{ON,w,aux}$: Destek elemanlarının aylık çalışma zamanı, (h)

Birincil ya da ikincil devrenin güç ihtiyaçları bilinmiyorsa aşağıdaki denklem kullanılarak bulunabilir.

$$\Phi_{prim/sek,aux} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta_{aux} \cdot 3600} \quad (76)$$

Burada;

$\Phi_{prim,aux}$: Birincil çevrimin güç ihtiyacı, (W);

$\Phi_{sek,aux}$: İkincil çevrimin güç ihtiyacı, (W);

Δp : Birincil veya ikincil çevrimdeki basınç düşümü, (Pa);

\dot{V} : Hacimsel debi, (m^3 / h)

η_{aux} : Sirkülasyon pompasının etkenlik değeri.

Sirkülasyon pompasının etkenlik değeri (η_{aux}) 0.3 olarak alınır.

4.7.3.7. Yedek Sistemin Enerji Tüketimi

Aşağıdaki denklem yedek sistemin (ikinci ısı üreteci) enerji kullanımını hesaplamak için kullanılmaktadır.

$$Q_{w,f,bu} = Q_{w,outg} \cdot P_{w,bu} + Q_{w,f,bu,t} \quad (77)$$

Burada;

$Q_{w,f,bu}$: Kullanım sıcak suyu için ikinci ısı üretecinin enerji kullanımı, (kWh);

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı miktarı, (kWh);

$P_{w,bu}$: İkinci ısı üreteci tarafından kullanım sıcak suyu üretme oranı;

$Q_{w,f,bu,t}$: Isı pompasının çalışma zamanının sınırlanmasından dolayı gelen yedek ısıtmanın enerji kullanımı, (kWh).

4.7.3.8. Toplam Enerji Tüketimi

Kullanım sıcak suyunun üretilmesi için kullanılması gereken toplam enerjiyi veren ifade aşağıda yer almaktadır.

$$Q_{w,f} = Q_{w,f,1} + Q_{w,f,bu} \quad (78)$$

Burada;

$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyunun üretilmesinde kullanılan enerji miktarı (su pompası ve yedek ısıtma sistemi dahil), (kWh);

$Q_{w,f,1}$: Kullanım sıcak suyu üretiminde ısı pompasının kullandığı enerji, (kWh);

$Q_{w,f,bu}$: Kullanım sıcak suyu üretiminde ikinci ısı üreticinin kullandığı enerji, (kWh).

4.7.3.9. Çevre Isının Desteği

Isıtma için çevre ısısının desteği aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$Q_{w,in} = Q_{w,outg} - Q_{w,f} + Q_{w,g} \quad (79)$$

Burada;

$Q_{w,in}$: Çevre ısı, (kWh);

$Q_{w,outg}$: Isıtma sistemi için üreticinin ürettiği ısı miktarı, (kWh);

$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu üretiminde ısı pompasının kullandığı enerji, (kWh);

$Q_{w,g}$: Isı üreticinde sıcak sudan ortama olan ısı kayıpları, (kWh).

4.7.4. Deposuz Ani Elektrik Isıtıcıları

Bu cihazlar için ısı kayıp, 1980'den önce yapılan binalar için aşağıda gösterildiği gibidir.

$$Q_{w,f} = 1.01 \cdot Q_{w,outg} \quad (80)$$

1980'den sonra yapılan binalarda ise bu cihazlar için destek enerjiye ihtiyaç yoktur. Aşağıdaki denklem onu göstermektedir.

$$Q_{w,f} = 1 \cdot Q_{w,outg} \quad (81)$$

4.7.5. Kullanım Sıcak Suyu İçin Isı Üretimindeki Giderlerin Elde Edilmesi

Yakıt ateşlemeli kazanın nominal gücü (fuel-fired boiler rated heat output) aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\dot{Q}_N = 0.42 \cdot (Q_{w,b,d} / 0.036)^{0.7} \quad (82)$$

Ya da birleşik kazanlar için $\dot{Q}_N = 24$ kW olarak alınır.

Burada;

$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için ihtiyaç duyulan günlük enerji, (kWh);

Etkenlik \dot{Q}_N ifadesinin fonksiyonu olarak aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanır (test sıcaklığı $70 \text{ }^\circ\text{C}$ için).

$$\eta_{k,100\%} = (A + B \cdot \log(\dot{Q}_N)) / 100 \quad (83)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan A ve B katsayıları aşağıdaki tabloda kazan tipine göre verilmektedir.

Tablo 11. Verim faktörleri

Kazan tipi		Üretim yılı	Faktör A	Faktör B	
Standart kazanlar	Değişken yakıtlı kazan	1978'den önce	77	2	
		1978-1987 arası	79	2	
	Katı yakıtlı kazan (fosil yakıt)	1978'den önce	78	2	
		1978-1994 arası	80	2	
		1994'ten sonra	81	2	
	Atmosferik gaz kazanı	1978'den önce	79.5	2	
		1978-1994 arası	82.5	2	
		1994'ten sonra	85	2	
	Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1978'den önce	80	2	
		1978-1986 arası	82	2	
		1987-1994 arası	84	2	
		1994'ten sonra	85	2	
	Yakıcı değişimi yapılmış (gaz/sıvı yakıt) (Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı)	1978'den önce	82.5	2	
		1978-1994 arası	84	2	
		1994'ten sonra	85	2	
Biyokütleli kazan	Sınıf 3	1994'ten sonra	67	6	
		Sınıf 2	1994'ten sonra	57	6
			1994'ten sonra	47	6
Düşük sıcaklıktaki kazanlar	Atmosferik gaz kazanı	1978-1994 arası	85.5	1.5	
		1994'ten sonra	88.5	1.5	
	Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1987'den önce	84	1.5	
		1987-1994 arası	86	1.5	
		1994'ten sonra	88.5	1.5	
	Yakıcı değişimi yapılmış (gaz/sıvı yakıt) (Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı)	1987'den önce	86	1.5	
		1987-1994 arası	86	1.5	
		1994'ten sonra	88.5	1.5	
Yoğuşmalı kazanlar (yağ/gaz)	Standart	1987'den önce	89	1	
		1987-1994 arası	91	1	
		1994'ten sonra	92	1	
	Geliştirilmiş	1999'dan sonra	94	1	

Sirkülasyon su ısıtıcıları için aşağıdaki açıklamalar dikkate alınır.

11 kW, 18 kW ve 24 kW güçteki sirkülasyon su ısıtıcılarda 1987'den öncekilerde $\eta_{100\%} = 86\%$ olarak, 1987 ile 1992 arasındakilerde $\eta_{100\%} = 88\%$ olarak alınır.

Kazanın radyasyon ile ısı kaybının \dot{Q}_N ile değerini aşağıdaki denklem ile verilmektedir.

$$q_{St} = (G \cdot (\dot{Q}_N)^H) / 100 \quad (84)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan G ve H katsayıları aşağıdaki tabloda değişik kazan tiplerine göre verilmektedir.

Tablo 12. Işınım kayıp faktörleri

Kazan tipi	Üretim yılı	Faktör G	Faktör H
Değişken yakıtlı kazan	1978'e kadar	13.5	-0.3
	1978-1987 arası	11.5	-0.3
Katı yakıtlı kazan	1978'den önce	13.0	-0.3
	1978'den sonra	11.0	-0.3
Standart kazanlar			
Atmosferik gaz kazanı	1978'e kadar	12.0	-0.35
	1978'den sonra	9.0	-0.45
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1978'e kadar	12.0	-0.4
	1978'den sonra	9.0	-0.37
Düşük sıcaklıktaki kazanlar			
Atmosferik gaz kazanı	–	9.0	-0.45
Dolaşım su ısıtıcısı (11 kW, 18 kW ve 24 kW)	–	9.0	-0.6
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	–	7.0	-0.4
Yoğuşmalı kazan (yağ/gaz)	–	5.5	-0.4

Kazanın beklemede kalması (stand-by) sırasındaki ısı kayıplarının \dot{Q}_N ile değişimi aşağıdaki denklemde gösterilmektedir.

$$q_{B,70} = (E \cdot (\dot{Q}_N)^F) / 100 \quad (85)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan E ve F katsayılarının kazan tipine göre değişen değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 13. Beklemede kalma (stand-by) ısı faktörleri

Kazan tipi	Üretim yılı	Faktör E	Faktör F
Değişken yakıtlı kazan	1987'e kadar	12.5	-0.28
Katı yakıtlı kazan	1978'den önce	12.5	-0.28
	1978-1994 arası	10.5	-0.28
	1994'ten sonra	8.0	-0.28
Standart kazanlar			
Atmosferik gaz kazanları	1978'den önce	8.0	-0.27
	1978-1994 arası	7.0	-0.30
	1994'ten sonra	8.5	-0.4
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1978'den önce	9.0	-0.28
	1978-1994 arası	7.5	-0.31
	1994'ten sonra	8.5	-0.4
Biyokütle kazanları	1994'ten sonra	14	-0.28
Düşük sıcaklıktaki kazanlar			
Atmosferik gaz kazanları	1994'e kadar	6.0	-0.32
	1994'ten sonra	4.5	-0.4
Dolaşım su ısıtıcıları (11 kW, 18 kW ve 24 kW)	1994'e kadar	$q_{B,70^{\circ}C} = 0.022$	
Birleşik kazanlar KSp ^b	1994'ten sonra	$q_{B,70^{\circ}C} = 0.022$	
Birleşik kazanlar DL ^a	1994'ten sonra	$q_{B,70^{\circ}C} = 0.012$	
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1994'e kadar	7.0	-0.37
	1994'ten sonra	4.25	-0.4
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı yakıt/gaz)	1994'e kadar	7.0	-0.37
	1994'ten sonra	4.0	-0.4
Birleşik kazanlar KSp ^b (11 kW, 18 kW ve 24 kW))	1994'ten sonra	$q_{B,70^{\circ}C} = 0.022$	
Birleşik kazanlar DL ^a (11 kW, 18 kW ve 24 kW))	1994'ten sonra	$q_{B,70^{\circ}C} = 0.012$	
a DL: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında ısı değiştiricisi ile ani ısıtma yapan kazan (V<2 lt)			
b KSp: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında küçük depolama tankı ile ani ısıtma yapan kazan (2<V<10 lt)			

Birleşik kazan hesabı yapılırken net alanın en fazla değeri 500 m² olabilir.

Aşağıdaki denklem kazanın destek güç tüketiminin \dot{Q}_N değerine göre değişimini vermektedir.

$$P_{aux,x} = (G + H \cdot (\dot{Q}_N)^n) / 1000 \quad (86)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan G , H ve n katsayılarının kazan tipine göre aldığı değerler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 14. Destek enerjisi faktörleri

Kazan tipi	Destek tüketimi	güç	Faktör G	Faktör H	Faktör n
1994'ten beri					
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı	$P_{aux,100}$		0	45	0.48
	$P_{aux,SB}$		15	0	0
Atmosferik yakıclı kazan (250 kW'a kadar)	$P_{aux,100}$		40	0.35	1
	$P_{aux,SB}$		15	0	0
Atmosferik yakıclı kazan (250 kW'tan sonra)	$P_{aux,100}$		80	0.7	1
	$P_{aux,SB}$		15	0	0
Tüm diğer kazanlar					
Değişken yakıtlı kazanlar	$P_{aux,100}$		0	45	0.48
	$P_{aux,SB}$		20 ^a	0	0
Katı yakıtlı kazanlar	$P_{aux,100}$		0	0	0
	$P_{aux,SB}$		15 ^a	0	0
Standart kazanlar					
Atmosferik gaz kazanları	$P_{aux,100}$		40	0.148	1
	$P_{aux,SB}$		15 ^a	0	0
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	$P_{aux,100}$		0	45	0.48
	$P_{aux,SB}$		20 ^a	0	0
Düşük sıcaklıktaki kazanlar					
Atmosferik gaz kazanları	$P_{aux,100}$		40	0.148	1
	$P_{aux,SB}$		15 ^a	0	0
Dolaşımli su ısıtıcıları	$P_{aux,100}$		0	45	0.48
	$P_{aux,SB}$		15 ^a	0	0
Yakıt püskürtmeli yakıcısı olan ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	$P_{aux,100}$		0	45	0.48
	$P_{aux,SB}$		15 ^a	0	0
Yoğuşmalı kazanlar (yağ/gaz)	$P_{aux,100}$		0	45	0.48
	$P_{aux,SB}$		15 ^a	0	0
a Eğer elektrikle çalışan kontrolü varsa $P_{aux,SB} = 0.02kW$, diğer durumlarda $P_{aux,SB} = 0$					

Doğrudan ateşlemeli depolama su ısıtıcıları için nominal ısı üretimi (rated heat output) \dot{Q}_N aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

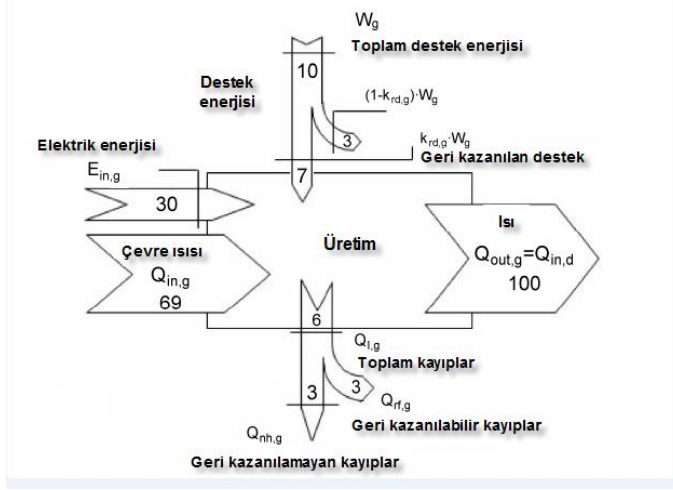
$$\dot{Q}_N = 0.82 \cdot (0.027 \cdot V + 2.5) \quad (87)$$

EK A

ISITMA İHTİYACINI KARŞILAMAK İÇİN ENERJİ KULLANIMI

A.1. ELEKTRİK TAHRİKLİ ISI POMPALARI

Aşağıdaki şekil kullanım sıcak suyu depolama tankları ile bütünleşmiş elektrik tahrikli ısı pompalarındaki enerji dengesini göstermektedir.



Şekil A.1. Kullanım sıcak suyu depolama tankları ile bütünleşmiş elektrik tahrikli ısı pompalarındaki enerji dengesi

Aşağıdaki denklem üreteç alt sistemi için ısı kayıplar cinsinden enerji dengesi vermektedir.

$$Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{w,g,aux} - Q_{w,in} \quad (A.1)$$

Burada;

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı, (kWh)

$Q_{w,g}$: Isı üretimindeki kayıplar, (kWh)

$k_{rd,g}$: Destek enerji sistemlerinden enerji geri kazanım oranı, $k_{rd,g} = 0$

$Q_{w,g,aux}$: Üreteç çalışması için destek giriş enerjisi, (kWh)

$Q_{w,in}$: Çevre ısısı, (kWh)

A.2. YANMA TAHRİKLİ ISI POMPALARI

Yanma tahrikli ısı pompalarında üreteç alt sistemi için enerji dengesi aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{w,f} = \frac{Q_{w,out,g} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{w,g,aux} - Q_{w,in}}{1 + p_{rd,mot}} \quad (\text{A.2})$$

Burada;

$Q_{w,out,g}$: Isı üretimindeki toplam kayıplar, kWh

$Q_{h,g}$: Üreteç alt sistemindeki kayıplar, kWh

$p_{rd,mot}$: Üretece sağlanan geri kazanılmış yakıt girişi

$k_{rd,g}$: Destek enerji sistemlerinden enerji geri kazanım oranı, $k_{rd,g} = 0$

$Q_{w,g,aux}$: Isı pompasının çalışması için gerekli destek enerji girdisi

$Q_{w,in}$: Çevre ısı, (kWh)

EK B**ISI POMPALARI****B.1 Kullanım Sıcak Suyu Isı Pompaları İçin Performans Katsayısı ($COP_{w,t}$)**

Kullanım sıcak suyu ısı pompalarında varsayılan değerler su sıcaklığının $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu durum için uygulanmaktadır. Sıcak su sıcaklığının $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ olması durumunda kullanım sıcak suyu ısı pompalarının varsayılan performans katsayısı ($COP_{w,t}$) değeri 3.06'dır.

B.2 Depolama Kayıpları İçin Telifisi için Elektriksel Enerji Girdisi (P_{es})

Kullanım sıcak suyu ısı pompalarında varsayılan değerler su sıcaklığının $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu durum için uygulanmaktadır. Aşağıdaki tabloda depolama sıcaklığına göre P_{es} değerleri yer almaktadır.

Tablo B.1. Depolama tankı kayıpları için telafi elektriksel enerji girdisi varsayılan değerleri

Depolama sıcaklığı [$^{\circ}\text{C}$]	P_{es} [W]
55	55
50	49
45	42

Eğer gerekli ısı pompası ile ilgili gerekli verilen elde yoksa atık hava ile çalışan kullanım sıcak suyu ısı pompalarında performans katsayısı ($COP_{w,t}$) değeri 3.8 olarak alınabilir. Ayrıca, bodrum katı havası ile çalışan kullanım sıcak suyu ısı pompalarında da gerekli verilen elde yoksa performans katsayısı ($COP_{w,t}$) değeri 3.4 olarak alınabilir.

EK C

ÇALIŞMA SAATLERİ TABLOLARI

Tablo C.1. Konut dışı binalarda kullanma ve çalışma zamanları

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Kullanma ve çalışma zamanları								
Seri Numarası	Kullanma şekli	Kullanmaya başlama	Kullanma bitiş	Günlük kullanım zamanı	Yıllık kullanım gün sayısı	Yıllık gündüz kullanım saati	Yıllık gece kullanım saati	HVAC ve soğutma sistemlerinin günlük çalışma saati	HVAC ve soğutma sistemlerinin yıllık çalışma günleri	Isıtma sistemlerinin günlük çalışma saatleri
				$t_{nutz,d}$	$d_{nutz,a}$	t_{Tag}	t_{Nacht}	$t_{v,op,d}$	$d_{op,a}$	$t_{h,op,d}$
		Saat	Saat	h/d	d/a	h/a	h/a	h/d	d/a	d/a
1	Kişisel ofis (tek kişilik)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
2	Grup çalışma ofisi (En fazla 6 kişilik)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
3	Açık ofis (7 ve üstü kişilik)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
4	Toplantı, seminer ve konferans odası	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
5	Lobi / Giriş holü	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
6	Mağaza	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
7	Mağaza / Depo	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
8	Derslik	08:00	15:00	7	200	1398	2	9	200	9
9	Konser ve sergi salonları	08:00	18:00	10	150	1409	91	12	150	12
10	Hasta odası	00:00	24	24	365	4407	4353	24	365	24
11	Otel yatak odası	21:00	08:00	11	365	755	3260	24	365	24

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

12	Kantin	08:00	15:00	7	250	1748	2	9	250	9
13	Restoran / Yemek holü	10:00	00:00	14	300	2404	1796	16	300	16
14	Mutfak	10:00	23:00	13	300	2404	1496	15	300	15
15	Mutfak (hazırlık odası veya depo)	10:00	23:00	13	300	2404	1496	15	300	15
16	Tuvalet	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
17	Diğer yaşanan odalar (personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
18	Yardımcı mekanlar (yaşanmayan odalar, vestiyer odası, arşiv, koridor)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
19	Sirkülasyon alanları / Koridorlar	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
20	Teknik ekipman odası, arşiv ve depo	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
21	Sunucu odası, bilgisayar merkezi	00:00	24	24	365	4407	4353	24	365	24
22	Atölye, imalathane	07:00	16:00	9	250	2192	58	11	250	11
23	İzleyici ve dinleyici alanları	19:00	23:00	4	250	55	946	6	250	6
24	Fuaye	19:00	23:00	4	250	55	946	6	250	6
25	Sahne (tiyatro ve benzeri)	13:00	23:00	10	250	1253	1247	12	250	12
26	Fuar / Kongre mekanı	09:00	18:00	9	150	1260	90	11	150	11
27	Müze ve sergi salonları	10:00	18:00	8	250	1850	151	24	365	24
28	Kütüphane (okuma odası)	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
29	Kütüphane (açık raf alanı)	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
30	Kütüphane (dergi ve depo)	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
31	Spor salonu (tribün olmayan)	08:00	23:00	15	300	3002	1498	17	300	17
32	Garaj binaları (ofisler ve özel kullanım)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	
33	Otopark	09:00	00:00	15	365	3290	2185	17	365	

Tablo C.2. Konut dışı binalarda kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyaçları

Kullanım sıcak suyu üretimi için enerji ihtiyacı $q_{w,b,d}$			Referans alan	Gün içindeki pik sayısı n_{SP}
Kullanım Şekli	Enerji ihtiyacı	Spesifik alan [Wh/m ² ·d]		
Ofis binaları	0.4 kWh (günlük kişi başı)	30	Ofis kat alanı	1
Hastane koğuşu ya da hasta odası	8 kWh (günlük yatak başı)	530	Koğuşlar ve odalar	1
Okul (duşsuz)	0.5 kWh (günlük kişi başı)	170	Sınıflar	1
Okul (duşlu)	1.5 kWh (günlük kişi başı)	500	Sınıflar	2
Perakende dükkkanı/ departman deposu	1 kWh (günlük çalışan kişi başı)	10	Satış alanları	1
Atölye, endüstri faaliyetleri (yıkama prosesleri)	1.5 kWh (günlük çalışan kişi başı)	75	Atölye, iş alanı	2
Gösterişsiz otel	1.5 kWh (günlük yatak başı)	190	Otel yatak odaları	2
Orta sınıf otel	4.5 kWh (günlük yatak başı)	450	Otel yatak odaları	2
Gösterişli otel	7 kWh (günlük yatak başı)	580	Otel yatak odaları	2
Restoran, bar	1.5 kWh (günlük sandalye başı)	1250	Halka açık odalar	1
Ev (yaşlılar için bakım evi, yetimhane)	3.5 kWh (günlük kişi başı)	230	Odalar	2
Kışla	1.5 kWh (günlük kişi başı)	150	Odalar	2
Spor merkezi (duşlu)	1.5 kWh (günlük kişi başı)	-	-	1
Ticari mutfak, kantin	0.4 kWh (günlük yemek başı)	-	-	1
Fırın	5 kWh (günlük çalışan kişi başı)	-	-	1
Kuaför, berber	8 kWh (günlük çalışan kişi başı)	-	-	1
Kasap	18 kWh (günlük çalışan kişi başı)	-	-	1
Çamaşırhane	20 kWh (100 kg çamaşır başına)	-	-	1

Tablo C.3. Ortalama aylık güneş ışınımı

Yön	Açı [Derece]	Ortalama aylık güneş ışınımı I_s [W/m ²]												Yıllık değer [kWh/m ²]
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Yatay	0	63	96	112	186	209	256	282	231	175	104	72	52	1341
Güney	30	94	129	130	196	204	240	269	239	203	134	106	80	1476
	45	102	136	130	188	189	218	246	226	202	139	115	88	1441
	60	105	136	124	170	165	187	212	201	190	136	118	91	1335
	90	94	114	94	114	106	119	133	131	139	110	104	82	975
Güney-doğu	30	83	118	123	193	206	246	276	239	193	124	94	71	1435
	45	88	121	122	188	197	234	264	233	193	126	99	75	1414
	60	87	117	115	177	184	218	248	220	184	122	98	75	1345
	90	74	97	92	145	152	183	209	183	151	100	83	64	1118
Güney-batı	30	84	118	124	193	207	246	276	239	194	124	95	71	1437
	45	88	121	123	188	198	234	265	233	193	126	100	75	1417
	60	87	117	116	177	184	218	248	220	184	122	99	75	1348
	90	74	97	93	145	151	183	209	183	151	100	85	65	1120
Doğu	30	62	94	107	180	200	244	270	225	170	103	71	52	1296
	45	63	94	104	176	195	237	265	223	169	102	72	52	1278
	60	63	93	102	173	190	232	262	222	168	102	72	52	1264
	90	60	90	96	166	181	224	257	217	166	99	71	50	1224
Batı	30	62	94	108	180	200	243	270	225	170	103	72	52	1299
	45	63	94	105	176	195	237	265	223	169	103	73	52	1280
	60	63	93	102	173	190	232	263	222	169	102	73	53	1265
	90	60	90	96	166	181	224	257	217	166	99	71	50	1224
Kuzey-batı	30	44	68	87	154	182	227	246	194	135	76	50	36	1095

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

	45	48	68	81	139	163	202	219	174	124	74	53	41	1011
	60	58	76	81	133	150	184	202	167	126	80	63	50	999
	90	74	97	92	145	152	183	209	183	151	100	83	64	1118
Kuzey-doğu	30	44	68	87	154	182	227	246	194	135	76	49	36	1094
	45	48	68	80	138	162	202	219	174	124	74	53	41	1010
	60	58	76	81	133	150	184	202	167	126	80	64	50	1000
	90	74	97	93	145	151	183	209	183	151	100	85	65	1120
Kuzey	30	37	49	74	141	176	224	240	179	112	57	36	34	992
	45	55	57	55	109	147	191	201	140	74	51	56	50	867
	60	72	80	65	77	112	150	152	96	77	74	76	64	800
	90	94	114	94	114	106	119	133	131	139	110	104	82	975
Dış hava sıcaklığı θ_e [°C]		5,16	6,00	6,20	9,27	16,37	21,05	24,12	21,35	18,84	14,10	8,76	6,09	13,11
Aydaki gün d_{mth} [d]		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

5. BİLEŞİK ISIL GÜÇ SİSTEMLERİNDEN ENERJİ GİRDİSİNİN HESAPLANMASI

5.1. Bileşik Isı ve Güç (Chp) Tesisinin Nihai Ve Birincil Enerji İhtiyacı

5.1.1. Tanımlar

Kojenerasyon (CHP): Tek bir enerji kaynağından aynı anda hem ısı hem de elektrik enerjisinin elde edildiği sistemdir.

Gücün ısıya oranı (C): Bileşik ısı ve güç sisteminde (CHP) üretilen net elektrik gücü üretiminin net ısı üretimine oranıdır.

Tablo 1. Sembol

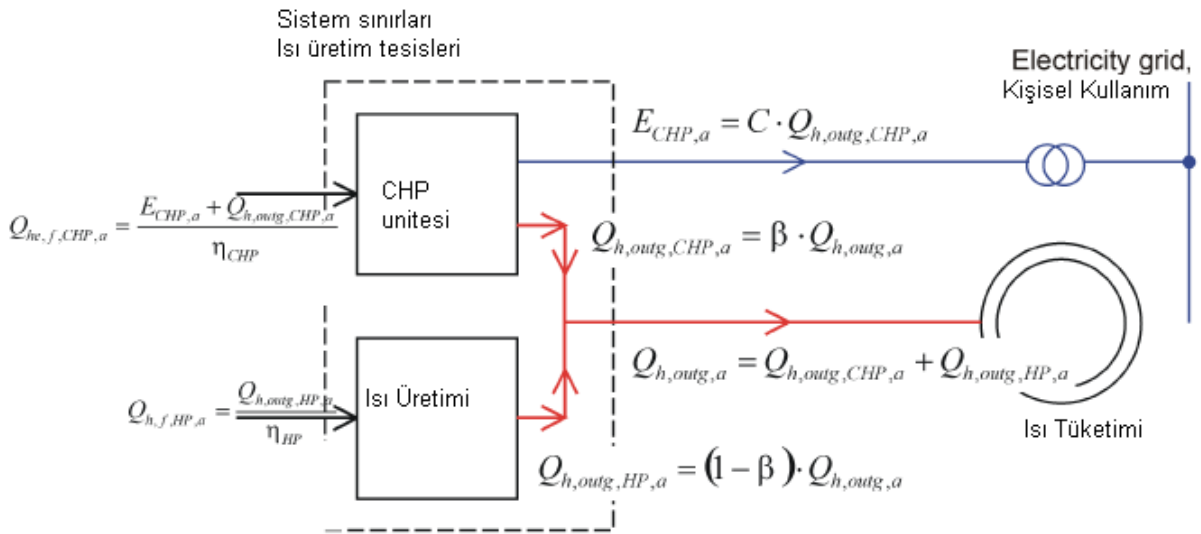
SEMBOL	ANLAMI	ORTAK BİRİM
C	Bileşik ısı güç sisteminde üretilen Elektrik enerjisinin Isı enerjisine oranı	--
E	Bileşik ısı ve güç sisteminden Elektrik enerjisi üretimi	KWh
<i>f</i>	Faktör	--
Q	Enerji	KWh/mth
<i>β</i>	Bileşik ısı ve güç sisteminde üretilen ısının toplam üretilen ısıya oranı	--
<i>η</i>	Verimlilik	--

Tablo 2. Altsimges

Altsimges	Anlamı
CHP	Bileşik ısı ve güç (kojenerasyon)
f	Nihai enerji, faktör
h	Isıtma
HP	Isı üretici
outg	Isı üretici ısı gücü
P	Birincil
elt	Elektrik üretimi

Diğer bölümlerden alınan giriş parametreler ANLAMAMI	SEMBOL	KAYNAK
Yakıt kullanımı için birincil enerji faktörü	f_p	DIN 5 18599-1
Elektrik enerjisi için birincil enerji faktörü	$f_{p,elt}$	DIN 5 18599-1
Isıtma sistemine ısı üretici ısıl gücü	$Q_{h,outg}$	DIN 5 18599-1
HVAC ısıtma fonksiyonu için ısı üretici ısıl gücü	$Q_{h^*,outg}$	DIN 5 18599-1
Havalandırma sistemine ısı üretici ısıl gücü	$Q_{rv,outg}$	DIN 5 18599-1
Kullanım suyu için üretici ısıl gücü	$Q_{w,outg}$	DIN 5 18599-1
Diğer bölümleri için çıkış parametreleri;		
Isı üretim sistemi için nihai enerji	$Q_{h,f}$	DIN 5 18599-1

5.1.2. Denge Prosedürü



$Q_{h,outg}$	Isıtma sistemine ısı üretici ısı üretimi,
$Q_{h^*,outg}$	HVAC ısıtma fonksiyonu için ısı üretici ısı üretimi,
$Q_{rv,outg}$	Havalandırma sistemine ısı üretici ısı üretimi,
$Q_{w,outg}$	Kullanım suyu için ısı üretici ısı üretimi.

Hesaplamalar aşağıdakilere göre yapılmıştır:

Isı üreticiden üretilen Isı üretimi

$$Q_{h,outg,HP} = (1 - \beta) \cdot Q_{h,outg} \quad (1)$$

Bileşik ısı ve güç sisteminden (CHP) üretilen Isı üretimi

$$Q_{h,outg,CHP} = \beta \cdot Q_{h,outg} \quad (2)$$

CHP Tesisi İle Elektrik Enerjisi Üretimi

$$E_{CHP} = C \cdot Q_{h,outg,CHP} \quad (3)$$

Verimlilik

Isı üretici verimliliği

$$\eta_{HP} = \frac{Q_{h,outg,HP}}{Q_{h,f,HP}} = \frac{\text{Isı üreticinin ürettiği ısı enerjisi}}{\text{Isı üreticisine verilen enerji}} \quad (4)$$

CHP tesisleri verimliliği

$$\eta_{CHP} = \frac{E_{CHP} + Q_{h,outg,CHP}}{Q_{h,f,CHP}} = \frac{\text{CHP tarafından üretilen elektrik enerjisi ve ısı enerjisi}}{\text{CHP ye verilen enerji}} \quad (5)$$

Standart durumlarda herhangi bir veri yoksa değerleri $\beta= 0,5$; $C= 0,75$ kullanılır.

5.1.3. Hesaplamalar

Bileşik ısı ve güç sistemi (CHP) sistemi tarafından üretilen Elektrik enerjisi (-)

$$Q_{f,Bonus} = -E_{CHP} \quad (6)$$

Isı üretim tesisinde üretilen enerji için gerekli olan nihai enerjinin hesaplanması;

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1 - \beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1 + C) \cdot \beta}{\eta_{CHP}} \right] \cdot \frac{Q_{h,outg}}{\eta_{HN}} \quad (7)$$

Isı üretim tesisine verilen enerji sistemi oluşturan bileşik ısı ve güç sistemi ve ısı üretici tarafından üretilen enerji miktarları kendi sistem verimlerine bölünerek hesaplanır.

Aşağıdaki denklemde nihai enerjiden üretilen elektrik enerjisi hesaplanabilir.

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1 - \beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1 + C) \cdot \beta}{\eta_{CHP}} - \frac{f_{p,elt}}{f_p} (Cx\beta) \right] \cdot \frac{Q_{h,outg}}{\eta_{HN}} \quad (8)$$

Burada,

β = Bileşik ısı ve güç sistemi tarafından üretilen ısının toplam ısı üretimine oranı

C = Bileşik ısı ve güç sisteminde üretilen elektrik enerjisinin ısı enerjisine oranı

η_{HN} = Isıtma ağının verimliliği. 1 alınır. (birincil ısıtma ağından transfer ediliyor ise 0,9) $\eta_{HN} = 1$ (Başka bir ısı üretim ağından birincil ısıtma yapılarak ısı üretim ağına aktarılırsa; verimlilik değeri 0,9 alınır.)

EK A

A.4 ÖRNEK HESAPLAMA

Genel Bilgi

CHP tesisi ile desteklenen bir binanın ısıtma yükü 500 KW. Isı bir gaz motoru tarafından üretilmektedir. (elektrik güç çıkışı 40 KW, ısı güç çıkışı 50 KW ve yakıt tüketimi 115 KW) kazan verimliliği %87. Isı üretim tesisinden toplam ısı gücü tam yükte yıllık 1600 saatlik ısı üretimine eşittir. Alan ısıtma, sıcak su, havalandırma ve iklimlendirme amaçları ile kullanılmaktadır. Isıl temel yükü 50 KW olan gaz motoru yıllık 6000 saat tam yükte çalışmaktadır.

Isı üretim tesisinden toplam ısı gücü	$Q_{h,outg} = 500kW \times 1600 \text{ saat/yıllık}$	800 MWh yıllık
CHP modülünden ısı gücü	$Q_{h,outg,CHP} = 50kW \times 6000 \text{ saat/yıllık}$	300 MWh
Kazandan ısı gücü	$Q_{h,outg,HP} = 800 - 300$	500 MWh
CHP den elektrik enerjisi üretimi	$E_{CHP} = 40kW \times 6000 \text{ saat}$	240 MWh
CHP tesisinden ısı üretimi kısmı	$\beta = 300/800$	0,375
CHP modülünün güç ısı oranı	$C = 40/50$	0,800
Kazanın verimliliği	$\eta_{HP} = \%87$	0,870
CHP tesisinin verimliliği	$\eta_{CHP} = (40 + 50)/115$	0,783

Alternatif 1'e göre hesaplama (denklem 6 ve 7)

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1 - \beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1 + C) \times \beta}{\eta_{CHP}} \right] Q_{h,outg}$$

$$= \left[\frac{1 - 0,375}{0,870} + \frac{(1 + 0,8) \times 0,375}{0,783} \right] \times 800 = 1260 \text{ MWh yıllık}$$

$$Q_{f,bonus} = -E_{CHP} = -240 \text{ MWh}$$

Denklem 8 alternatif 2 ye göre,

Birincil enerji faktörü, elektrik enerjisi $f_{p,elt} = 2,7$

Birincil enerji faktörü, doğalgaz (H) $f_p = 1,1$

Nihai enerji tüketiminden elde edilen elektrik enerjisi üretimi,

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1 - 0,375}{0,870} + \frac{(1 + 0,8) \cdot 0,375}{0,783} - \frac{2,7}{1,1} \times 0,8 \times 0,375 \right] \cdot 800 = 675 \text{ MWh yıllık}$$

6. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER

6.1. Fotovoltaik sistem tarafından iletilen enerji

Fotovoltaik sistem tarafından üretilen elektrik enerjisi $E_{el,pv,out}$ aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$E_{el,pv,out} = \frac{E_{sol} \cdot P_{pk} \cdot f_{perf}}{I_{ref}} \quad (1)$$

Burada,

E_{sol} : Fotovoltaik sisteme gelen yıllık güneş ışınım miktarını ((kWh/m²)/yıl);

P_{pk} : 25 °C sıcaklıktaki yüzeydeki 1 kW/m² güneş ışınımı için fotovoltaik sistemin elektrik gücünü temsil eden pik gücü (kW),

f_{perf} : Sistem performans faktörünü (-);

I_{ref} : 1 kW/m²'ye eşit olan referans güneş ışınımını; ifade eder.

6.2. Pik güç

Pik güç P_{pk} , EN 61829 standardında belirtilen standart test koşulları altında elde edilen bir değerdir.

Eğer P_{pk} bilinmiyorsa, aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$P_{pk} = K_{pk} \cdot A \quad (2)$$

Burada,

K_{pk} fotovoltaik modülün binaya entegrasyonuna göre değişen pik güç katsayısıdır [kW/m²]. Değerler Tablo 1'de görülmektedir.

A fotovoltaik modülün, çerçeveler hariç toplam yüzey alanıdır (m²).

Tablo 1. Pik güç katsayıları

Fotovoltaik modül tipi	K_{pk} (kW/m ²)
Mono kristalin silikon ^a	0,12 - 0,18
Multi kristalin silikon ^a	0,10 - 0,16
İnce film amorphous silikon	0,04 - 0,08
Diğer ince film tabakaları	0,035
İnce film-Bakır-İndium-Galium-İselenide	0,105
İnce film Kadmiyum-Telloride	0,095
^a %80'lik minimum paket yoğunluğu.	

6.3. Sistem performans faktörü

Sistem performans faktörü f_{perf} , binaya entegre fotovoltaik sistemin performansını aşağıdakilere göre hesaba katar:

Direkt akımdan alternatif akıma dönüşüm sistemi,

Fotovoltaik modüllerin yüzeylerindeki gerçek işletim sıcaklığı,

Fotovoltaik modüllerin binaya entegrasyonu.

Farklı bina entegrasyonu şekilleri arasındaki ayırım, fotovoltaik modüllerin havalandırma şekillerine göre olabilir. Sistem performans faktörü f_{perf} için değerler Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Sistem performans faktörü değerleri

Fotovoltaik modüllerin binaya entegrasyon tipi	f_{perf}
Havalandırılmayan modüller	0,70
Ortalama havalandırılan modüller	0,75
Kuvvetlice havalandırılan veya zoraki havalandırılan modüller	0,80

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

IV.
BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
REFERANS BİNA BELİRLEME YÖNTEMİ

İÇİNDEKİLER

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ	1
Referans Bina Belirleme Metodu	1
1 Genel	1
1.1 Varsayılan Bina Yöntemi	1
1.2 Binanın Enerji Performansının Belirlenmesi	1
1.3 Sınıflandırma	1
2 Hesaplama Adımları	2
2.1 Model.....	2
2.2 Bina Geometrisi	2
2.3 Binanın Yeri ve İklim Verileri.....	2
2.4 Bina Tipolojisi ve Hacim Fonksiyonları	2
2.5 Bina Kabuğu	3
2.6 Mekanik Sistemler	3
2.7 Aydınlatma Sistemi.....	4

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Referans Bina Belirleme 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 mevcut bina yönetmeliklerine 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; veya *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:

$$E_{p,EP} = 100 (EP_a / EP_r) \quad (01)$$

Burada,

E_p: Binanın enerji performansını (-),

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

r: *Referans binayı*,

a: *Asıl binayı*,

ifade eder.

CO₂ salımı için ise aşağıdaki formül kullanılır:

$$E_{p,SEG} = 100 (SEG_a / SEG_r) \quad (02)$$

Burada,

E_p: Binanın performansını (-),

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

r: *Referans binayı*,

a: *Asıl binayı*,

ifade eder.

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**, BEP Yönetmeliği Ek 5a ve 5b'yi referans almaktadır.

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 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 binadaki* 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:

1. Konut
 - a. Müstakil konut
 - b. Apartman
 - c. Rezidans
2. Ofis
3. Eğitim binaları
4. Oteller
5. Sağlık binaları
6. Alışveriş ve ticaret merkezleri

Eğer bina yukarıda belirtilen ana fonksiyonlardan birden fazlasına sahipse, ayrı fonksiyonlara sahip bina bölümleri ayrı projeler olarak değerlendirilir. Örneğin aynı bina içindeki alışveriş merkezi ve konut bölümleri, iki ayrı kimlik belgesi alacaktır.

Mekanik sistemlerden biri veya birkaçının merkezi olması durumunda, mülkiyeti ayrı olan her birim ayrı sertifika alabilmektedir. Bu ayrı sertifikada nihai enerji ihtiyacı hesaplanırken ayrı mülkiyetin net enerji ihtiyacı üzerinden üretim kaybı hesaplanacak, dağıtım ve depolama kayıpları bağımsız mülkiyetlere eşit dağıtılacaktır.

Müstakil konut, apartman ve ofis binaları hariç diğer bina tipolojilerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler, fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır.

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

Referans binada hacimler ve fonksiyonlar *asıl binadakinin* aynısı 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 ve düşey gölgeleme elemanları/engeller, karşı engeller, gece yalıtımı *asıl binada* modellenir.

Referans binada opak ve saydam bileşen U değerleri ve saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları **Tablo 4**'te verilmiştir. TS 825'te özel durum olarak belirtildiği gibi, ısı kaybeden düşey dış yüzeylerinin toplam alanının % 60'ı ve üzerindeki oranlarda camlama yapılan binalarda, pencere sisteminin ısıl geçirgenlik katsayısının (U_p) 2,1 W/m²K olacak şekilde tasarlanır ve diğer ısı kaybeden bölümlerinin ısıl geçirgenlik katsayılarının **Tablo 4**'te verilen değerlerden % 25 daha küçük kabul edilir. **Tablo 4**, TS 825'i referans alır. Referans binada ısı köprüsü olabilecek kolon ve kirişlerin yalıtımsız olduğu varsayılır.

Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller ve gece yalıtımı *referans binada* modellenmez. Karşı engeller *asıl bina* ile aynı kabul edilir.

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

Konutlar

1. Isıtma

- Referans binada ısıtma sistemi merkezi sıcak sulu sistem kabul edilir.
- Yakıt tipi doğalgaz olarak alınır.
- Kazan çalışma sıcaklıkları 90/70°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.
- Pompa Frekans Kontrollü.

2. Soğutma

- Konutlarda soğutma sistemi tipi split klima olarak alınır.
- Split klima kontrolünün darbeli(pulsed) olduğu var sayılır.
- Split klimanın direkt genleşmeli (DX) ve duvara monteli olarak alınır.

3. Kullanma Sıcak Suyu

- Konutlarda referans binada kullanma sıcak suyu sistemi doğalgazlı şofben olarak alınır.

4. Havalandırma

- Konutlarda doğal havalandırma kabulü yapılır. İ

Konut Dışı Binalar

1. Isıtma

- Referans binada ısıtma sistemi merkezi sıcak sulu sistem kabul edilir.
- Yakıt tipi doğalgaz olarak alınır.
- Kazan çalışma sıcaklıkları 90/70°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.
- Pompa Frekans Kontrollü.

2. Soğutma

- Konut dışı binalarda soğutma sistemi 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.

3. Kullanma Sıcak Suyu

- Konut dışı binalarda referans binada kullanma sıcak suyu 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.
- Depolama tipi; Plakalı eşanjör ve akümülyasyon tankı

4. Havalandırma

- Konut dışı binalarda havalandırmanın mekanik olduğu ve klima santrali ile yapıldığı kabul edilir.
- Klima santrali PI kontrollü 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:

- a) Ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir.
- b) Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı ρ_D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı ρ_T %70 olarak belirlenmiştir.
- c) Ofisler, Eğitim binaları, Oteller, Sağlık binaları, Alışveriş ve ticaret merkezleri gibi binalarda işleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin sağlanması için gerekli ışık akısının %70'inin 36 W güce, 3250 lümen ışık akısına sahip tüp flüoresan lambalar ve %30'unun 75 W güce, 930 lümen ışık akısına sahip enkandesan lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir.
- d) Aygıt tipinin D grubu IP2X normal aygıt, bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu kabul edilmiştir.
- e) Güneş ışığı etkisi zayıf ve yapma aydınlatma sistemi kontrolü manuel kabul edilerek, F_D değeri için hacim türüne ve istenen aydınlık düzeyine bağlı olarak **Tablo 2'**de yer alan tanımlı değerler kullanılır. *Asıl binada* ise F_D değeri hesaplanarak elde edilir.

Tablo 2: Türkiye'de yer alan enlemlere göre, güneş ışığı etkisinin zayıf olarak kabul edildiği ve yapma aydınlatma sistemi kontrolü manuel olarak hesaplanmış F_D değerleri

Aydınlık Düzeyi (lx)	Enlem					
	36	37	38	39	40	41
300	0,83574	0,83808	0,84042	0,84276	0,8451	0,84744
500	0,87904	0,88092	0,8828	0,88468	0,88656	0,88844
750	0,9144	0,91574	0,91708	0,91842	0,91976	0,9211

3 Asıl ve Referans Bina Karşılaştırması

Asıl ve referans bina için parametrelerin nasıl alınacağı Tablo 3. de özetlenmiştir.

Tablo 3: Asıl ve referans bina için modelleme detayları

	<i>Asıl bina</i>	<i>Referans bina</i>
Model	<p><i>Asıl binanın</i> 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.</p> <p>Herhangi bir ısıtma/soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, bütün konfor koşulu öngörülen alanlar için ısıtma/soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır.</p> <p>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, <i>referans binadaki</i> tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.</p>	<p><i>Referans bina, asıl bina</i> ile aynı sayıda kat ve tamamen aynı iklimlendirilmiş kat alanı ile modellenir.</p> <p>Ayar sıcaklıkları ve zaman çizelgeleri <i>referans ve asıl binada</i> aynıdır.</p> <p><i>Referans binanın</i> geometrisi ve fonksiyonu <i>asıl bina</i> ile aynıdır. Bina bileşenlerinin termofiziksel özelliklerinin (opak bileşenlerin U katsayısı, saydam bileşenlerin güneş enerjisi geçirgenlik katsayısı gibi) nasıl alınacağı bina kabuğu bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır. Isı köprülerinin yalıtımsız olduğu varsayılır.</p>

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Bina tipolojileri ve hacim fonksiyonlarının tanımlanması	<p>Bina tipolojileri aşağıdaki gibidir:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Konut<ol style="list-style-type: none">1a. Müstakil konut1b. Apartman1c. Rezidans2. Ofis3. Eğitim binaları4. Oteller5. Sağlık binaları6. Alışveriş ve ticaret merkezleri <p>Eğer bina yukarıda belirtilen ana fonksiyonlardan birden fazlasına sahipse, ayrı fonksiyonlara sahip bina bölümleri ayrı projeler olarak değerlendirilir.</p> <p>Müstakil konut, apartman ve ofis binaları hariç diğer bina tipolojilerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır.</p>	<p><i>Referans binada</i> hacimler ve fonksiyonlar <i>asıl binadakinin</i> aynı olarak tanımlanır.</p>
Zaman çizelgeleri	<p><i>Asıl binanın</i> zaman çizelgeleri ve bu çizelgelere bağlı HVAC sistem işletim süreleri, iç kazanç, kullanıcı yoğunluğu gibi bilgiler binanın ve hacmin fonksiyonuna bağlı olarak veritabanından gelir.</p>	<p><i>Asıl binaya</i> atanan değerler <i>referans bina</i> için de aynıdır.</p>
Bina kabuğu	<p><i>Asıl binanın</i> kabuğunun bütün bileşenleri yeni binalar için projeye 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.</p> <p>Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller, karşı engeller, gece yalıtımı <i>asıl binada</i> modellenir.</p>	<p>Kabuğun bütün dış bileşen tipleri için, <i>asıl bina</i> ile <i>referans binanın</i> bütün ölçüleri eşit kabul edilmelidir. Örneğin dış duvar alanı <i>asıl ve referans bina</i> için aynı olmalıdır. Aynı mevzu çatı ve döşeme alanları için de geçerlidir.</p> <p><i>Referans binada</i> opak ve saydam bileşen U değerleri ve saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları Tablo 4'te verilmiştir.</p> <p>Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller ve gece yalıtımı <i>referans binada</i> modellenmez. Karşı engeller <i>asıl bina</i> ile aynı kabul edilir.</p>
Aydınlatma sistemleri	<p><i>Asıl binanın</i> aydınlatma sistemi, mevcut durumdaki kurulu güç, kontrol sistemi, gün saatlerindeki kullanım süresi ve gün saatleri dışında kalan kullanım süresi dikkate alınarak hesaplanır.</p> <p>F_D değeri hacim boyutları, pencere boyutları, cam ve doğrama türü ve dış engeller dikkate alınarak belirlenen günışığı etkisine bağlı olarak hesaplanır.</p>	<p>Ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir.</p> <p>Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı ρ_D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı ρ_T %70 olarak belirlenmiştir.</p> <p>Ofisler, Eğitim binaları, Oteller, Sağlık binaları, Alışveriş ve ticaret merkezleri gibi binalarda işleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin sağlanması için gerekli ışık akısının %70'inin 36 W güce, 3250 lümen ışık akısına sahip tüp flüoresan lambalarla ve %30'unun 75 W güce, 930 lümen ışık akısına sahip enkandesan lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir.</p> <p>Aygıt tipinin D grubu IP2X normal aygıt, bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu kabul edilmiştir.</p> <p>Günışığı etkisi zayıf ve yapma aydınlatma sistemi kontrolü manuel kabul edilerek, F_D değeri için hacim türüne ve istenen aydınlık düzeyine bağlı olarak Tablo 2'de yer alan tanımlı değerler kullanılır.</p>

Mekanik sistemler (Isıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su sistemleri, 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.
- d) 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.

Referans binanın mekanik sistemleri, Tablo 5'teki gibidir.

Referans binada yenilenebilir enerji sistemleri modellenmez.

Yenilenebilir enerji sistemleri, mevcut veya tasarlanmış sistemin parametrelerine uygun olarak modellenir.

Tablo 4: İllere göre maksimum U değerleri

	U_D^*	U_T^*	U_t^*	U_P^*	g_{gl}^*
1. Bölge					
Adana	0,7	0,45	0,7	2,4	0,75
Antalya					
Aydın					
Hatay					
İçel					
İzmir					
Osmaniye					
Ayvalık (Balıkesir)					
Bodrum (Muğla)					
Dalaman (Muğla)					
Datça (Muğla)					
Fethiye (Muğla)					
Gökova (Muğla)					
Köyceğiz (Muğla)					
Marmaris (Muğla)					
Milas (Muğla)					
2. Bölge					
Adıyaman	0,6	0,4	0,6	2,4	0,75
Amasya					
Balıkesir					
Bursa					
Çanakkale					
Denizli					
Diyarbakır					
Edirne					
Gaziantep					
Giresun					
İstanbul					
Kocaeli					
Manisa					
K.Maraş					
Mardin					
Muğla					
Ordu					
Rize					

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Sakarya					
Samsun					
Siirt					
Sinop					
Tekirdağ					
Trabzon					
Şanlıurfa					
Zonguldak					
Batman					
Şırnak					
Bartın					
Kilis					
Yalova					
Düzce					
Hopa (Artvin)					
Arhavi (Artvin)					
Abana (Kastamonu)					
Bozkurt (Kastamonu)					
Çatalzeytin (Kastamonu)					
İnebolu (Kastamonu)					
Cide (Kastamonu)					
Doğanyurt (Kastamonu)					
3. Bölge					
Afyon					
Ankara					
Artvin					
Bilecik					
Bingöl					
Bolu					
Burdur					
Çankırı					
Çorum					
Elazığ					
Eskişehir					
Isparta					
Kırklareli					
Kırşehir					
Konya					
Kütahya					
Malatya	0,5	0,3	0,45	2,4	0,3
Nevşehir					
Niğde					
Tokat					
Tunceli					
Uşak					
Aksaray					
Karaman					
Kırıkkale					
İğdır					
Karabük					
Pozantı (Adana)					
Korkuteli (Antalya)					
Merzifon (Amasya)					
Dursunbey (Balıkesir)					
Ulus (Bartın)					
Tosya (Kastamonu)					
4. Bölge					
Ağrı	0,4	0,25	0,4	2,4	0,3
Bitlis					

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Erzincan					
Erzurum					
Gümüşhane					
Hakkari					
Kars					
Kastamonu					
Kayseri					
Muş					
Sivas					
Van					
Yozgat					
Bayburt					
Ardahan					
Keles (Bursa)					
Uludağ (Bursa)					
Şebinkarahisar (Giresun)					
Afşin (K.Maraş)					
Elbistan (K.Maraş)					
Göksun (K.Maraş)					
Mesudiye (Ordu)					
Kığı (Bingöl)					
Pülümür (Tunceli)					
Solhan (Bingöl)					

* U_D : Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

U_T : Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

U_i : Zemine oturan tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

U_p : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

g_{gl} : Pencere camının güneş ışınımı geçirgenlik katsayısı

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

V.

**BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
MEVCUT BİNALAR İÇİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ YÖNTEM**

1. Mevcut Binalar İçin Basitleştirilmiş Yöntem

1.1. Kapsam

Hesaplama yöntemi, yeni ve mevcut binalar için aynı algoritmayı kullanmaktadır. Mevcut binalar için basitleştirilmiş yöntem, mevcut binalarda BEP hesaplama yöntemi için gereken verilerin hepsinin temin edilememesi durumunda kullanılmak üzere geliştirilmiş bir veri seti ve bu verilerin kullanıcı tarafından kolay tanımlanmasını olanaklı kılan bir modeli içermektedir. Yeni binalar ve projesi bulunan mevcut binalar için kullanılması öngörülmemektedir.

1.2. Hesaplama Adımları

1.2.1. İnşaat Yılına Göre Bina Sınıfları

Bina sınıfları, binaların termofiziksel özellikleri ile ilgili kısıtlamalar içeren yönetmelik ve standartların yayınlanma tarihlerine göre belirlenmiştir. Tablo 1, yıllara göre bina sınıflarını göstermektedir. Mevcut binaların projesinin bulunmaması ve malzeme, vb. bilgilerinin bilinmemesi durumunda ilgili yapı elemanlarının ısı geçirme katsayılarının bu yıllara ait yönetmeliklerin verdiği değerlere uygun olduğu varsayılmaktadır.

Tablo 1: İnşaat yıllarına göre bina sınıfları

Bina Yaş Sınıfı	İnşaat Yılı	Referans gösterilen doküman	İnşaat yılı başlangıcı	İnşaat yılı bitişi
A	1985 öncesi	1985 Isı Yalıtım		07.05.2000
B	1985-2000	1985 Isı Yalıtım		
C	2000-2008	2000 Isı Yalıtım	08.05.2000	08.10.2008
D	2008 sonrası	2008 Isı Yalıtım	09.10.2008	

1.2.2. Bina Geometrisi Tanımlama

Mimari projesi bulunmayan mevcut binalarda, geometri tanımlamak için gerekli ölçüler istenen detayda bilinemeyebilir. Bu durumda, apartman ve ofis dahil tüm bina tipolojilerinde her kat bir zon olarak kabul edilerek zonlama mantığında basitleştirme yapılabilir. Ancak ofislerde bina dış ölçülerine bağlı olarak pencerelerden etkilenen ve etkilenmeyen zon ölçülerinin belirlenmesinde zorluk yaşanmıyorsa bu zonlar ayrı alınmalıdır. Geometri ve alan olarak birbirinin aynı olan katlar tek bir seferde bütün olarak ele alınabilir. Ancak katlara göre farklılaşan engel etkileri varsa bu durumda katlar ayrı ayrı hesaplanabilir.

1.2.3. Bina Kabuğu

1.2.3.1. Opak Bileşenlerin U Katsayıları

Kabuk kesiti bilinmeyen mevcut binalarda opak bileşenlerin U katsayıları, binanın inşaat yılına göre yerleştiği bina sınıfının tabi olduğu yasal dokümana göre atanır. Tablo 2'de bina yaş sınıflarına ve bölgelere göre U katsayıları verilmiştir.

1.2.3.2. Saydam Bileşenlerin U Katsayıları ve Güneş Işınımı Geçirgenlikleri

Saydam bileşen özelliklerinin bilinmemesi durumu için saydam bileşenlerin U katsayıları, binanın inşaat yılına göre yerleştiği bina sınıfının tabi olduğu yasal dokümana göre atanır. Tablo 2'de bina sınıflarına göre U katsayıları verilmiştir.

Kullanılan camların detaylı özellikleri bilinmiyorsa düz camın güneş ışınımı geçirgenlik katsayısı otomatik olarak alınacaktır. Cam türünün bilinmesi durumunda ise otomatik değer yerine yöntemin veri tabanlarında verilen cam tablosundan ilgili camın değeri seçilebilir.

Tablo 2: Bina yaş sınıflarına ve bölgelere göre U katsayıları

		U_D		U_T		U_t		U_p
A & B	1. bölge	İki tarafı sıvalı delikli tuğla 29cm	0,95	Üzeri çatı ile örtülmüş tavanlar	0,47	Isıtılmayan bodrum ve bina girişleri atölye vb üzerindeki döşemeler Zemine oturan döşemeler Açık geçit üzerindeki döşemeler Ara kat döşemesi	0,66 0,93 0,44 1,57	3,87
		İki tarafı sıvalı betonarme 30cm	1,98	Ara kat tavanı	1,99			
		İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 29cm	0,86					
		İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 19cm	1,12					
		İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 19cm	1,56					
	2. bölge	İki tarafı sıvalı delikli tuğla 29cm	0,95	Üzeri çatı ile örtülmüş tavanlar	0,47	Isıtılmayan bodrum ve bina girişleri atölye vb üzerindeki döşemeler Zemine oturan döşemeler Açık geçit üzerindeki döşemeler Ara kat döşemesi	0,66 0,75 0,36 1,57	1,89
		İki tarafı sıvalı betonarme 30cm	1,98	Ara kat tavanı	1,99			
		İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 29cm	0,86					
		İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 19cm	1,12					
		İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 19cm	1,56					
	3. bölge	İki tarafı sıvalı delikli tuğla 9+5+19cm	0,52	Üzeri çatı ile örtülmüş tavanlar	0,32	Isıtılmayan bodrum ve bina girişleri atölye vb üzerindeki döşemeler Zemine oturan döşemeler Açık geçit üzerindeki döşemeler Ara kat döşemesi	0,45 0,49 0,28 1,57	1,89
		İki tarafı sıvalı betonarme 30cm	1,98	Ara kat tavanı	1,99			
İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 29cm		0,86						
İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 19cm		1,12						
İki tarafı sıvalı delikli tuğla iç duvar 19cm		1,56						
C	1. Bölge	0,8		0,5		0,8		2,8
	2. Bölge	0,6		0,4		0,6		
	3. Bölge	0,5		0,3		0,45		
	4. Bölge	0,4		0,25		0,4		
D	1. Bölge	0,7		0,45		0,7		2,4
	2. Bölge	0,6		0,4		0,6		
	3. Bölge	0,5		0,3		0,45		
	4. Bölge	0,4		0,25		0,4		

1.2.4. Mekanik Sistemler

Özellikleri bilinmeyen mekanik sistemler için, sistemin kurulum yılına göre bazı kabuller yapılmaktadır. Bu kabuller Bölüm 3: Mekanik Sistemler raporunda açıklanmaktadır.

1.2.5. Aydınlatma Sistemi

Aydınlatma sistemine ilişkin verileri belirlenemeyen binalarda, tipolojiye bağlı olarak Tablo 3'de verilen aydınlatma güç yoğunluğu değerleri kabul edilerek hesaplama yapılabilir (ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, Atlanta, ABD)

Tablo 3: Bina tipolojilerine göre izin verilen aydınlatma güç yoğunluğu en yüksek sınır değerleri (ASHRAE, 2007)

Bina Tipolojisi	W/m ²	Bina Tipolojisi	W/m ²
Otomotiv tesisleri	9,7	Çok aileli konutlar	7,5
Kongre merkezi	12,9	Müze	11,8
Mahkeme	12,9	Ofis	10,8
Yeme-içme (bar,dinlenme)	14,0	Kapalı otopark	3,2
Yeme-içme (fastfood)	15,1	Cezaevi	10,8
Yeme-içme (restoran)	17,2	Tiyatro	17,2
Öğrenci yurdu	10,8	Polis merkezi / İtfaiye	10,8
Egzersiz salonu	10,8	Postane	11,8
Spor salonu	11,8	Dini yapılar	14,0
Klinik	10,8	Alış veriş yapıları	16,1
Hastane	12,9	Okul / Üniversite	12,9
Otel	10,8	Spor sahaları	11,8
Kütüphane	14,0	Belediye binası	11,8
Üretim tesisleri	14,0	Ulaşım yapıları	10,8
Motel	10,8	Depolar	8,6
Sinema	12,9	Atölyeler	15,1