EK 1

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

I.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI –

ISITMA ve SOĞUTMA İÇİN NET ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

ŞEKİL LİSTESİ .....

TABLO LİSTESİ .....

1. GİRİŞ .....

1.1 Kapsam .....

2. ATIF YAPILAN/YARARLANILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR

3. TERİMLER VE TANIMLAR .....

3.1 Hesaplama adımları ve mevsimler .....
3.1.1 Hesaplama zaman adımı .....
3.1.2 Isıtma veya soğutma mevsimi .....
3.1.3 Mekânın kullanılmadığı zaman aralığı .....
3.2 Mekânlar, zonlar ve alanlar .....
3.2.1 Isıtılan Mekân .....
3.2.2 Soğutulan Mekân .....
3.2.3 İklimlendirilen Mekân .....
3.2.4 İklimlendirilmeyen Mekân .....
3.2.5 İklimlendirilen Zon .....
3.2.6 İklimlendirilen Alan .....
3.2.7 Bağımsız Çok Zonlu Hesaplama .....
3.3 Sıcaklıklar .....
3.3.1 Dış sıcaklık .....
3.3.2 İç Sıcaklık .....
3.3.3 Ayar Sıcaklığı .....
3.4 Enerji .....
3.4.1 Isıtma veya Soğutma İçin Enerji İhtiyacı .....
3.4.2 Bina Hizmetleri .....
3.5 Isı Geçişi .....
3.5.1 Isı Geçiş Katsayısı .....
3.5.2 İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayısı .....
3.5.3 Havalandırma Isı Geçiş Katsayısı .....
3.6 Bina Isı Kazançları .....
3.6.1 İç Kazançlar .....
3.6.2 Güneş Kazançları .....
3.6.3 Güneş Işınımı .....
3.7 Boyutlandırma Yöntemi .....

4. SEMBOLLER .....

5. HESAPLAMA YÖNTEMİNİN ANA HATLARI .....

5.1 Bina Enerji Dengesi .....
5.1.1 Giriş .....
5.1.2 Bina Zon Seviyesinde Enerji Dengesi .....

6. BİNA GEOMETRİSİ .....

6.1 Bina Geometrisinin Hiyerarşik Olarak Tanımlanması .....
6.2 Çizime Dayalı Serbest Geometri Tanımı.....
6.2.1 Bina Geometrisinin Tanımlanmasında Yazılım Kullanılması .....
6.2.2 Serbest Geometrilere İlişkin Hesaplamalar .....
6.3 Bina Geometrisini Tanımlayan Elemanlar.....
6.3.1 Bina .....
6.3.2 Katlar.....
6.3.3 Zonlar.....
6.3.4 Duvarlar .....
6.3.5 Pencereler.....
6.3.6 Kapılar.....
6.3.7 Döşemeler.....
6.3.8 Kolonlar.....
6.3.9 Balkonlar.....
6.3.10 Çatılar .....
6.3.11 Çevre Binalar .....

7. BİNA ZONLARI .....

7.1 Genel.....
7.2 Hesaplama İçin Binanın Sınırları .....
7.3 Isıl Zonlar.....
Konutlar
7.3.1 Müstakil Konutlar.....
7.3.2 Apartmanlar .....
7.3.3 Rezidanslar .....
7.3.4 Ofisler.....
7.3.5 Eğitim Binaları .....
7.3.6 Oteller .....
7.3.7 Sağlık Binaları .....
7.3.8 Alışveriş ve Ticaret Merkezleri.....
7.4 İklimlendirilen Zemin Alanının Tayini, A_f.....

8. İLETİM ve TAŞINIM İLE ISI GEÇİŞİ .....

8.1 Hesaplama Yöntemi .....
8.2 İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayısı .....
8.2.1 Opak Bileşenler.....
8.2.2 Opak Bileşenler İçin Isı Köprülerinin Hesaplanması .....
8.2.3 Saydam Bileşenler.....
8.2.4 Pencerelerde Kepenk Olması Durumu.....
8.2.5 Kapı Bileşenleri .....
8.2.6 İklimlendirilen Zonun Döşeme Karakteristik Ölçüsünün Belirlenmesi .....
8.2.7 İklimlendirilen Zonda Yapı Bileşenlerinin Eşdeğer Kalınlıklarının Belirlenmesi .....
8.3 Farklı Isıl Şartları Olan Bileşenlerin İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayıları .....
8.3.1 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Zonun Dış Hava Temaslı Opak ve Saydam Bileşenleri.....
8.3.2 İklimlendirilen Zon İle Dışa Açık İklimlendirilmeyen Bitişik Zonu Ayıran Duvarların Opak ve Saydam Bileşenleri .....

8.3.3 İklimlendirilen Bir Bodrum Katın Toprak Temaslı Dış Duvarları .....
8.3.4 İklimlendirilen Zonun Toprak Temaslı Yüzer Döşemesi .....
8.3.5 İklimlendirilen Zonun Toprak Temaslı İklimlendirilmeyen Hacim İle Ara Döşemesi .....
8.3.6 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Bodrum Katın Toprak Temaslı Döşemesi .....
8.3.7 İklimlendirilen Zonun Dışa Açık İklimlendirilmeyen Bir Seraya (Kış Bahçesine) Bakan Yüzeyleri .....
8.3.8 İklimlendirilen Zonun Dış Hava Temaslı Konsol Döşemesi .....
8.3.9 İklimlendirilen Zonun Dışa Açık Olmayan İklimlendirilmeyen Zona Bakan Bileşenleri .....
8.3.10 İklimlendirilen Zonun İklimlendirilen Başka Bir Zon İle İlişkili Bileşenleri ...
8.3.11 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Zonun Toprak Altındaki Döşemesi

9. HAVALANDIRMA İLE ISI GEÇİŞİ .....

9.1 Minimum Havalandırma İhtiyacı .....
9.1.1 Müstakil Konutlar ve Daireler .....
9.1.2 Ofisler .....
9.1.3 Diğer Bina Tipolojileri .....
9.2 Özel Durumlar İçin Hesaplama .....
9.2.1 İklimlendirilen Zon İle Bitişik İklimlendirilmeyen Zon Arasındaki Havalandırma İle Isı Geçiş Katsayısı .....
9.2.2 İklimlendirilmeyen Zon İle Dış Ortam Arasındaki Hacimsel Hava Debisi ($q_{v,ue}$) .....
9.2.3 İklimlendirilmeyen Zon İle Dış Ortam Arasındaki Havalandırma Isı Geçiş Katsayısı ($H_{v,ue}$) .....
9.2.4 İklimlendirilen Zonla İklimlendirilmeyen Zon Arasında Kapı ve/veya Pencere Varsa .....
9.2.5 İklimlendirilen Zonla İklimlendirilmeyen Zon Arasında Kapı ve/veya Pencere Yoksa .....
9.3 Doğal Havalandırma ve Sızıntı (İnfiltrasyon) .....
9.4 Mekanik Havalandırma .....

10. İÇ KAZANÇLAR .....

10.1 Hesaplama Yöntemi .....
10.2 İnsanlardan ve Cihazlardan İç Kazançların Hesaplanması .....
10.2.1 Müstakil Konutlar ve Apartman Daireleri .....
10.2.2 Ofisler .....
10.2.3 Rezidanslar ve Diğer Bina Tipolojileri .....
10.3 Aydınlarma Aygıtlarından İç Kazançların Hesaplanması .....
10.4 Toplam İç Kazanç Değerinin Hesaplanması .....
10.4.1 Müstakil Konutlar ve Apartman Daireleri .....
10.4.2 Ofisler .....
10.4.3 Rezidanslar ve Diğer Bina Tipolojileri .....

11. GÜNEŞ KAZANÇLARI .....

11.1 Hesaplama yöntemi .....
11.2 Güneş Enerjisinden Toplam Isı Kazançları .....
11.2.1 Saydam Bileşenler İçin Etkin Güneş Işınımı Toplama Alanı .....

11.2.2 Opak Bileşenler İçin Etkin Güneş Işınımı Toplama Alanı
11.2.3 Kapı Bileşenleri İçin Güneş Enerjisinden Isı Kazançları
11.2.4 Gölgelenme
11.2.5 Güneş Kontrol Elemanları Ve Bina Çıkıntıları İle Gölgelenme
11.2.6 Saydam Bileşenler İçin Gölgelenme Faktörüne ($F_{Sh,Gl}$) Bağlı Olarak $A_{sol,Gl}$'nin Hesabı
11.2.7 Çevre Binalardan Gölgelenme
11.2.8 Isıl Işınım İle Gökyüzüne Isı Kaybı

12. SAATLİK ISITMA – SOĞUTMA NET ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

12.1 Genel
12.1.1 Bina Dinamik Etkilerinin Hesaplanması
12.1.2 İç Kazançlar Ve Güneş Kazançlarıyla Oluşan Isı Miktarlarının Hesaplanması
12.1.3 Isı Geçirme Katsayıları
12.1.4 Verilen Isıtma-Soğutma Yükü Enerjisi İhtiyacı $\Phi_{HC,Nd}$ İçin Hava ve Operatif Sıcaklıkların Hesaplanması
12.1.5 İç Sıcaklığın ve Gerekli Isıtma ve Soğutma Gücünün Hesaplanması
12.2 Hesaplama Yöntemi

13. İKLİM VERİLERİ

13.1 Genel Bilgi
13.2 Verilerin Kontrolü ve Eksik Verilerin Tamamlanması
13.3 İklim Verisi Kapsamı
13.3.1 Sıcaklık
13.3.2 Bağıl Nem
13.3.3 Güneş Işınımı
13.3.4 Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işınımı
13.3.5 Doğrudan Güneş Işınımı
13.4 Basit Saatlik Metotta Gerekli Datalar İçin Temsili Meteorolojik Yıl Oluşturulması
13.4.1 Yöntem 1: Şehir Merkezlerindeki İstasyonlar İçin Verilerin Oluşturulması
13.4.2 Yöntem 2: Şehir Merkezleri Dışındaki İstasyonlar İçin Verilerin Oluşturulması
13.5 Bin Dataların Hazırlanması

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 6.1 Hiyerarşik katmanlar düzeni .....
Şekil 6.2 Noktalar dizisinden oluşan serbest form.....
Şekil 6.3 Katıların hacim hesabı (parametreler) .....
Şekil 6.4 Dairesel formum doğru parçaları ile tanımlanması .....
Şekil 6.5 Bodrum katlar.....
Şekil 6.6 Zemin kat .....
Şekil 6.7 Ara katlar.....
Şekil 6.8 Çatı kat .....
Şekil 6.9 Çatı arası .....
Şekil 6.10 Zon komşulukları .....
Şekil 6.11 Net Zon Alanı .....
Şekil 6.12 Duvar Aksları .....
Şekil 6.13 Kapı Hesabı İçin Gerekli Parametreler .....
Şekil 6.14 Çatı tipleri .....
Şekil 6.15 Çatı Parçaları .....
Şekil 6.16 Çatı Parçası Hacmi (Parametreler) .....
Şekil 6.17 Çatı Parçası Hacmi (Parametreler) .....
Şekil 6.18 Tonoz çatı parçası alanı (parametreler) .....
Şekil 6.19 Yaşanan Çatı Katı ve Çatı Parçaları .....
Şekil 6.20 Çatı Arası ve Çatı Katı.....
Şekil 6.21 Gölgeleme Açısı (α Açısı) .....
Şekil 7.1. Müstakil Konut Zonlama Örneği.....
Şekil 7.2 Apartman tipli konut zonlama örneği .....
Şekil 8.1 Isı geçiş hesapları için ısıl şartları farklı zonları ayıran bileşenlerin tanımlanması.....
Şekil 8.2 Tip 1- İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri .....
Şekil 8.3 Tip 2 - İklimlendirilen zon ile dışa açık iklimlendirilmeyen zonu ayıran duvarlar .....
Şekil 8.4 Tip 3 - İklimlendirilen bir bodrum katının toprak temaslı dış duvarları .....
Şekil 8.5 Tip 4 - İklimlendirilen zonun toprak temaslı yüzer döşemesi.....
Şekil 8.6a Tip 5 - İklimlendirilen zonun temel boşluğu temaslı döşemesi.....
Şekil 8.6b Tip 5 - İklimlendirilen zonun temel boşluğu temaslı döşemesi.....
Şekil 8.7 Tip 6 - İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bodrum katın toprak temaslı döşemesi .....
Şekil 8.8 Tip 7 - İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir seraya bakan duvarları .....
Şekil 8.9 Tip 8 - İklimlendirilen zonun dış hava temaslı konsol döşemesi.....
Şekil 8.10 Tip 9 - İklimlendirilen zonun, dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan duvarları .....
Şekil 8.11Tip 10 - İklimlendirilen zonun iklimlendirilen başka bir zon ile ilişkili opak bileşenleri.....
Şekil 9.1 Tip 2 ve Tip 7 elemanlara sahip iklimlendirilen ve iklimlendirilmeyen zon için havalandırma ısı geçiş katsayıları ile sıcaklık düzeltme katsayıları .....
Şekil.11.1 Yatay Gölgeleme Açısı .....
Şekil 11.2 Düşey Gölgeleme açısı .....
Şekil 11.3 Çevre Binalardan Gölgelenme Hesapları İçin α açısının Hesaplanması..
Şekil 12.1 Direnç-Kapasite Modeli (RC Modeli) .....

Şekil 12.2 RC Modelinde Sistem Davranışına Karşı Bina Zonu Sıcaklık Davranışı ...

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Yaralanılan kaynaklardan başlıcaları .....
Tablo 8.1 Yapı bileşenleri için yüzey ısıl direnç katsayıları (EN 13790) .....
Tablo 8.2 Yapı malzemeleri arasındaki boşluk (hava olması durumu) için ısıl direnç katsayıları .....
Tablo 8.3 Isı geçiş hesapları için yapı bileşenlerinin oluşturduğu ısı köprülerinin tanımlanması.....
Tablo 8.4 Ara Boşluk Dolgusuna Göre Çok Katlı Camların Isı Geçirgenlik Kat Sayıları
Tablo 8.5 Yaygın olarak kullanılan cam türlerinin, yüzeye dik doğrultuda güneş enerjisi geçirgenlik faktörünün düzeltilmiş değerleri .....
Tablo 8.6 Saydam bileşen çerçevelerinin ısıl geçirgenlik katsayısı.....
Tablo 8.7 Çerçeve ve cam özelliklerine bağlı saydam bileşen ısıl geçirgenlik katsayısı
Tablo 8.8 Hava tabakalarının ısıl geçirgenlik direnci hesap değerleri (TS 825) .....
Tablo 8.9 Kapı bileşenleri için ısıl geçirgenlik katsayısı.....
Tablo 9.1 Bağımsız kaçak karakteri elemanları için düzeltme faktörleri ve farklı konstrüksiyon tipleri için temel hava sızdırma değerleri (50 Pa basınçta) ve eklenecek değerler (EN 13465) .....
Tablo 9.2 İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava değişim sayısı
Tablo 9.3 Hava sızdırmazlık seviyeleri.....
Tablo 9.4 Apartmanlar, ofisler ve diğer bina tipolojilerinde doğal havalandırma hava değişim sayısı (n), (1/h).....
Tablo 9.5 Müstakil konutlar doğal havalandırma hava değişim sayısı (n), (1/h) .....
Tablo 9.6 Mekanik havalandırmada sızıntı (infiltrasyon) katsayıları.....
Tablo 10.1 Konut ve apartman dairelerinde duyulur ısı kazançları saatlik zaman çizelgesi .....
Tablo 10.2 Konutlarda ve ofislerde insanlardan metabolik ısı kazançları için duyulur ve gizli ısı değerleri .....
Tablo 10.3 Ofis yoğunluklarının tanımı .....
Tablo 10.4 Ofislerde cihazlardan ısı kazançları.....
Tablo 12.1 Bina Isı Kapasitesi Varsayılan Değerler (EN ISO 13790) .....
Tablo 13.1 Merkez istasyonlar dışındaki istasyonların kullanıldığı iller ve ilgili istasyonlar .....
Tablo 13.2 İklim verilerinin alındığı yıllar (Şehir merkezleri için) .....
Tablo 13.3 İklim verilerinin alındığı yıllar (Şehir merkezleri dışındaki istasyonlar için)
Tablo 13.4 Hatalı kabul edilen günlük farklar .....
Tablo 13.5 Hatalı kabul edilen saatlik farklar.....
Tablo 13.6 Hava değişkenleri için ağırlık katsayıları .....

1. GİRİŞ

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

Bu hesaplama yöntemi;

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

gibi uygulamalarda kullanılabilir.

1.1 Kapsam

Bu hesaplama yöntemi, bina enerji performansını değerlendirirken;

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

kapsamaktadır.

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

Bu yöntemle elde edilebilecek başlıca çıktılar aşağıda belirtilmiştir:[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. ATIF YAPILAN/YARARLANILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR

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

Tablo 2.1 Yaralanılan 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	**TS 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 kriterleri (bina içi hava kalitesi, ısıl 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 Varsayılan 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 Isıl Değerlerinin Tayini İçin Metotlar
BS EN 12524	Building materials and products. Hygrothermal properties. Tabulated design values	**TS EN 12524** Bina malzemeleri ve mamulleri - higroısıl 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** Binaların Isıl Performansı -Zeminle Isı Değişimi Hesaplama Metodu
2005 ASHRAE	Fundamentals Handbook	

3. TERİMLER VE TANIMLAR

3.1 Hesaplama adımları ve mevsimler

3.1.1 Hesaplama zaman adımı

Bina için enerji ihtiyaçlarının ve tüketiminin hesaplanmasındaki zaman aralığı.

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

3.1.2 Isıtma veya soğutma mevsimi

Yıl içerisinde ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının olduğu dönem.

Not - Isıtma ve soğutma mevsim uzunlukları iklim verilerinin yanı sıra bina performansına göre de 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 ısıl davranışına da bağlı olarak belirlenebilmesine olanak sağlamaktadır.

3.1.3 Mekânın 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 alan veya çevrelenmiş hacim

3.2.2 Soğutulan Mekân

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

3.2.3 İklimlendirilen Mekân

Isıtılan ve/veya soğutulan mekân.

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

3.2.4 İklimlendirilmeyen Mekân

İklimlendirilen mekânın bir parçası olmayan alan veya çevrelenmiş hacim.

3.2.5 İklimlendirilen Zon

Verilen ayar sıcaklığına veya sıcaklıklarına iklimlendirilen, aynı kullanım modeline sahip olan, iç sıcaklıklarının mekan içerisinde homojen olduğu varsayılan ve tek ısıtma, soğutma ve/veya havalandırma sistemi ile veya aynı enerji performansına sahip farklı sistemlerle kontrol edilen hacim.

3.2.6 İklimlendirilen Alan
İklimlendirilen tüm mekânların zemin alanları.

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

3.3 Sıcaklıklar

3.3.1 Dış sıcaklık
Dışarıdaki havanın sıcaklığı.

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

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

3.4 Enerji

3.4.1 Isıtma veya Soğutma İçin Enerji İhtiyacı
Verilen bir zaman dilimi süresince istenilen sıcaklıkta konfor şartlarının sürdürülebilmesi için iklimlendirilen mekâna verilmesi veya mekândan alınması gereken ısı.

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

3.5 Isı Geçişi

3.5.1 Isı Geçiş Katsayısı
Sıcaklık farkı olan iki ortam arasında birim zamanda geçen ısı miktarının sıcaklık farkına bölünmesi ile elde edilen katsayı.

3.5.2 İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayısı
Sıcaklık farkı olan iki ortamı ayıran yapı bileşeninin toplam alanından birim zamanda geçen ısı miktarının sıcaklık farkına bölünmesiyle elde edilen katsayı.

3.5.3 Havalandırma İçin Isı Geçiş Katsayısı
Mekânda sızıntı veya havalandırma yoluyla geçen ısı miktarının iç hava sıcaklığı ile besleme havası sıcaklığı arasındaki farka bölümü.

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

3.6 Bina Isı Kazançları

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

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

3.6.1 İç Kazançlar

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

Yüzeyin birim alanına düşen güneşten gelen ısı.

3.7 Boyutlandırma Yöntemi

Binanın dış ölçülerine göre hesaplanan brüt alan ile bina enerji sınıfı kWh/m2 ve CO2 olarak hesaplanır. Ayrıca; Aydınlatma, havalandırma, iç kazançlar, kütle alanı gibi hesaplamalarda net alanlar veya net hacimler kullanılmıştır. Net alanların ve net hacimlerin hesaplanmasında, iç boyutlar baz alınmaktadır.

4. SEMBOLLER

Tablo 4.1 – Semboller ve birimler

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

N	Sayı	
N	Hava değişim sayısı	1/h
N_{50}	50 Pa basınç altında hava değişim katsayısı	1/h
P	Çevre	m
ρ	Yoğunluk	kg/m^3
τ_{gl}	Gün ışığı geçirgenlik faktörü	
$\dot{V}$	Hacimsel hava debisi	m^3/h
R	Isıl direnç	m^2K/W
S	Yüzey eğim açısı	°
T	Saat	h
U	Isıl geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
V	Hacim	m^3
W	Bağıl nem	
W	Duvar toplam kalınlığı	m
Ψ	Doğrusal ısıl geçirgenlik	W/mK
Z	Zenit açısı	°
Z	Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği	m
Λ	İç yüzey alanı ile döşeme alanı arasındaki oran	
θ	Sıcaklık	C°
X	Noktasal ısıl geçirgenlik	W/K

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

Tablo 4.2 – Alt indisler

a	Hava	H,nd	ısıtma ihtiyacı	ov	Yatay engel
ac	gerçek (verilebilen)	HC, nd	ısıtma-soğutma ihtiyacı	p	kişi
air	Hava	HI	Hafta içi günler	*p*	İzdüşüm
App	Cihazlar	hor	yatay,ufuk	r	Işınımsal
at	bağlaşım terimi	hr	Saat	*r*	Sağ
awg	Ortalama	hru	Isı geri kazanım	s	Yüzey
bf	Bodrum kat döşemesi	HS	Hafta sonu günler	*S*	Güneş
bw	Bodrum kat duvarı	i	İç (sıcaklık)	se	Yüzey, dış
C	Soğutma, kapasite	ia	İç hava	sen	Duyulur
c	Opak eleman	i,j,k,n	Temsili tamsayılar	set	Ayar (sıcaklık,nem)
d	Tasarım	i,j,k,n	Temsili tamsayılar	sh	Gölgeleme
D	Diğer (konutlarda mutfak ve salon dışındaki)	int	İç (ısı).	shut	Kepenk
dif	Yayınık	is	İletkenlik terimi	si	Yüzey, iç
dir	Direkt	k	Zon indisi	sol	Güneş
do	Kapı	*l*	Sol	st	Yüzey sıcaklığı
e	Dış	*L*	Aydınlatma (Sistemi)	stnd	Standart
em	Salım,Yayma	lat	Gizli	sub	besleme (hava)
enk	Enkandesan aydınlatma aygıtı	lg	Aydınlatma aygıtı	tot	toplam
ex	Egzos sistemi	m	kütle	tr	İletim (ısı geçişi)
f	Döşeme	mn	Ortalama (zaman, mekan)	u	Şartsız
F	Çerçeve	M	Mutfak ve salon	un	Sınırsız
f	Fan	max	Azami, en fazla	unit	Birim
f	Isı geri kazanım faktörü	min	Asgari, en az	V	Havalandırma (sistem)
fin	Düşey engel	ms	İlerkenlik terimi	ve	Havalandırma (ısı geçişi)
flo	Floüresan lamba	n	Hava değişim sayısı	w	Duvar
fo	Temel	nd	İhtiyaç	W	Sıcak su
frac	Oran	ob	Dış engel	win	Pencere
g	Toprak	Oc	İnsanlar (Kişi)	x'	Fanın kapalı olma durumu
gap	Hava boşluğu	Of	Ofis		
gl	Cam, saydam eleman	op	Opak		
H	Isıtma	opr	Operatif		

5. HESAPLAMA YÖNTEMİNİN ANA HATLARI

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

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

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

5.1 Bina Enerji Dengesi

5.1.1 Giriş

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

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

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

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

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

5.1.2 Bina Zon Seviyesinde Enerji Dengesi

Bina zon seviyesinde enerji dengesi aşağıda verilen maddeleri içerir:

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

– Havalandırma için ısı geçişi, iklimlendirilen zonun sıcaklığı ile doğal havalandırmada dış hava sıcaklığı, mekanik havalandırmada ise besleme havası sıcaklığı arasındaki fark ile havalandırma boşluklarından ve çatlaklardan geçen ısı olarak hesaplanır.

– İklimlendirilen bir zon ile bitişik iklimlendirilmeyen zon arasında iletim/taşınım ve havalandırma için ısı geçişi, iklimlendirilmeyen zonun iletim/taşınım ve havalandırma için ısı kayıp/kazançlarının, belirli bir azaltım faktörü aracılığı ile iklimlendirilen zona aktarıldığı varsayılarak hesaplanır.

- İç ısı kazançları, örneğin kişiler, cihazlar ve aydınlatma ve sıcak su sistemlerinden yayılan veya soğurulan ısıdır.

- Güneşten ısı kazançları, pencerelerden doğrudan yolla ve/veya opak yapı bileşenlerinden soğurma yoluyla dolaylı olarak kazanılan ısıdır.

- Binanın ısıl kütlesinin ısıyı depolama veya depolanan ısıyı salması özelliği ısı dengesinde hesaba katılır.

- Isıtma için enerji ihtiyacı, zon ısıtılmaktaysa, ısıtma sisteminin iç sıcaklığı gerekli olan asgari seviyeye (ısıtma için ayar sıcaklığına) yükseltmek için sağladığı enerji miktarıdır.

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

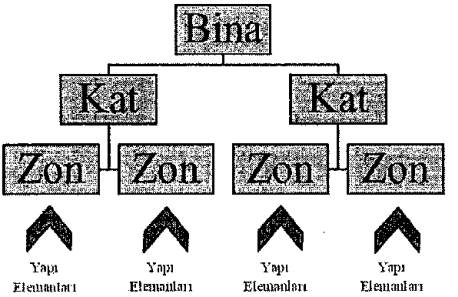
6. BİNA GEOMETRİSİ

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

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

6.1 Bina Geometrisinin Hiyerarşik Olarak Tanımlanması

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



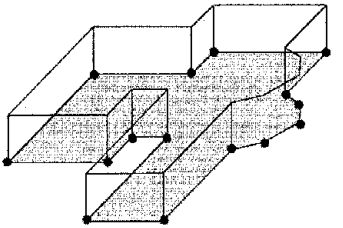
Şekil 6.1 Hiyerarşik katmanlar düzeni

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

6.2 Çizime Dayalı Serbest Geometri Tanımı

Hesaplama yönteminde, bina geometrisine ait hiyerarşik yapı içerisindeki tüm elemanlar, doğrusal ve dairesel geometrilerin bir araya gelmesinden oluşan serbest formlara sahip olabilirler (Şekil 6.2).

Serbest formların tanımlanabilmesi için geometrik formu oluşturan noktalar dizisinin tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlamanın kolay bir biçimde yapılabilmesi için bir bilgisayar destekli çizim yazılımının kullanılması gerekmektedir.



Şekil 6.2 Noktalar dizisinden oluşan serbest form

6.2.1 Bina Geometrisinin Tanımlanmasında Yazılım Kullanılması

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

- Hali hazırdaki CAD çiziminin program içerisinde altlık olarak kullanılıp, üzerinden BEP TR formatında mimari elemanların oluşturulması,

- Herhangi bir CAD ortamında, bina geometrisinin BEP TR formatında çizildikten sonra, BEP TR içine aktarılarak, geometrilerin mimari eleman olarak tanıtılması.

<u>Çizimin Altlık Olarak Kullanımı</u>

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

<u>Projenin CAD Ortamında BEP-TR Formatında Tanımlanması</u>

BEP-TR içindeki çizim modülü haricinde farklı bir CAD ortamında da proje geometrisinin tanımlanması

mümkündür. Bu tanımlamayı yapabilmek için tüm katlar farklı CAD dosyaları içerisinde, aynı koordinat düzleminde, aynı başlangıç noktasından röperli olarak çizilmelidir. Tanımlanacak her eleman gerekli katmanda (layer) ve doğru yöntem ile çizilmelidir.

6.2.2 Serbest Geometrilere İlişkin Hesaplamalar

Doğrusal Geometrilere İlişkin Hesaplar

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

Doğru Parçası Uzunluğu

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

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

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

Poligon Çevresi

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

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

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

Poligon Alanı

Poligonların alanı 'Gauss Alan Formülü' ile hesaplanır.

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

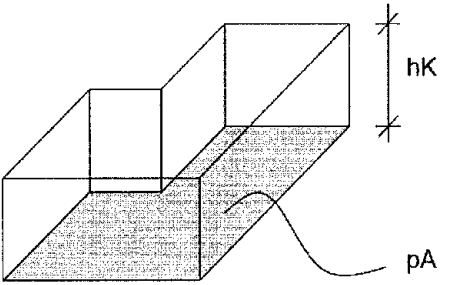
$$A = \frac{1}{2}\left|\sum_{i=1}^{n-1} x_i y_{i+1} + x_n y_1 - \sum_{i=1}^{n-1} x_{i+1} y_i - x_1 y_n\right|$$
$$= \frac{1}{2}\left|x_1 y_2 + x_2 y_3 + \cdots + x_{n-1} y_n + x_n y_1 - x_2 y_1 - x_3 y_2 - \cdots - x_n y_{n-1} - x_1 y_n\right|$$

Poligonların Yükseltilmesi ile Oluşmuş Katıların Hacmi

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

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

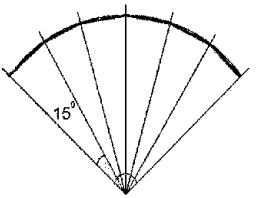
Katı Hacmi = pA x hK



Şekil 6.3 Katıların hacim hesabı (parametreler)

Dairesel Geometrilere İlişkin Hesaplar

Hesaplama yönteminde, dairesel formlar merkezden 15^0 'lik açılara bölünerek doğru parçaları ile tanımlanmaktadır. **Şekil 6.4**



Şekil 6.4 Dairesel formum doğru parçaları ile tanımlanması

6.3 Bina Geometrisini Tanımlayan Elemanlar

6.3.1 Bina

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

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

6.3.2 Katlar

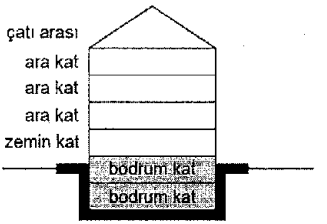
Katların geometrik özellikleri ve formu, katların alt elemanlarının geometrik tanımları ile oluşturulur. Dolayısıyla kata ait geometrik hesaplamalar da alt elemanların parametreleri kullanılarak yapılır.

Hesaplama yönteminde 5 farklı kat tipi tanımlanmıştır. Bu tipler aşağıdaki açıklanmıştır;

Bodrum Kat

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

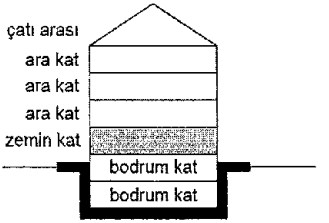
NOT: Subasman yüksekliği 1. Bodrum katta tanımlanır.



Şekil 6.5 Bodrum katlar

Zemin Kat

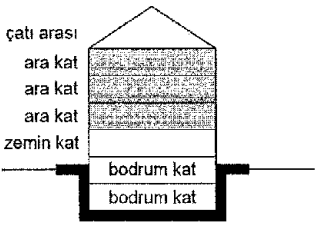
Binanın ana girişinin bulunduğu ve varsa bodrum katın üzerinde yer alan kattır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6 Zemin kat

Ara Kat

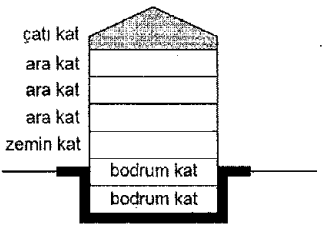
Ara kat, zemin kat ile varsa çatı katı veya çatı arası katı yoksa en üst kat arasında bulunan katların her biridir. Şekil 6..7



Şekil 6.7 Ara katlar

Çatı Kat

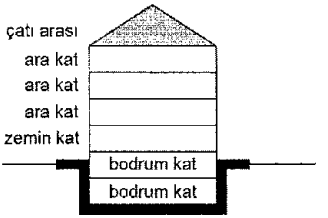
Binada en üst ara katın üzeride yer alan ve yaşanan kırma/beşik çatılı kattır. Şekil 6.8



Şekil 6.8 Çatı kat

Çatı Arası

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



Şekil 6.9 Çatı arası

6.3.3 Zonlar

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

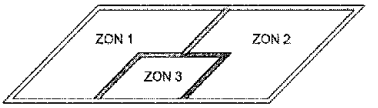
Zonları oluşturan geometrik parametreler (en, boy, yükseklik, alan, hacim) hesaplama yöntemi içerisinde sıkça kullanılmaktadır. Zonların alan, hacim gibi parametrelerinin yanında birbirleri ile olan ilişkileri de (komşulukları) hesaplama yöntemi için önemlidir. Geometrik ilişkiler ile tanımlanmış komşuluk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

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

1. Daire
2. Çekirdek
3. Sera
4. İşyeri Ofisi
5. Kişisel ofis (tek kişilik)
6. Grup çalışma ofisi (En fazla 6 kişilik)
7. Açık ofis (7 ve üstü kişilik)
8. Toplantı, seminer ve konferans odası
9. Lobi / Giriş holü

10. Mağaza
11. Mağaza / Depo
12. Derslik
13. Konferans Odası, Oditoryum
14. Hasta odası
15. Otel yatak odası
16. Kantin
17. Restoran / Yemek holü
18. Mutfak
19. Mutfak (hazırlık odası veya depo)
20. Tuvalet
21. Diğer yaşanan odalar (personel ve dinlenme odası-bekleme odası)
22. Yardımcı mekanlar (yaşanmayan odalar, vestiyer odası, arşiv, koridor)
23. Sirkülasyon alanları / Koridorlar
24. Teknik ekipman odası, arşiv ve depo
25. Sunucu odası, bilgisayar merkezi"
26. Atölye, imalathane
27. İzleyici ve dinleyici alanları
28. Fuaye
29. Sahne (tiyatro ve benzeri)
30. Fuar / Kongre mekanı
31. Müze ve sergi salonları
32. Kütüphane (okuma odası)
33. Kütüphane (açık raf alanı)
34. Kütüphane (dergi ve depo)
35. Spor salonu (tribün olmayan)
36. Otopark (ofisler ve özel kullanım)
37. Otopark
38. Poliklinik Odaları
39. Kitap Okuma Salonu

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



Şekil 6.10 Zon komşulukları

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

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

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

Şekil 6.11 Net Zon Alanı

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

Zon çevresi, zonu oluşturan duvarların uzunluklarının toplanması ile hesaplanır.

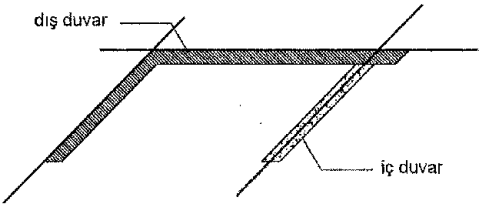
Zon komşulukları, aynı kat içerisinde bulunan tüm zonların iz düşüm poligonlarının birbirleri ile

kesişimlerinin hesaplanması yöntemi ile bulunur. Kesişim hesapları sonucunda çıkan uzunluk değerleri zon komşuluk ilişkileri açısından önemlidir.

6.3.4 Duvarlar

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

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



Şekil 6.12 Duvar Aksları

Duvarlara ait ihtiyaç duyulan geometrik veriler aşağıdaki biçimde hesaplanır;

Duvar Uzunluğu

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

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

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

Duvar Brüt Alanı

Duvar Brüt Alanı, duvar uzunluğu ve kat yüksekliğinin çarpılması ile bulunur.

- **uD** : Duvar Uzunluğu
- **katH** : Kat yüksekliği

Duvar Brüt Alanı = uD x katH

Duvar Net Alanı

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

- **∑pA[i]** : Duvar üzerindeki pencere alanlarının toplamı.
- **∑kA[i]** : Duvar üzerindeki kapı alanlarının toplamı.
- **∑klnA[i]** : Duvar üzerindeki kolonların duvar ile hemyüzlerinin yüzey alanlarının toplamı.
- **∑krsA[i]** : Duvar üzerindeki kirişin duvar ile hemyüz olan yüzeyinin alan toplamı.
- **∑krsA[i]** = Kiriş Yüksekliği x Duvar Uzunluğu

Duvar Net Alanı = Duvar Brüt Alanı – (∑pA[i] + ∑kA[i] +∑klnA[i] + ∑krsA[i])

6.3.5 Pencereler

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

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

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

Pencere Alanı

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

- **uP** : Pencere uzunluğu

- **hP** : Pencere yüksekliği

Pencere Alanı = uP x hP

Pencere Orta Noktası

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

Pencere Yatay Gölgeleme Açısı (Kesitte)

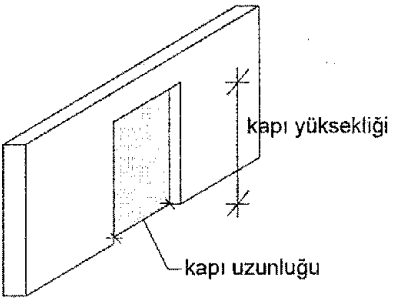
Güneş kazançları ile ilgili hesaplamalarda, saydam alanlardaki gölgeleme etkisinin bulunabilmesi için saydam alanların Yatay gölgeleme açılarına ihtiyaç duyulur. Yatay gölgeleme açılarının hesaplanması için kesitte pencereye gölge düşürebilecek elemanlar, kullanıcı tarafından belirlenir. Belirlenen elemanların boyutları kullanılarak yatay gölgeleme açısı Bölüm 11.2'de açıklanan biçimde hesaplanır.

Pencere Düşey Gölgeleme Açısı (Plan düzleminde)

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

6.3.6 Kapılar

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



Şekil 6.13 Kapı Hesabı İçin Gerekli Parametreler

6.3.7 Döşemeler

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

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

6.3.8 Kolonlar

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

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

6.3.9 Balkonlar

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

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

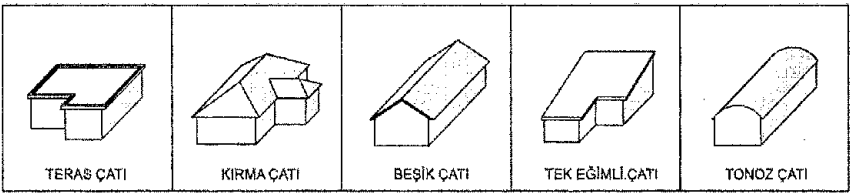
6.3.10 Çatılar

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

Hesaplama yönteminde 5 tip çatı tanımlanmıştır. Bu tipler;

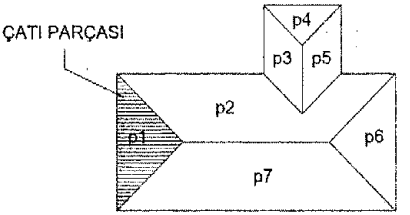
- Teras Çatı
- Kırma Çatı
- Beşik Çatı
- Tek Eğimli Çatı
- Tonoz Çatı

olarak isimlendirilir. Şekil 6.14



Şekil 6.14 Çatı tipleri

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



Şekil 6.15 Çatı Parçaları

<u>Teras Çatı Parçaları</u>

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

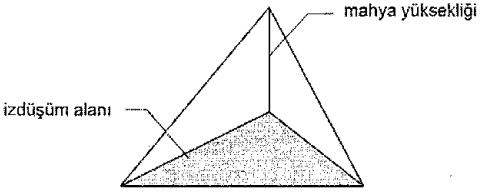
Teras çatı alanı ise 'Gauss Alan Formülü' ile bulunur;

Teras çatılarda çatı eğimi '%0' olarak kabul edilir.

<u>Kırma, Beşik ve Tek Eğimli Çatı Parçaları</u>

Kırma, Beşik ve Tek Eğimli Çatıların hacmi, çatıyı oluşturan çatı parçalarının hacimlerinin toplanması ile elde edilir. Çatı parçalarının hacim hesaplarında ise iki farklı hesap kullanılmaktadır. Eğer çatı parçasının poligonu 3 kenarlı ise;

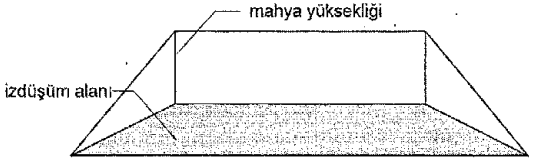
Çatı Parçası Hacmi = (Çatı Parçası İzdüşüm Alanı x Çatı Parçası Mahya Yüksekliği) /3 olarak hesaplanır. Şekil 6.16



Şekil 6.16 Çatı Parçası Hacmi (Parametreler)

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

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



Şekil 6.17 Çatı Parçası Hacmi (Parametreler)

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

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

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

Tonoz Çatılar

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

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

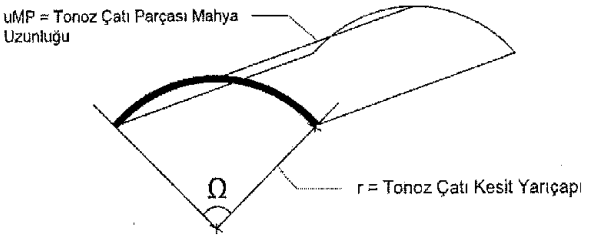
- $_{U}$**M** = Tonoz Çatı Mahya Uzunluğu
- **r** = Tonoz Çatı Kesit Yarıçapı
- **Ω** = Tonoz Çatı Kesit Açısı (derece)

Tonoz Çatı Hacmi = $_{U}M \times [1/2\ r^2 \times (\Omega - \sin \Omega)]$ olarak hesaplanır.

Tonoz çatıyı oluşturan çatı parçalarının alanları ise;

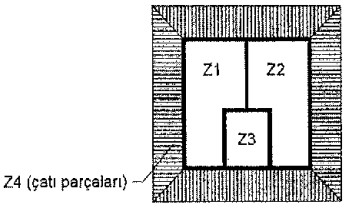
- $_{U}$**MP** = Tonoz Çatı Parçası Mahya Uzunluğu
- **r** = Tonoz Çatı Kesit Yarıçapı
- **Ω** = Tonoz Çatı Kesit Açısı (derece)

Tonoz Çatı Parçası Alanı = $_{U}MP \times [(2r \times \pi) \times (\Omega/360)]$ olarak hesaplanır. Şekil 6.18



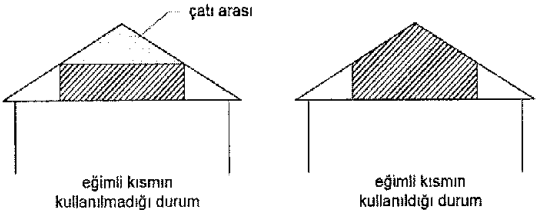
Şekil 6.18 Tonoz çatı parçası alanı (parametreler)

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



Şekil 6.19 Yaşanan Çatı Katı ve Çatı Parçaları

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



Şekil 6.20 Çatı Arası ve Çatı Katı

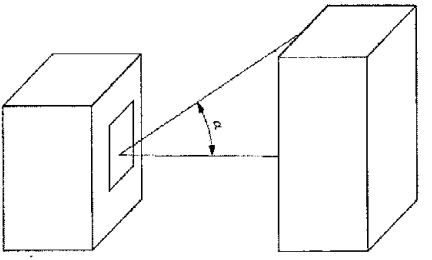
6.3.11 Çevre Binalar

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

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

Çevre binaların gölgeleme etkisinin hesaplanabilmesi için aşağıdaki parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır;

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



Şekil 6.21 Gölgeleme Açısı (α Açısı)

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

7. BİNA ZONLARI

7.1 Genel

Isıtma ve soğutma enerjisinin hesaplanması için binanın sınırları tanımlanmalıdır. Binalarda enerji performansının derecelendirilmesi amacıyla EN 13790 standardına uygun olarak, birim döşeme alanı başına ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su ihtiyaçlarının belirlenmesi için zemin alanının bilinmesi gerekir. Zemin alanı net döşeme alanıdır.

7.2 Hesaplama İçin Binanın Sınırları

Isıtma ve/veya soğutma için enerji ihtiyacının hesaplanmasında binanın sınırını, değerlendirilmekte olan iklimlendirilen mekânı dış ortamdan (hava, zemin veya su) veya bitişik binalardan[2] 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 ısıl etmenlere göre farklı gruplara ayrılırlar. Benzer özellikler gösteren her bir grup zon olarak isimlendirilir ve her bir zon bağımsız birim olarak hesaplama yönteminde ayırt edici özellikleriyle tanımlanmalıdır.

Zonlara ayırma kriterleri bina fonksiyonlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ancak tüm fonksiyonlarda katlar arasında alanlar ve engel durumu değişiklik gösterebileceğinden, katlar arasında sistemler, iç kazançlar ve konfor sıcaklık değerleri aynı olsa bile her kat ayrı birer zon olarak ele alınmaktadır. Bu yöntemde kullanılan çok zonlu hesaplama için (bağımsız çok zonlu hesaplama), iklimlendirilen zonlar arasında iletim/taşınım 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.

Konutlar

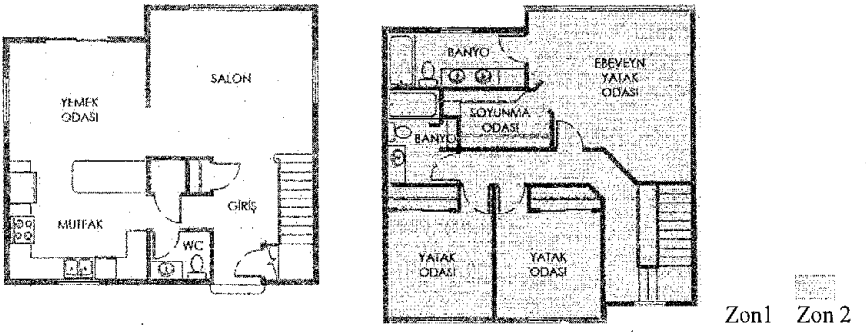
7.3.1 Müstakil Konutlar

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 ortalamasını temsil etmek üzere TS 825' te konutlar için verilen 19 °C iç konfor sıcaklığı olarak alınmıştır. İklimlendirilen zonlar içerinde yer alan küçük iklimlendirilmeyen mekanlar (tuvaletler, kilerler...vb. gibi) kapıların sık sık açık kalması durumu göz önünde bulundurularak iklimlendirilen mekânlar olarak sayılmaktadır. İklimlendirilmeyen bağımsız bodrum katı

---

[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.

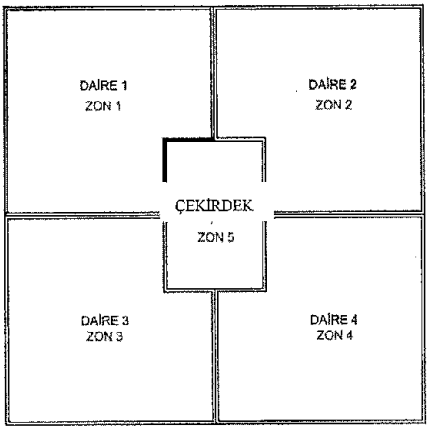
gibi mekanlar ise iklimlendirilmeyen zon olarak ele alınır. Müstakil konutlar için zonlama örneği **Şekil 7.1.**' de görülmektedir.



Şekil 7.1. Müstakil Konut Zonlama Örneği

7.3.2 Apartmanlar

Birden fazla dairesi olan apartman tipi konut binalarında daireler arasında ısı geçirimsiz (adiyabatik) sınırlar olduğu var sayılarak her daire ayrı bir zon olarak kabul edilir. Bu uygulama, zonlar arasında ısıl etkileşim olmaksızın bağımsız çok zonlu hesaplama olarak adlandırılmaktadır. Apartman tipli konut zonlama örneği Şekil 7.2.'de verilmiştir.



ZON 1[3] : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZON 2[3] : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZON 3[3] : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

ZON 4[3] : Farklı mülkiyete sahip tek bir daire

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

Şekil 7.2 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 paylaştırılır. Çekirdek alanının dış ortamla bağlantısı olması durumunda, çekirdek ve daire

[3] Daire içerisinde yer alan tüm mekanların iklimlendirildiği kabul edilmiştir.

duvarı arasındaki ısı geçişi hesaplarında sıcaklık farkı için düzeltme katsayısı uygulanır(Bkz. Madde 8.3).

7.3.3 Rezidanslar

Rezidanslarda katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekânın fonksiyonuna bağlı olarak değişiklik gösteren ayar sıcaklıkları ve iç kazançlar **Ek 1.**' de verilmiştir.

7.3.4 Ofisler

Ofislerde basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanabilir. Ancak,katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekânın fonksiyonuna bağlı olarak değişen iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları Ek 1.' de verilmiştir.

7.3.5 Eğitim Binaları

Eğitim binalarında basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanabilir Ancak,. katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekânın fonksiyonuna bağlı olarak değişen iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir.

7.3.6 Oteller

Otellerde basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanabilir. Ancak,. katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekânın fonksiyonuna bağlı olarak iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir

7.3.7 Sağlık Binaları

Sağlık binalarında basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanabilir.ancak,. katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekânın fonksiyonuna bağlı olarak iç kazançlar ve ayar sıcaklıkları **Ek 1.**' de verilmiştir.

7.3.8 Alışveriş ve Ticaret Merkezleri

Alışveriş ve Ticaret Merkezleri'nde basitleştirilmiş bir kabul ile her kat tek zon olarak hesaplanmaktadır. Katlarda ısıl ihtiyaçlara ve yönlendirmeye bağlı olarak uygun sayıda zonlama ile çalışılabilir. Ancak her katta mekân fonksiyonları kullanıcıya tanımlatılarak alan ile orantılı olarak iç kazanç ve konfor sıcaklığı değeri kat başına belirlenir. Mekânın 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 belgenin sınıfını değiştirmeyecektir.

Not 2 - Bağıl nem 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 mekânların döşeme alanı, binanın iklimlendirilen zonunun döşeme alanıdır. Bütün iklimlendirilen zonların döşeme alanlarının toplamı, binanın iklimlendirilen zonlarının net döşeme alanlarının (duvarlar hariç içten içe ölçüler) toplamına eşit olmalıdır.

8. İLETİM ve TAŞINIM İLE ISI GEÇİŞİ

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

8.1 Hesaplama Yöntemi

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

8.2 İletim ve Taşınım İle Isı Geçiş Katsayısı

8.2.1 Opak Bileşenler

Opak bir bileşenin ısıl geçirgenlik katsayısı eşitlik 8.1 ile hesaplanır. $U_{op,stnd,i}$ bir opak bileşenin iç ve dış yüzey ısıl direnç katsayıları, $(1 / h_{si}) = 0{,}13$ m²K/W ve $(1 / h_{se}) = 0{,}04$ m²K/W referans alınarak hesaplanan ısıl geçirgenlik değeridir. Eşitlik 8.1, her eleman için, elemandaki her bileşen için hesaplanır.

$$U_{op,stnd,i} = 1 / (1 / h_{si} + \sum_{l=1}^{n} \frac{d_l}{\lambda_l} + 1 / h_{se} + R_gap) \qquad \textbf{(8.1)}$$

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

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

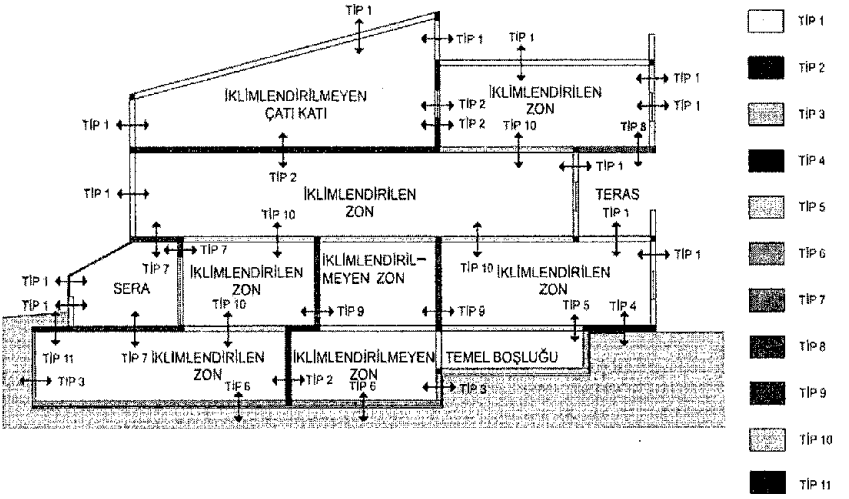
d_l : l nci malzemenin kalınlığı, m

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

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

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

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



Şekil 8.1 Isı geçiş hesapları için ısıl şartları farklı zonları ayıran bileşenlerin tanımlanması

Tablo 8.1 Yapı bileşenleri için yüzey ısıl direnç katsayıları (EN 13790)

TİP NO	Yapı bileşen tipi	Yüzey ısıl direnci	
		R_si (m²K/W)	R_se (m²K/W)
TİP1	(DIŞ YÜZEY) - DIŞ HAVA TEMASLI İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun dış hava temaslı opak ve saydam bileşenleri.	0,13	0,04
TİP2	(İÇ YÜZEY) - DIŞA AÇIK İKLİMLENDİRİLMEYEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir başka zon ile arasındaki opak ve saydam bileşenleri	0,13	0,08
TİP3	(DIŞ DUVAR) -TOPRAK TEMASLI İklimlendirilen bir bodrum katın toprak temaslı dış duvarı.	0,13	0
TİP4	(DÖŞEME) - TOPRAK TEMASLI YÜZER DÖŞEME Altında bodrum olmayan, iklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bir zonun zemine oturan yüzer döşemesi.	0,17	0
TİP5	(DÖŞEME) – TOPRAK TEMASLI İKLİMLENDİRİLMEYEN HACİM TEMASLI Toprağa yarı gömülü iklimlendirilen zonun temel boşluğu ile temas eden döşemesi.	0,17	0,17
TİP6	(DÖŞEME) Altında bodrum olmayan iklimlendirilen zonun toprak temaslı tabanı.	0,17	0
TİP7	(İÇ YÜZEY) – SERA İklimlendirilen bir zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir sera (kış bahçesi) ile arasındaki iç yüzeyler.	0,13	0,08
TİP8	(DÖŞEME) – KONSOL İklimlendirilen bir zonun dış hava ile sınırını oluşturan çıkma döşemesi.	0,17	0,04
TİP9	(İÇ YÜZEY) - DIŞA AÇIK OLMAYAN İKLİMLENDİRİLMEYEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zonun dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zon ile temas eden iç yüzeyleri (örn:çekirdeğe bakan duvarlar)	0,13	0,13
TİP10	(DÖŞEME) - İKLİMLENDİRİLEN ZON TEMASLI İklimlendirilen bir zon ile başka bir iklimlendirilen zonu ayıran döşemeler.	0,13	0,13
TİP11	(DÖŞEME) – TOPRAĞIN ALTINDAKİ DÖŞEME İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen zonun toprak altındaki döşemesi.	0,13	0,04

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

Tip	Boşluk Kalınlığı (mm)	R_gap (m²K/W)
Düşey	0,1-10	0,14
Düşey	11 - 20	0,16
Düşey	21-50	0,18
Düşey	51-100	0,17
Düşey	>100	0,16
Yatay	0,1-10	0,14
Yatay	11 - 20	0,15
Yatay	>20	0,16

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

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

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

A_{op} : Opak yüzeyin alanı, m^2

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

L_{op} : Doğrusal ısı köprüsü uzunluğu, m

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

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

8.2.1.1 Opak Bileşenler İçin Isı Köprülerinin Hesaplanması

Hesaplama metodunda ısı köprüleri ISO 14683:2007 standardının öngördüğü yönteme göre hesaba katılmaktadır. Bina bileşenlerinin birleşim noktalarında oluşan doğrusal ısı akılarının belirlenmesi için

basit bir metot tanımlanmıştır. Bu yaklaşımda noktasal ısı köprüleri de doğrusal ısı köprüleri içerisinde hesaba katılmaktadır. Farklı tipteki ısı köprüleri için ısı geçiş katsayıları Tablo 8.3'te ve olası ısı köprüsü tipleri ve kodları **Ek 2.**' de verilmektir.

Tablo 8.3 Isı geçiş hesapları için yapı bileşenlerinin oluşturduğu ısı köprülerinin tanımlanması

Kod	Ad	Ψe (W/m.K)
C1	Çatı	0,55
C2	Çatı	0,5
C3	Çatı	0,4
C4	Çatı	0,4
C5	Çatı	0,6
C6	Çatı	0,5
C7	Çatı	0,65
C8	Çatı	0,45
C9	Çatı	-0,05
C10	Çatı	0
C11	Çatı	0,05
C12	Çatı	0,15
B1	Balkon	0,95
B2	Balkon	0,95
B3	Balkon	0,9
B4	Balkon	0,7
AK1	Asma Kat	0
AK2	Asma Kat	0,95
AK3	Asma Kat	0,9
AK4	Asma Kat	0,7
AK5	Asma Kat	0,6

AK6	Asma Kat	0,9
AK7	Asma Kat	0,7
AK8	Asma Kat	0,45
TUD1	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,65
TUD2	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,6
TUD3	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,55
TUD4	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,5
TUD5	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,6
TUD6	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,45
TUD7	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	-0,05
TUD8	Toprak Üstü Yüzer Döşeme	0,05
AGK1	Asma Giriş Kat	0,75
AGK2	Asma Giriş Kat	0,65
AGK3	Asma Giriş Kat	0,55
AGK4	Asma Giriş Kat	0,5
AGK5	Asma Giriş Kat	0,6
AGK6	Asma Giriş Kat	0,45
AGK7	Asma Giriş Kat	-0,1
AGK8	Asma Giriş Kat	0
KL1	Kolon	1,3
KL2	Kolon	1,2
KL3	Kolon	1,15
KL4	Kolon	0,9
NOT: Kapı	Pencere açıklıkları eklenecek.	

8.2.2 Saydam Bileşenler

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

1) Saydam bileşende kullanılan cam malzemesi tablo 8.4'den seçilir. Bu tablodan camın ısıl geçirgenlik katsayısı (U_{gl}) alınır.

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

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

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

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

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

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

Tablo 8.6 Saydam bileşen çerçevelerinin ısıl geçirgenlik katsayısı

Çerçeve tipi	U_F (W/m²K)
Ahşap	3,4
Polivinil (PVC)	1,8
Alüminyum	2,6

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

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

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

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

A_{win} : Saydam bileşenin alanı, m²

U_{win} : Saydam bileşenin ısıl 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 ısıl 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 ısıl geçirgenlik katsayısının yanında gece yalıtımı ile pencere bileşeni arasındaki hava boşluğu ve gece yalıtımı için kullanılan bileşenin ısıl geçirgenlik katsayısı hesaba katılır.

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

Cam tipi	U_{gl} (W/m²K)	U_F (W/m²K)									
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
TEK CAM	5,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,9	U_{win} (W/m²K)
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 eşitlik 8.4 ile hesaplanır.

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

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

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

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

A_{win} : Saydam bileşenin alanı, m^2

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

Tablo 8.8 Hava tabakalarının ısıl geçirgenlik direnci hesap değerleri (TS 825)

Hava tabakasının			
Sıra No		**Kalınlık (d_{gap}) mm**	**Isıl İletkenlik Direnci (R_{gap}) m^2K/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 ısıl geçirgenlik katsayısı **Tablo 8.9'** dan seçilir.

Tablo 8.9 Kapı bileşenleri için ısıl geçirgenlik katsayısı

Kapı seçiminde kullanılacak doğrama tipleri		**Isıl geçirgenlik katsayısı U_{do} (W/m²K)**
DIŞ KAPI	Ağaç, plastik	3,50
	Metal (ısı yalıtımlı)	4,00
	Metal (ısı yalıtımsız)	5,50

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

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

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

A_{do} : Kapı yüzeyinin alanı, m^2

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

8.2.4 İklimlendirilen Zonun Döşeme Karakteristik Ölçüsünün Belirlenmesi

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

$$B' = A / 0{,}5\,P \qquad (8.7)$$

A : Ele alınan zonun alanı, m^2

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 zonuna bitişik bir iklimlendirilmeyen zon olması durumunda (garajlar, depolar); P ve A hesaplarında iklimlendirilmeyen zon hariç tutulur (iklimlendirilen hacim ile iklimlendirilmeyen hacim arasındaki duvarlar P' ye eklenir, alan hesabında iklimlendirilmeyen hacmin alanı A' ya eklenmez).

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

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

8.2.5 İklimlendirilen Zonda Yapı Bileşenlerinin Eşdeğer Kalınlıklarının Belirlenmesi

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

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

d_f : Döşeme toplam eşdeğer kalınlığı, m

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

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

R_f : Tüm döşeme malzemelerinin (içerideki veya dışarıdaki yalıtım dâhil tüm

katmanlar) ısıl direnç katsayısı, $m^2.K/W$

R_{si} : Döşeme için iç yüzey ısıl direnç katsayısı, $m^2.K/W$

R_{se} : Döşeme için dış yüzey ısıl direnç katsayısı, $m^2.K/W$

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

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

Toprak altı seviyedeki zonlar için, duvarların toplam eşdeğer kalınlığı eşitlik **8.9** ile hesaplanır.

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

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

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

R_{bw} : Bodrum kat duvarları ısıl direnci, $m^2.K/W$

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

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

d_g : Bodrum kat, temel toplam eşdeğer kalınlık, m

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

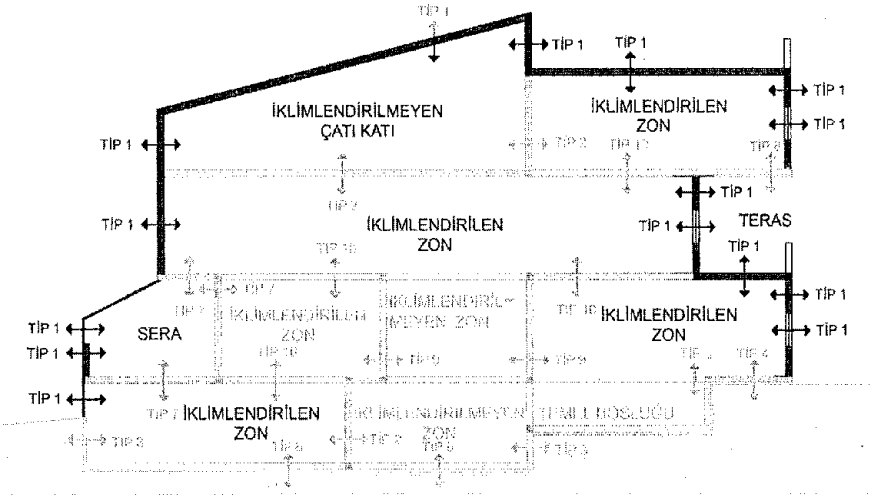
W_{op} : Duvar toplam kalınlığı (tüm katmanları içeren), m

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

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

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

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



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

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

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

$$H_{tr} = b_{tr} \left(\sum H_{tr,op} + \sum H_{tr,win} + \sum H_{tr,do} \right) \qquad \textbf{(8.11)}$$

$$H_{iu,z} = \sum_{1}^{n} H_{T,iu,n} + \sum_{1}^{n} H_{V,iu,n} \quad \textbf{(8.12a)}$$

$$H_{iu} = \sum_{1}^{z} H_{iu,z} \quad \textbf{(8.12b)}$$

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

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

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

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

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

H_{iu} :İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki toplam ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{T,ue}$:İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{V,ue}$:İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arası

ndaki havalandırma ile ısı geçiş katsayısı, W/K

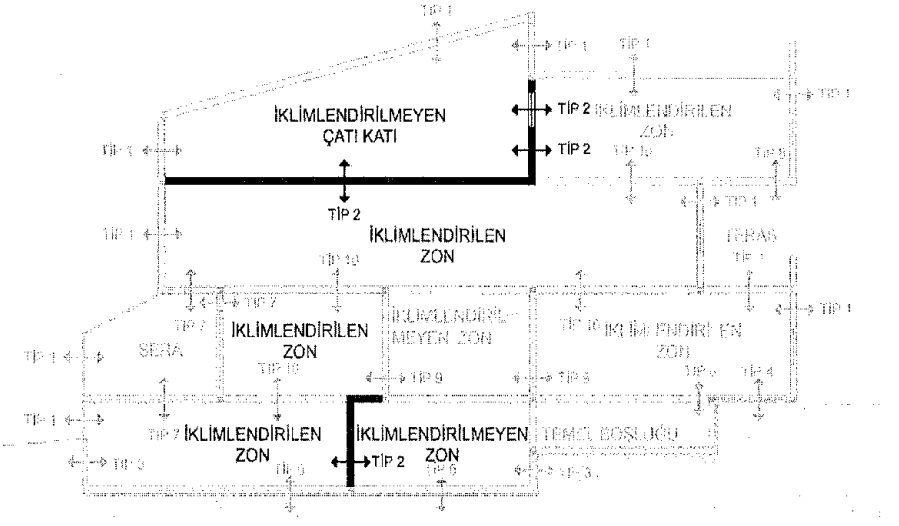
H_{ue} :İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki toplam ısı geçiş katsayısı, W/K

b_{tr} :İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen zona bitişik yüzeyleri için

düzeltme faktörü. b_{tr}, her iklimlendirilmemiş zon ile ısı transferi için hesaplanır. b_{tr} aynı iklimlendirilmemiş zona bakan tüm bileşenler için aynıdır.

n : z bölgesinde iklimlendirilmemiş zona bakan bileşen sayısıdır.

Z : iklimlendirilmemiş zona bakan zon sayısıdır.



Şekil 8.3 Tip 2 - İklimlendirilen zon ile dışa açık iklimlendirilmeyen zonu ayıran duvarlar

8.3.3 İklimlendirilen Bir Bodrum Katın Toprak Temaslı Dış Duvarları

Bodrum katlar için sunulan bu işlem, ele alınan zonun toprağın altında olması durumunda (TİP 3) kullanılır ve **Şekil 8.4.'** da gösterilir.

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

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

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

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

d_f : Döşeme toplam eşdeğer kalınlık, m

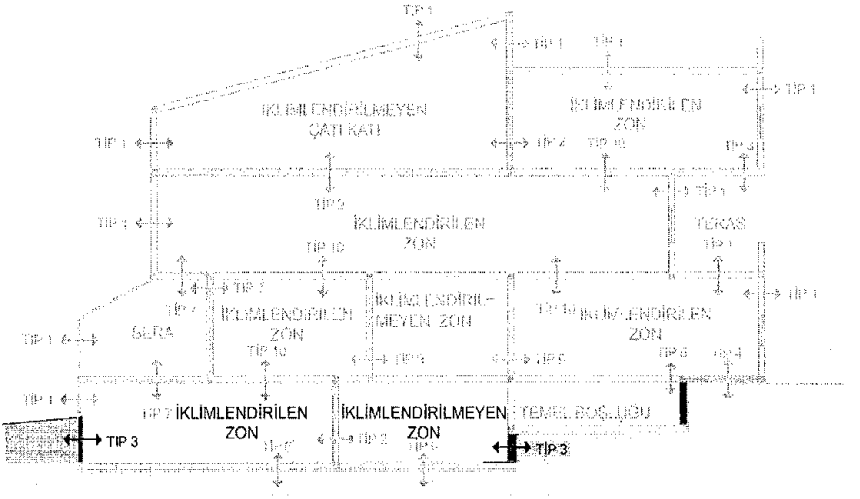
d_w : Bodrum kat duvarı toplam eşdeğer kalınlık, m

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

z : Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği, m

U_{bw} : Bodrum kat duvarı, ısıl geçirgenlik katsayısı, W/(m^2.K)

π : Sabit sayı



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

8.3.4 İklimlendirilen Zonun Toprak Temaslı Yüzer Döşemesi

Yüzer döşeme, altında bodrum olmayan bir zonun toprak temaslı zemin döşeme tablasıdır (TİP 4) ve **Şekil 8.5.'** de gösterilmektedir.

Yüzer döşeme tablasının ısıl geçirgenliği, döşemenin karakteristik ölçüsü B' ve duvar eşdeğer kalınlığı d_f arasındaki oranla bağlantılıdır.

$$d_f < B'$$

$$U_g = \frac{2\lambda_g}{\pi B' + d_f} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_f} + 1\right) \qquad \textbf{(8.17)}$$

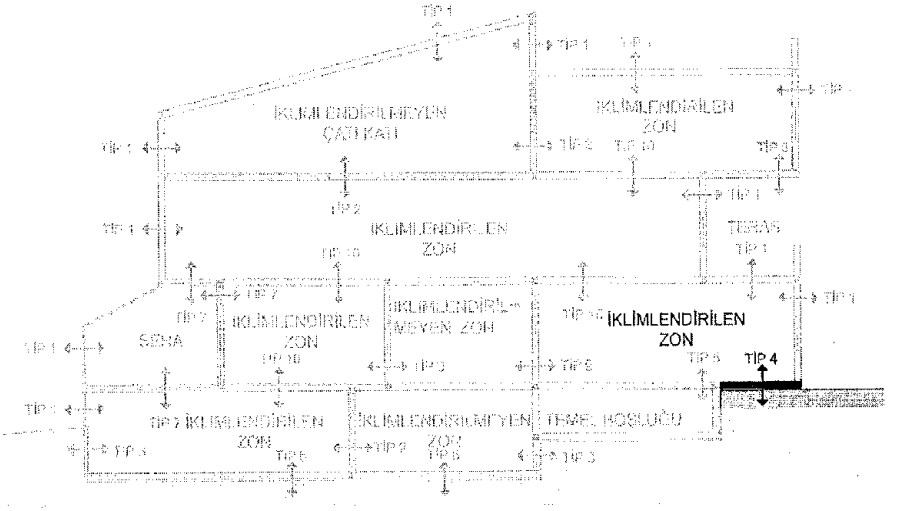
$$d_f \geq B'$$

$$U_g = \frac{\lambda_g}{0{,}457\, B' + d_f} \qquad \textbf{(8.18)}$$

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

d_f : Döşeme toplam eşdeğer kalınlık, m

B' : Döşemenin karakteristik ölçüsü, m



Şekil 8.5 Tip 4 - İklimlendirilen zonun toprak temaslı yüzer döşemesi

8.3.5 İklimlendirilen Zonun Toprak Temaslı İklimlendirilmeyen Hacim İle 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.

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

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

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

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

B' :Döşemenin karakteristik ölçüsü, m

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

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

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

d_g :Bodrum kat, temel toplam eşdeğer kalınlık, m

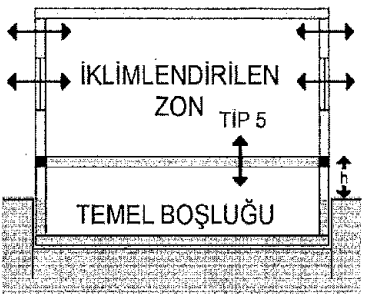
Döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

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

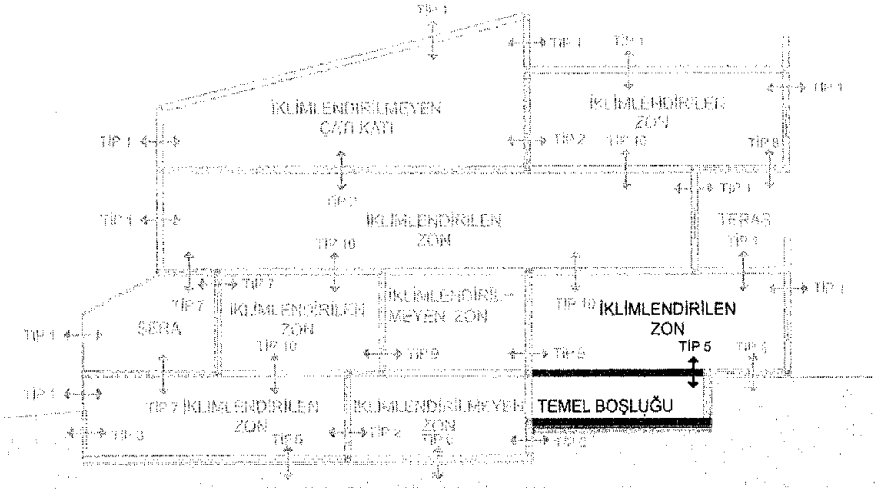
U_{fo} :İç ortam ile toprak arasındaki tüm yüzeylerin ısıl geçirgenliklerinin toplamını temsil eden ısıl geçirgenlik katsayısı W/(m^2.K)

U_f :İç ortam ile temel boşluğu arasında kalan döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı, W/(m^2.K)

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



Şekil 8.6a Tip 5 - İklimlendirilen zonun temel boşluğu temaslı döşemesi



Şekil 8.6b Tip 5 - İklimlendirilen zonun temel boşluğu temaslı döşemesi

8.3.6 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Bodrum Katın Toprak Temaslı Döşemesi

Bu yöntem, döşemesi toprağa oturan iklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bodrum katın (TİP 6) hesapları için kullanılır ve **Şekil 8.7.**' 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 eşitlik **(8.22)** ile hesaplanır.

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

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

ise iyi yalıtılmış bodrum kat döşemesidir ve döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı eşitlik

(8.23) ile hesaplanır.

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

U_{bf} :Bodrum kat toprak temaslı döşemesinin ısıl geçirgenlik katsayısı, W/(m²·K)

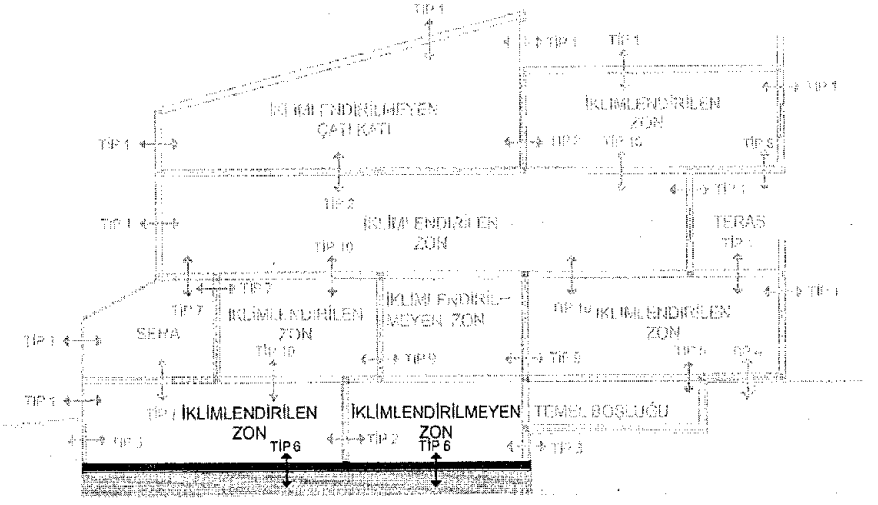
λ_g :Donmamış toprak ısıl iletkenlik değeri, W/(m·K)

d_f :Döşeme toplam eşdeğer kalınlık, m

z :Bodrum kat döşemesi toprağa gömülme derinliği, m

π :Sabit sayı

B' :Döşemenin karakteristik ölçüsü,



Şekil 8.7 Tip 6 - İklimlendirilen veya iklimlendirilmeyen bodrum katın toprak temaslı döşemesi

8.3.7 İklimlendirilen Zonun Dışa Açık İklimlendirilmeyen Bir Seraya (Kış Bahçesine) Bakan Yüzeyleri

İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir sera (kış bahçesi) ile arasındaki duvarlar (TİP 7) **Şekil 8.8.**' de 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 **(8.25) – (8.27)** ile hesaplanır.

$$H_{tr} = b_{tr} \left(\sum H_{tr,op} + \sum H_{tr,win} + \sum H_{tr,da} \right) \quad \textbf{(8.24)}$$

$$H_{iu} = H_{T,iu} + H_{V,iu} \quad \textbf{(8.25)}$$

$$H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue} \quad \textbf{(8.26)}$$

$$b_{tr} = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}) \quad \textbf{(8.27)}$$

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

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

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

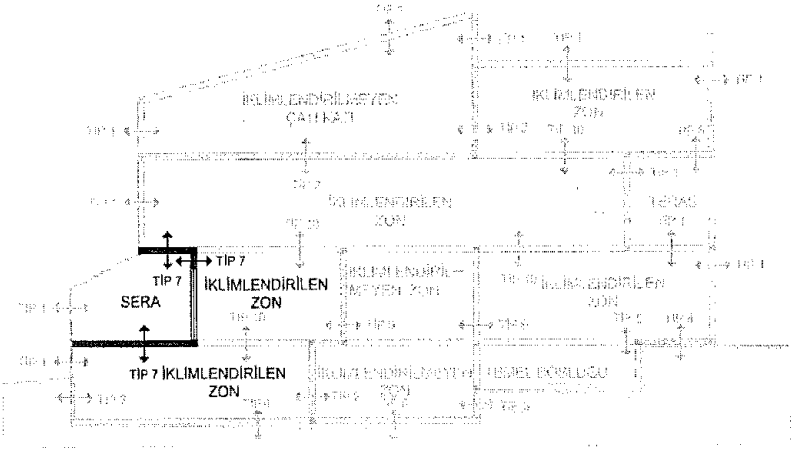
H_{iu} :İklimlendirilen zon ile iklimlendirilmeyen zon arasındaki toplam ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{T,ue}$:İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki iletim ve taşınım ile ısı geçiş katsayısı, W/K

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

H_{ue} :İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki toplam ısı geçiş katsayısı, W/K

b_{tr} :İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen zona bitişik yüzeyleri için azatlım faktörü



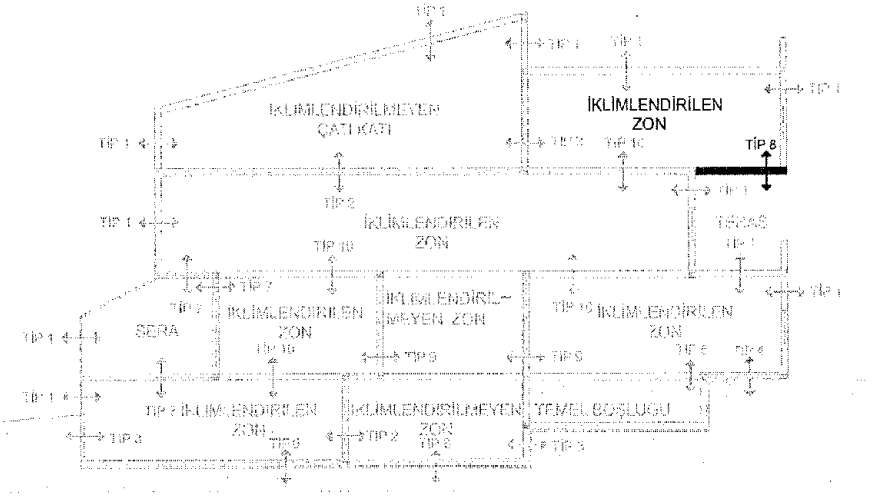
Şekil 8.8 Tip 7 - İklimlendirilen zonun dışa açık iklimlendirilmeyen bir seraya bakan duvarları

8.3.8 İklimlendirilen Zonun Dış Hava Temaslı Konsol Döşemesi

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

$$U_{op,stnd} = 1 / (1 / h_{si} + \sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{\lambda_i} + 1 / h_{se}) \quad \textbf{(8.28)}$$

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



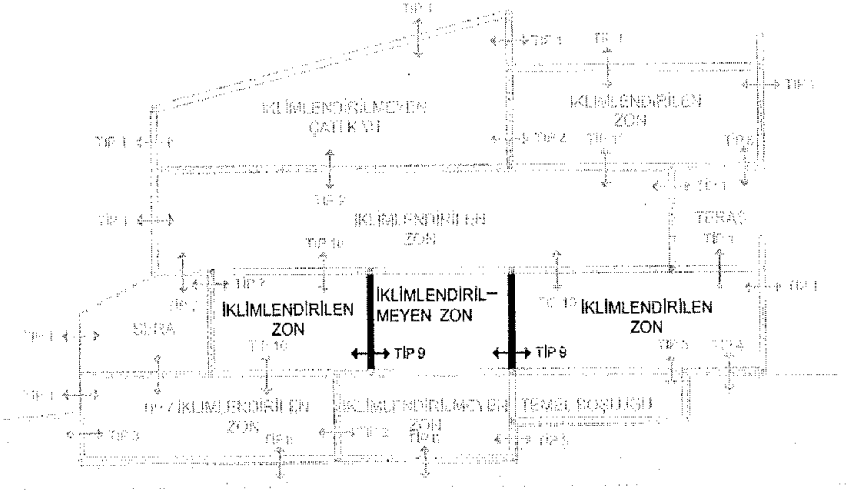
Şekil 8.9 Tip 8 - İklimlendirilen zonun dış hava temaslı konsol döşemesi

8.3.9 İklimlendirilen Zonun Dışa Açık Olmayan İklimlendirilmeyen Zona Bakan Bileşenleri

İklimlendirilen zonun dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan duvarları (örn: çekirdeğe bakan iç duvarlar) (TİP 9) **Şekil 8.10.**' 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.

$$U_{op,stnd} = 1 / (1 / h_{si} + \sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{\lambda_i} + 1 / h_{se}) \quad \textbf{(8.30)}$$

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

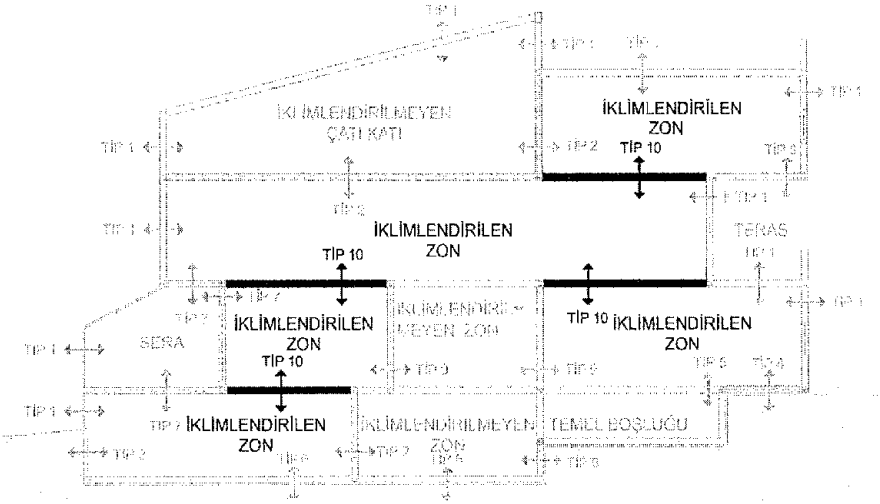


Şekil 8.10 Tip 9 - İklimlendirilen zonun, dışa açık olmayan iklimlendirilmeyen zona bakan duvarları

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

8.3.10 İklimlendirilen Zonun İklimlendirilen Başka Bir Zon İle İlişkili Bileşenleri

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



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

8.3.11 İklimlendirilen veya İklimlendirilmeyen Zonun Toprak Altındaki Döşemesi

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

9. HAVALANDIRMA İÇİN ISI GEÇİŞİ

9.1 Minimum Havalandırma İhtiyacı

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

9.1.1 Müstakil Konutlar ve Apartmanlar

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

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

V : Havalandırılan zonun hacmi, m^3

9.1.2 Ofisler

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

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

N_p : Kişi sayısı

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

A : Zonun/mekânın alanı m^2

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

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

9.1.3 Diğer Bina Tipolojileri

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

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

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

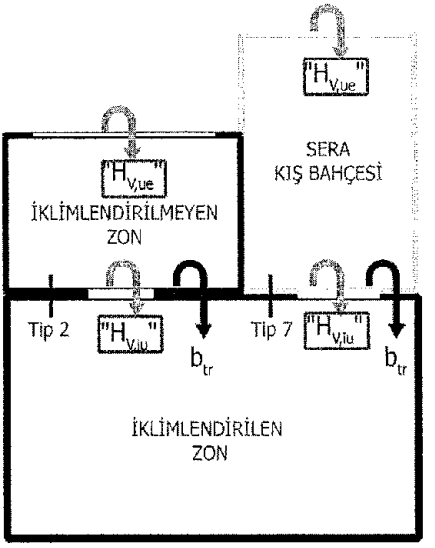
Bir zon içindeki tüm fonksiyonel mekânın minimum hava hacimsel debisi toplamı;

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

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

9.2 Özel Durumlar İçin Hesaplama

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



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

Tip 7 ve Tip 2 elemanları için 9.12 nolu formülde geçen sıcaklık düzeltme faktörü b_{ve} için **8.3.2** ve **8.3.7'** de verilen b_{tr} değerleri alınır.

$$n_{ue} = n_{50} / 20 \qquad \textbf{(9.4)}$$

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

n_{50} : 50 Pa basınçtaki hava değişim oranı,1 / h

Tablo 9.1 Bağımsız kaçak karakteri elemanları için düzeltme faktörleri ve farklı konstrüksiyon tipleri için temel hava sızdırma değerleri (50 Pa basınçta) ve eklenecek değerler (EN 13465)

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

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

$$\dot{V}_{v,ue} = V_u \cdot n_{ue} \tag{9.5}$$

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

V_u : İklimlendirilmeyen zonun hacmi, m^3

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

$$H_{v,ue} = \rho_a \cdot c_a \cdot \dot{V}_{v,ue} \tag{9.6}$$

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

$\rho_a \cdot c_a$: Havanın ısıl kapasitesi, J / ($m^3 \cdot K$) = 0,33 W · h / ($m^3 \cdot K$)

$\dot{V}_{v,ue}$: İklimlendirilmeyen zon ile dış ortam arasındaki hacimsel hava debisi, m^3 / h

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

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

Tablo 9.2 İklimlendirilmeyen zon ile iklimlendirilen zon arasındaki hava değişim sayısı

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

$$\dot{V}_{ve,iu} = V \cdot n_{iu} \tag{9.7}$$

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

V : Zonun hacmi

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

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

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

$\rho_a \cdot c_a$: Havanın ısıl kapasitesi, J / (m^3 · K) = 0,33 W · h / (m^3 · K)

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

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

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

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

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

$$\dot{V}_{ve,iu} = 0 \tag{9.9}$$

$$H_{V,iu} = 0 \tag{9.10}$$

9.3 Doğal Havalandırma ve Sızıntı (İnfiltrasyon)

Tasarım hacimsel hava debisi ($\dot{V}_{ve,d}$) hesaplanırken, daha önce **Tablo 9.1**' den elde edilen binanın hava sızdırma değerine (n_{50}) göre **Tablo 9.3**' den hava sızdırmazlık seviyesi belirlenir. Belirlenen hava sızdırmazlık seviyesi ile binanın korunma durumuna göre hava değişim oranı (n), bina tipolojisine bağlı olarak **Tablo 9.4** veya **Tablo 9.5** den alınacaktır. (EN 13789)

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

$$\dot{V}_{ve,d} = V \cdot n \tag{9.11}$$

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

n : Zondaki hava değişim sayısı, 1 / h

V : Zonun hacmi, m^3

$$\dot{V}_{ve,infe} = \max\left[\dot{V}_{ve,min}, \dot{V}_{ve,d}\right] \tag{9.11.a}$$

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

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

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

Tablo 9.3 Hava sızdırmazlık seviyeleri

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

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

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

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

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

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

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

$\rho_a \cdot c_a$: Havanın ısıl kapasitesi, J / ($m^3 \cdot K$) = 0,33 W · h / ($m^3 \cdot K$)

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

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

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

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

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

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

Tip 7 ve Tip 2 elemanlar için yukarıdaki formülde geçen sıcaklık düzeltme faktörü b_{ve} için **8.3.2** ve **8.3.7'** de verilen b_{tr} değerleri alınır.

9.4 Mekanik Havalandırma

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

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

$$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x \tag{9.13}$$

$\dot{V}$: Toplam hacimsel hava debisi, m^3/h

$\dot{V}_f$: Sistem fanları çalışırken fanlardaki ortalama hacimsel hava debisi, m^3/h

$\dot{V}_x$: Rüzgâr etkisi ile havalandırma açıklıklarından ve çatlaklardan sızma ile oluşan ilâve hacimsel hava debisi, m^3/h

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

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

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

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

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

V : Havalandırılan hacim, m^3

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

q_{v1} : Üfleme hava debisi, m^3/h

q_{v2} : Egzoz hava debisi, m^3/h

f : Tablo 9.6 'dan alınacak katsayı,

e : Tablo 9.6 'dan alınacak katsayı,

Tablo 9.6 Mekanik havalandırmada sızıntı (infiltrasyon) katsayıları

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

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

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

$\dot{V}_0$: Mekanik havalandırma sistemi kanallarından geçen hava debisini de içeren doğal havalandırma hava debisi (varsayılan değer olarak 0(sıfır) alınır), m^3/h

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

$\dot{V}_x^{'}$: Fanlar kapalı iken rüzgâr etkisinden dolayı oluşan ilave hava debisi (m^3/h),,

t_f : fanların haftalık çalışma süresi (saat)

$$\beta = t_f/168 \qquad \textbf{(9.16)}$$

$\dot{V}_x^{'}$ değeri aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

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

Isı geri kazanımlı (ısı değiştirici) mekanik havalandırma sistemleri

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

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

η_v : Isı geri kazanım sistemi genel verimi

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

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

sembol ifadeleri aşağıdaki gibidir:

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

η_{hru} : ısı geri kazanım ünitesi verimi

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

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

10. İÇ KAZANÇLAR

10.1 Hesaplama Yöntemi

İç kazançlar, iç ısı kaynaklarından kazanılan ısıdır.

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

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

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

10.2 İnsanlardan ve Cihazlardan İç Kazançların Hesaplanması

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

10.2.1 Müstakil Konutlar ve Apartman Daireleri

Müstakil konutlar ve apartman dairelerinde toplam iç kazanç 10.18 no'lu formül ile hesaplanacaktır. Konutlarda iç kazançlar mutfak ve salon alanları (m^2) ile diğer mekanların alanları (m^2) üzerinden hesaplanır. Mutfak ve salon ile diğer mekanlar ayrı tanımlanarak toplam konut alanındaki iç kazanç değerine ulaşılır.

$$A_f = A_{f,D} + A_{f,M} \tag{10.1}$$

A_f : konut toplam döşeme alanı, m^2

$A_{f,M}$: mutfak ve salon alanı, m^2

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

$$\Phi_{int,sen,M} = A_{f,M} \cdot \Phi_{int,sen,M,unit} \tag{10.2}$$

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

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

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

$\Phi_{int,sen,D}$:mutfak ve salon dışındaki mekanlar için toplam duyulur (insan+cihaz), 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

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

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

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

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

$\Phi_{int,W}$: 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 10.1.**' de verilmiştir. (**Tablo 10.1**, EN ISO 13790'da verilmiş olan varsayılan değerler uyarlanarak oluşturulmuştur.)

Tablo 10.1 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 10.2.**' te verilmiştir.

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

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

10.2.2 Ofisler

Ofisler için toplam iç kazanç 10.14 no'lu formül ile hesaplanacaktır. Ofisin çalışma saatlerinde iç yükler aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır. Bina ve hacim fonksiyonlarına bağlı zaman çizelgeleri **Ek 1**' de verilmiştir.

$$\phi_{int,Oc} = 75.N_P \qquad \textbf{(10.6)}$$

N_p: kişi sayısı

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

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

Tablo 10.3 Ofis yoğunluklarının tanımı

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

Cihazlardan olan ısı kazançları; ofisin yoğunluk durumuna bağlı olarak Tablo **10.4.**'den gelir.
Ofis cihazlarından kazanılan duyulur ısı miktarı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Ofislerde gizli ısı yayan cihaz vb. durumlar için cihazlardan gizli kazançlar hesaba katılmamaktadır.

$$\Phi_{int,App} = A_f \cdot \Phi_{int,App,unit} \qquad \textbf{(10.7)}$$

$\Phi_{int,App,unit}$: cihazlardan m^2 başına kazanılan birim ısı, W/m^2

A_f : toplam zon net döşeme alanı, m^2

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

Tablo 10.4 Ofislerde cihazlardan ısı kazançları

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

10.2.3 Rezidanslar ve Diğer Bina Tipolojileri

Rezidanslar ve konut/ofis dışı diğer bina toplam iç kazanç 10.15 no'lu formül ile hesaplanacaktır. Bu kategorideki bina tipolojisi; eğitim binaları, hastaneler, rezidanslar, oteller, AVM/Ticaret merkezleri olarak sınıflandırılarak, yaklaşık 32 zon veya hacim fonksiyonu tanımlanmıştır. Bu bina tipolojilerinde zon/hacim fonksiyonlarının çalışma saatleri ile insanlardan ortaya çıkan duyulur ısı kazançları ile ekipmanlardan ortaya çıkan ısı kazançlarına ilişkin katsayılar (m2'ye dayalı) EK 1'den alınacaktır. Hesaplama sırasında zon/hacimlerin kat içerisindeki alanları (m2) ile birim alana dayalı katsayıları çarpılarak toplam iç kazançlar aşağıdaki gibi belirlenir. Buna göre ilgili zonda insanlardan elde edilen duyulur ısı kazancı 10.8 denklemi ile hesaplanır.

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

$\Phi_{int,Oc,sen,i}$: i hacmi m^2 başına insanlardan duyulur ısı kazanç değeri, W/m^2 (EK 1)

$A_{f,i}$: i hacminin net döşeme alanı, m^2

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

)

İnsanlardan toplam ısı kazancı **(10.9)** bağıntısı ile hesaplanır.

$$\Phi_{int,Oc} = \Phi_{int,Oc,sen} \qquad \textbf{(10.9)}$$

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

Cihazlardan ısı kazancı ise **(10.10)** bağıntısı ile hesaplanır.

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

$\Phi_{\text{int,App}}$: 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 (EK 1)

10.3 Aydınlatma Aygıtlarından İç Kazançların Hesaplanması

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

10.4 Toplam İç Kazanç Değerinin Hesaplanması

10.4.1 Müstakil Konutlar ve Apartman Daireleri

Konut birimlerinde iç kazanç değerleri altı maddede toplanmıştır.

- Mutfak ve salon alanları için 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

$$\Phi_{\text{int}} = \Phi_{\text{int,sen,D}} + \Phi_{\text{int,sen,M}} + \Phi_{\text{int,W}} + \Phi_{\text{int,lg}} \qquad (10.11)$$

$\Phi_{\text{int,sen,D}}$: 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

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

10.4.2 Ofisler

Ofis binalarında iç kazanç değerleri dört maddede toplanmıştır.

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

$$\phi_{int} = \phi_{int,Oc} + \phi_{int,App} + \phi_{int,lg} \quad (10.12)$$

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

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

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

10.4.3 Rezidanslar ve Diğer Bina Tipolojileri

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 cihazlardan iç kazançların toplamı
- Zon içerisindeki hacimlerde aydınlatma aygıtlarından iç kazançların toplamı

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

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

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

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

10.5 İklimlendirilmeyen Bölgelerden Gelen İç Kazançların Hesaplanması

İklimlendirilmeyen Bölgelerden Gelen İç Kazançlar; basit saatlik yöntem için, bina zonundak iç ısı kaynaklarından gelen ısı akış oranlarının toplamı $Q_{int,tot}$, Watt aşağıda verilen denklemlerel göre her saat için hazırlanır.

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

$\emptyset_{int,u}$:Bitişik iklimlendirilmemiş bölgelerde İç Kazançlarından kaynaklı saatlik ısı akış oranıdır. W olarak ifade edilir.

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

$$f_{ig} = H_{iu,z} / H_{iu} \qquad \textbf{(10.15)}$$

11. GÜNEŞ KAZANÇLARI

11.1 Hesaplama yöntemi

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

11.2 Güneş Enerjisinden Toplam Isı Kazançları

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

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

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

$$\Phi_{sol} = \Phi_{sol,k} + \Sigma\ (1-b_{tr})\ f_{sg}\ \Phi_{sol,k,u} \qquad (11.2)$$

$$f_{sg} = H_{iu,z}/H_{iu} \qquad (11.3)$$

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

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

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

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

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

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

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

$F_r = 1$: gölgelenmemiş yatay yüzeyler için,

$F_r = 0,5$: gölgelenmemiş düşey yüzeyler için.

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

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

$$A_{sol} = A_{sol,op} + A_{sol,gl} \tag{11.4}$$

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

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

11.2.1 Saydam Bileşenler İçin Etkin Güneş Işınımı Toplama Alanı

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

$$A_{sol,gl} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \tag{11.5}$$

$$F_{sh,gl} = F_{ov} \cdot F_{finl} \tag{11.6}$$

$F_{sh,gl}$: saydam bileşen için gölgelenme faktörü

F_{ov} : yatay gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

F_{fin} : düşey gölgeleme alanının gölgeleme faktörü

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

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

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

F_F : çerçeve faktörü

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

11.2.2 Opak Bileşenler İçin Etkin Güneş Işınımı Toplama Alanı

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

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

$\alpha_{sol,em}$: opak yüzeyin güneş ışınımı yutuculuk katsayısı (EN 10456)

R_{se} : opak bileşen dış yüzey ısıl direnci, m^2K/W

U_{op} : opak bileşen ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

A_{op} : opak bileşen izdüşüm alanı, m^2

11.2.3 Kapı Bileşenleri İçin Güneş Enerjisinden Isı Kazançları

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

11.2.4 Gölgelenme

Güneş kazançları hesabında, saydam yüzeylerde gölgelenme üç şekilde incelenmiştir:

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

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

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

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

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

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

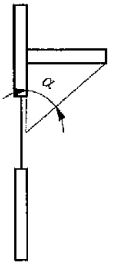
R_{dir} : yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen doğrudan güneş ışınımının (I_{dir}) toplam güneş ışınımına ($I_{sol,k}$) oranı

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

11.2.4.1 Güneş Kontrol Elemanları Ve Bina Çıkıntıları İle Gölgelenme

Yatay gölgeleme



Şekil.11.1 Yatay Gölgeleme Açısı

Yatay gölgeleme katsayıları, pencere orta noktasından engele (yatay bina çıkıntıları, yatay gölge elemanları vb.) olan açı ile zenit açısı arasındaki bağıntı ile hesaplanır.

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

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

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

α_{ov} : Yatay engel açısı

θ_z : Zenit açısı (90-S_h)

$F_{ov,dif}$: Yatay engelin yaygın ışınımı gölgeleme katsayısı

$F_{ov,dir}$: Yatay engelin doğrudan ışınımı gölgeleme katsayısı

F_{ov} : Yatay engelin gölgeleme katsayısı

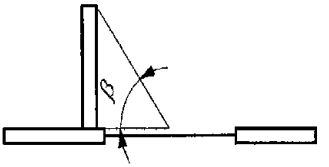
R_{dir} : Yüzeyin yön ve eğimine göre düzleme gelen doğrudan güneş ışınımının toplam güneş ışınımına oranı

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

Düşey gölgeleme

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



Şekil 11.2 Düşey Gölgeleme açısı

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

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

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

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

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

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

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

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

γ_S : Güneş azimut açısı

γ : Yüzey azimut açısı (yön açısı)

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

β_{fin} : Düşey engel açısı

$F_{fin,dir}$: Düşey engelin doğrudan 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.

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

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

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

F_{ov} : yatay gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

F_{fin} : düşey gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

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

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

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

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

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

- Bina çıkıntısı gölgeleme elemanını tamamen örtmüyor yani;

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

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

F_{ge} : sabit gölgeleme elemanının gölgeleme faktörü

- Bina çıkıntısı gölgeleme elemanını tamamen örtüyor yani;

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

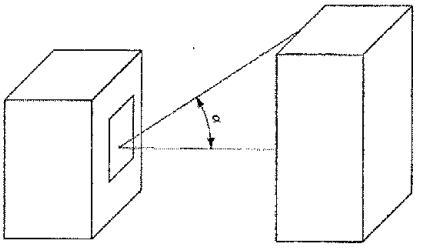
$$A_{sol,gl} = F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot g_{gl} \cdot A_{gl} \quad (11.25)$$

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

11.2.4.3 Çevre Binalardan Gölgelenme

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

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



Şekil 11.3 Çevre Binalardan Gölgelenme Hesapları İçin α açısının Hesaplanması

Çevre binalardan gölgelenme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır:

S_h : Güneş yükseliş açısı

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

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

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

11.2.5 Isıl Işınım İle Gökyüzüne Isı Kaybı

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

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

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

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

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

h_r : dış ışınımsal ısı geçiş katsayısı, W/m^2K

$\Delta \theta_{er}$: 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 $5\ \varepsilon$ $W/(m^2 \cdot K)$ olarak alınabilir.

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

ε : opak bileşen dış yüzeyi ışınım salım faktörü

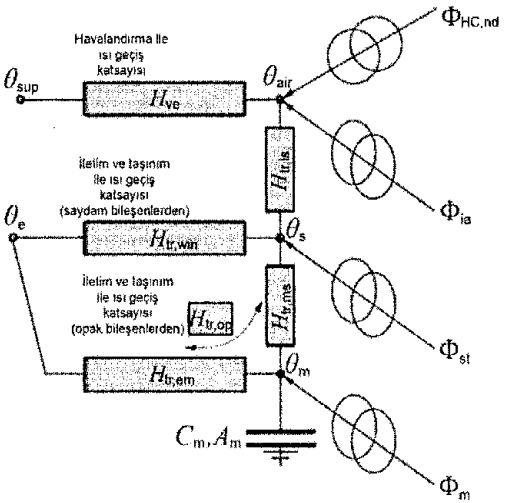
Not - Opak bileşen dış yüzey malzemeleri emisivite değerleri ε, **EK 3.** Opak Malzeme Kütüphanesi' nden alınacaktır.

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. SAATLİK ISITMA – SOĞUTMA NET ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

12.1 Genel

Saatlik ısıtma-soğutma net enerji ihtiyacının hesaplanmasında aşağıdaki **Şekil12.1**' de şematik olarak ifade edilen direnç-kapasite modeli kullanılır.



Şekil 12.1 Direnç-Kapasite Modeli (RC Modeli)

Bu modeldeki ısı dengeleri için aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

12.1.1 Bina Dinamik Etkilerinin Hesaplanması

Bu hesaplama yönteminde binanın ısıl 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 : ısıl kütle alanı, m^2

A_F : zonun net döşeme alanı, m^2

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

Tablo 12.1 Bina Isı Kapasitesi Varsayılan Değerler (EN ISO 13790)

Bina dinamik etkilerini temsil eden yaklaşık ısıl kütle alanı ve ısı kapasitesi değerleri		
Yapı Elemanı Sınıfı	A_m **(m²)**	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 ısıl kapasitesi için bu hesaplama yönteminde, yapı malzemelerinin özgül ısılarının standartlara geçmiş değerlerinin olmaması nedeniyle, duvar kuruluşuna (kesitteki katmanlaşma durumuna) bağlı olarak (hafif, orta ve ağır) Tablo 12.1'deki değerler atanmıştır. Yapı malzemelerinin bu hesaplamalara ilişkin değerlerinin elde edilebilir olması durumunda ısıl kütle detaylı hesaplama yöntemiyle hesaba katılabilecektir.

12.1.2 İç Kazançlar Ve Güneş Kazançlarıyla Oluşan Isı Miktarlarının Hesaplanması

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

İç hava sıcaklığına etki eden kazanç ısı miktarı:

$$\Phi_{ia} = 0{,}5 \times \Phi_{int} \tag{12.1}$$

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

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

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

Φ_{st} : İç 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, m^2

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

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

A_f : Zonun net döşeme alanı, m^2

Not - Bina geometrisinin tanımlanması sırasında tüm yüzeylerin alanları hesaplatılmaktadır.

Kütleye etki eden ısı miktarı, aşağıda verilen bağıntı **(12.3)** ile hesaplanır:

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

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

12.1.3 Isı Geçirme Katsayıları

RC modelinde ısı geçirme katsayıları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

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

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

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

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

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

$H_{tr,1}$: 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

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

$H_{tr,2}$: ısı geçiş katsayısı 2

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

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

$H_{tr,3}$: ısı geçirme katsayısı 3

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

$$H_{tr,ms}=h_{ms}\cdot A_m \tag{12.8}$$

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

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

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

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

12.1.4 Verilen Isıtma-Soğutma Yükü Enerjisi İhtiyacı $\Phi_{HC,Nd}$ İçin 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:

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

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

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

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

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

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

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

Operatif sıcaklık aşağıdaki bağıntıdan elde edilir:

$$\theta_{opr}=0,7\cdot\theta_s+0,3\cdot\theta_{air} \quad (12.15)$$

$\Phi_{m,tot}$: Kütleye seçilen zaman aralığında ısı geçişi miktarı, W

$\theta_{m,t}$: t zamanındaki kabuk sıcaklığı, ^{0}C

$\theta_{m,t-1}$: t-1 zamanındaki kabuk sıcaklığı, ^{0}C

θ_m : Kütlenin sıcaklığı, ^{0}C

θ_s : İç yüzey sıcaklığı, ^{0}C

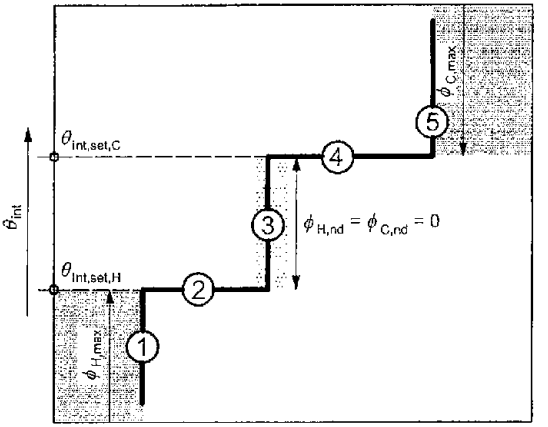
θ_{air} : İç ortam sıcaklığı, ^{0}C

θ_{opr} : Operatif sıcaklık ,^{0}C

θ_{sup} : Besleme hava sıcaklığı, ^{0}C

12.1.5 İç Sıcaklığın ve Gerekli Isıtma ve Soğutma Gücünün Hesaplanması

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



Şekil 12.2 RC Modelinde Sistem Davranışına Karşı Bina Zonu Sıcaklık Davranışı

Her zaman aralığında yapılan hesaplamalar sonucunda beş durum oluşabilir:

1) Bina 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 düşüktür5) 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. 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, $\theta_{m,t}$'nin değeri hesaplanır ve bir sonraki adımda kullanılmak üzere kaydedilir. Saatlik aralıklarla yakınsama yapılarak hesaplara devam edilir.

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

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

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

Bulunan değer,

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

Eğer,

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

Bu durumda;

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

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

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

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

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

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

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

Bulunan θ_{air} değeri,

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

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

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

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

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

Adım 3: Isıtma ya da soğutma gücü yeterliliğinin kontrolü

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

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

13. HESAPLANAN ISITMA-SOĞUTMA İHTİYACININ MEKANİK SİSTEMLER İLE İLİŞKİSİ

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

Hesaplama yöntemi, EN 15603 Bölüm 6.1.3'e göre tanımlanan basitleştirilmiş yaklaşımı kullanmaktadır.

Bu yöntem, geri kazanılan termal sistem kayıplarını toplam termal sistem kayıplarından çıkarmak ve ulusal kurtarma faktörünü kullanarak kurtarılmamış kayıpları hesaplamak için kullanılmaktadır. Kurtarma faktörleri için Bölüm III. Mekanik Sistemler İçin Enerji İhtiyacının Hesaplanması bölümüne bakınız.

14. İKLİM VERİLERİ

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

14.1 Genel Bilgi

Bina enerji performansı değerlendirmesi için, binanın bulunduğu il ve ilçeye bağlı iklim verileri kullanılır. Türkiye için kullanılan iklim verileri, 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 13.1'de**, iklim verilerinin merkez istasyonlar dışındaki istasyonlardan alındığı iller ve ilgili istasyonlar görülmektedir.

Tablo 13.1 Merkez istasyonlar dışındaki istasyonların kullanıldığı iller ve ilgili istasyonlar

Şehir	**Seçilen İstasyon**
İstanbul_1	Florya
İstanbul_2	Göztepe
İstanbul_3	Kumköy
İstanbul_4	Şile
Şırnak	Cizre
Eskişehir	Eskişehir Anadolu

Veriler, şehir merkezleri için yapılan çalışmalarda, bazı istasyonlar için daha kısa dönemlere ait olmakla birlikte genel olarak 1989-2008 arası ölçümler kullanılarak oluşturulmuştur. **Tablo 13.2'de**, bu aralıktan farklı ölçüm değerlerinin kullanıldığı iller ve iklim verileri için kullanılan zaman dilimi gösterilmektedir.

Tablo 13.2 İklim verilerinin alındığı yıllar (Şehir merkezleri için)

Şehir	Yıllar
Afyon	1989-2006
Ankara	1989-2006
Antalya	1989-2006
Aydın	1989-2006
Balıkesir	1989-2006
Bartın	1989-2006
Batman	1989-2006
Bilecik	1989-2006
Bolu	1989-2006
Burdur	1989-2006
Bursa	1989-2006
Çanakkale	1989-2006
Çankırı	1989-2006
Corum	1989-2006
Denizli	1989-2006
Edirne	1989-2006
Eskişehir	1991-2008
Isparta	1989-2006
İstanbul_1	1989-2006
İstanbul_2	1989-2006

Şehir	Yıllar
İstanbul_3	1989-2006
İstanbul_4	1989-2006
İzmir	1989-2006
Kastamonu	1989-2006
Kırıkkale	1989-2006
Kırklareli	1989-2006
Kırşehir	1989-2006
Kocaeli	1989-2006
Manisa	1989-2006
Muğla	1989-2006
Sinop	1989-2006
Tekirdağ	1989-2006
Trabzon	1989-2005
Uşak	1989-2006
Van	1989-2007
Yalova	1989-2006
Zonguldak	1989-2006
Düzce	1989-2006
Kütahya	1989-2006
Karabük	1999-2006

Şehir merkezleri dışındaki istasyonlar için ise 2000-2012 yılları arasındaki veriler kullanıldı. **Tablo 13.3'te**, bu aralıktan farklı ölçüm değerlerinin kullanıldığı iller ve iklim verileri için kullanılan zaman dilimi gösterilmektedir.

Tablo 13.3 İklim verilerinin alındığı yıllar (Şehir merkezleri dışındaki istasyonlar için)

İSTASYON ADI	*BAŞLANGIÇ TARİHİ (yıl ay gün saat)*	*BİTİŞ TARİHİ (yıl ay gün saat)*
BALIKESIR MEYDA	2000 1 1 1	2006 12 31 24
BITLIS OMGI	2011 12 1 1	2012 12 31 24
CAY	2001 11 1 1	2012 12 31 24
ESENBOGA	2000 1 1 1	2006 9 30 24
ETIMESGUT MEYD.	2000 1 1 1	2008 12 31 24
ISLAHIYE OMGI	2011 12 1 1	2012 12 31 24
SAMANDAG	2000 1 1 1	2012 12 22 3
SOLHAN	2000 1 1 1	2012 11 19 14
TRABZON MEYD.	2006 1 1 1	2012 10 31 24
ULUBORLU	2002 1 1 1	2012 12 31 24
YENISEHIR MEYDA	2004 3 1 1	2006 12 31 24

14.2 Verilerin Kontrolü ve Eksik Verilerin Tamamlanması

Günlük verilerin eksikliği durumunda izlenen yöntem şu şekildedir:

- İklim değişkeninin tamamen olmaması veya çoğunluğunun olmaması durumunda o veri hesaplamalara katılmaz.

- Eksik veri fazla değilse 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 13.4'te** görülebilir.

Tablo 13.4 Hatalı kabul edilen günlük farklar

Hava Değişkeni	Hata
Sıcaklık	10 ^{0}C
Maksimum Sıcaklık	10 ^{0}C
Minimum Sıcaklık	10 ^{0}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 13.5'te** görülebilir.

Tablo 13.5 Hatalı kabul edilen saatlik farklar

Hava Değişkeni	Hata
Sıcaklık	5 $^\circ$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.

14.3 İklim Verisi Kapsamı

Türkiye için oluşturulmuş olan Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi saatlik hesap adımını kullanır ve gerekli iklim verileri detay ve hassasiyet olarak saatliktir.

14.3.1 Sıcaklık

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

14.3.2 Bağıl Nem

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.

14.3.3 Güneş Işınımı

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/m²), 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.

14.3.4 Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işınımı

Türkiye'de meteoroloji istasyonlarında toplam güneş ışınımı ve güneşlenme süresi ölçülmektedir. Veriler meteoroloji istasyonlarının ölçümlerinden alınmıştır. Ancak, bazı istasyonların toplam güneş ışınımı ölçümleri yoktur. Bu istasyonlarda yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı hesap yoluyla elde edilmiştir.

14.3.5 Doğrudan Güneş Işınımı

Doğrudan güneş ışınımı ölçümü yapılmamaktadır. Yatay düzleme gelen toplam ışınım ölçümü yapılmakla birlikte bazı istasyonların bu ölçümlerinde de eksik ve hatalar söz konusudur. Olmayan doğrudan ve toplam ışınım değerlerinin hesabında Angström-Prescot modeli olarak bilinen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemdeki katsayılar ise Kılıç ve Öztürk'ün kitabından yer alan Türkiye için hazırlanmış değerlerdir. Bu yöntem güneşlenme süresi değerlerini kullanarak hesap yapmaktadır. Güneşlenme süresi ölçümlerinde eksikler varsa en yakın istasyondan tamamlanarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

14.4 Basit Saatlik Metotta Gerekli Datalar İçin Temsili Meteorolojik Yıl Oluşturulması

14.4.1 Yöntem 1: Şehir Merkezlerindeki İstasyonlar İçin Verilerin Oluşturulması

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:

$$F_{(p,y,m,i)} = \frac{J_{(i)}}{n+1} \tag{13.1}$$

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.

$$\Phi_{(p,m,i)} = \frac{K_{(i)}}{\mathrm{N}+1} \tag{13.2}$$

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.

$$FS_{(p,y,m)} = \sum_{i=1}^{n} |F_{(p,y,m,i)} - \Phi_{(p,m,i)}| \quad (13.3)$$

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 13.6**'da verilmiştir (*International Weather for Energy Calculations – IWEC. IWEC uluslararası bir ASHRAE projesidir*). Tablodaki değişkenlere bakıldığında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden gelen veriler göz önüne alındığında yaş termometre sıcaklığı ölçümü bu çalışmada kullanılmaya uygun değildir: Maksimum ve minimum değer ölçümü yoktur ve ortalama değer de sürekli (7-14-21 saatlerinde ölçüm var) ölçülmemektedir. Maksimum-Ortalama-Minimum Yaş termometre değerlerinin yerine onların toplam ağırlığına (%10) eşit olacak şekilde bağıl nem değerlerini kullanıldı

Tablo 13.6 Hava değişkenleri için ağırlık katsayıları

Hava Değişkenleri	**IWEC**	**BEP-TR**
Maksimum Kuru Termometre Sıcaklığı	5/100	5/100
Minimum Kuru Termometre Sıcaklığı	5/100	5/100
Ortalama Kuru Termometre Sıcaklığı	30/100	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	5/100
Ortalama Rüzgar Hızı	5/100	5/100
Toplam Yatay Güneş Işınımı	40/100	40/100
Bağıl Nem	-	10/100

14.4.2 Yöntem 2: Şehir Merkezleri Dışındaki İstasyonlar İçin Verilerin Oluşturulması

Merkez dışındaki istasyonlar için gelen meteorolojik veriler değerlendirildiğinde ilk yönteme uygun verilerin olmadığı görülmektedir. Bu nedenle merkez dışındaki istasyonlar için gelen verilerin ortalamaları alınarak temsili bir yıllık verilerin oluşturulması yoluna gidilmiştir.

14.5 Bin Dataların Hazırlanması

Bin metodu derece-gündeki gibi iç-dış sıcaklık farkına dayanır. Ancak bu metot farklı dış sıcaklık değer aralıkları için sıcaklık farklarını ve o sıcaklık aralığının gerçekleşme tekrarı sayısını kullanır.

"Basit bin metodu" güneş ve rüzgâr etkisini dikkate almamakla beraber binada kullanılan sistemlerin farklı sıcaklık aralıklarındaki verimlerini hesaplama açısından önemli bir yöntemdir. Zaten günümüzde artık "modified bin method" kullanılıyor ve o da rüzgâr ve güneş etkisini dikkate alıyor. Bu yöntem bina içerisindeki HVAC sistemlerinin doğru bir şekilde simule edilmesini sağlayabilir. Çünkü oluşturulan her "bin" (sıcaklık aralığı) için sistemin sahip olacağı verim belirlenebilir ve buna bağlı olarak da sistemin yükü gerçeğe yakın bir şekilde bulunmuş olur. Tüm klima projelerinde modified bin method kullanılıyor demek çok iddialı olmayacaktır ve en az saatlik dinamik analiz yöntemi kadar kabul görmüş, geçerli ve hassas bir yöntemdir.

Ancak bu yöntem saatlik olarak çalışmadığı için zamana göre değişen özelliklerin (bina ısıl kütle ve güneş enerjisi etkisi) ön plana çıktığı yapılarda doğrultma katsayıları kullanılmadığı durumlarda hatalı sonuçlar verebilir. Örneğin döşemeden ısıtma yapılan bir binada ısıl depolama önemlidir ve bu konuda doğrultma katsayıları mevcuttur.

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

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

II.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – AYDINLATMA ENERJİSİ GEREKSİNİMLERİNİN HESAPLANMASI

İÇİNDEKİLER

1 GİRİŞ

2 KAPSAM

3 ATIF YAPILAN/YARARLANILAN STANDART VE/VEYA DOKÜMANLAR

4 TERİMLER VE TANIMLAR

4.1 ARMATÜRLER

4.2 KONTROL DONANIMI

4.3 GÜÇ

4.3.1 Armatür Gücü (P_l)

4.3.2 Bir Hacim veya Bölüme İlişkin Toplam Kurulu Aydınlatma Gücü (P_{cl})

4.3.3 Hazırda Bekleme Gücü

4.3.3.1 Armatüre İlişkin Hazırda Bekleme (Stand-By) Gücü (P_{Pl})

4.3.3.2 Armatürlerin Otomatik Kontrolüne İlişkin Hazırda Bekleme Gücü (P_{cl})

4.3.3.3 Acil Durum Aydınlatması Şarj Gücü (P_{el})

4.3.4 Bir Hacmin veya Bölümün Aydınlatma Kontrolüne İlişkin Toplam Kurulu Hazırda Bekleme Gücü (P_{pc})

4.3.5 Bir Hacmin veya Bölümün Acil Durum Aydınlatmasına İlişkin Toplam Şarj Gücü (P_{em})

4.4 ENERJİ

4.4.1 Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketimi (W_t)

4.4.2 Aydınlatma için Tüketilen Toplam Enerji ($W_{L,t}$)

4.4.3 Armatüre İlişkin Hazırda Bekleme Enerji Tüketimi ($W_{P,t}$)

4.5 ZAMAN

4.5.1 İşletim Süresi (t)

4.5.2 Standart Yıl (t_y)

4.6 KULLANILAN ALAN (A)

4.7 BAĞIMLILIK FAKTÖRLERİ

4.7.1 Kullanıma Bağlı Faktör (F_o)

4.7.2 Yokluk Faktörü (F_A)

4.7.3 Sabit Aydınlık Faktörü (F_c)

4.7.4 Yetersiz Aydınlık Faktörü (F_y)

4.8 BAKIM FAKTÖRÜ (MF)

4.9 AYDINLATMA ENERJİSİ SAYISAL GÖSTERGESİ (AESG)

5 AYDINLATMA ENERJİSİNİN HESAPLANMASI

5.1 TOPLAM AYDINLATMA ENERJİSİ

5.1.1 Bir Hacimdeki Toplam Enerjinin Belirlenmesi

5.1.2 Bina için Yıllık Toplam Aydınlatma Enerjisi

5.2 AYDINLATMA ENERJİSİ SAYISAL GÖSTERGESİ

6 ÖLÇÜM

6.1 GENEL

6.2 GÜÇ AYRIMI

6.3 UZAKTAN ÖLÇÜM

7 BİNALARDA AYDINLATMA ENERJİSİNİN HESAPLANMASI

7.1 KURULU AYDINLATMA GÜCÜ

7.1.1 Genel

7.1.2 Armatürler

7.1.3 Armatür Gücü (P_l)

7.1.4 Hazırda Bekleme Gücü (P_{ci} ve P_{ei})

8 HESAPLAMA YÖNTEMİ

EK A AYDINLATMA SİSTEMİ ENERJİ GEREKSİNİMİNİN ÖLÇÜLMESİ

EK B TOPLAM AYDINLATMA ENERJİSİNİN VE İLGİLİ HAZIRDA BEKLEME GÜCÜNÜN HESAPLANMASI İÇİN YÖNTEM

B.1 GİRİŞ

B.2 Normal Çalışma Koşullarında Aydınlatma Gereçlerinin Test Ölçümleri .....
B.3 Standart Test Koşulları .....
B.4 Elektriksel Ölçüm Cihazları .....
B.5 Test Edilecek Aydınlatma Armatürleri .....
B.6 Test Gerilimi .....
B.7 Armatür Gücü (P_l) .....
B.8 Lambaların Kapalı Olması Durumunda Armatür hazırda bekleme Gücü (P_{ri}) .....
B.9 Acil Durum Aydınlatması hazırda bekleme Giriş Gücü (P_{ei}) .....
B.10 Aydınlatma Kontrol Sistemleri Bekleme Durumu hazırda bekleme Gücü (P_{ci}) .....
B.11 Kurulu Olan Aydınlatma Sistemleri İçin Varsayılan Güç .....

EK C GÜNEŞ IŞINIMININ İÇ MEKANLARIN AYDINLATMA ENERJİSİ İLE İLİŞKİSİ .....

C.1. Giriş .....
C.2. Güneş Açıları .....

EK D KULLANIMA BAĞLI FAKTÖRÜN BELİRLENMESİ (F_O) .....

D.1. Kullanıma Bağlı Faktör Değerinin (F_o) Belirlenmesi .....

EK E SABİT AYDINLIK FAKTÖRÜ F_C DEĞERİNİN BELİRLENMESİ .....

E.1 Giriş .....
E.2 Sabit aydınlık faktörü (Fc) .....
E.3 Yetersiz aydınlık faktörü (F_v) .....
E.4 Yapay aydınlatma ile aydınlık düzeyi hesabı .....

EK F AYDINLATMA ENERJİSİ GEREKSİNİMİ REFERANS DEĞERLERİ .....

Ek F.1 Aydınlık Düzeyi Hesabı .....

1 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.

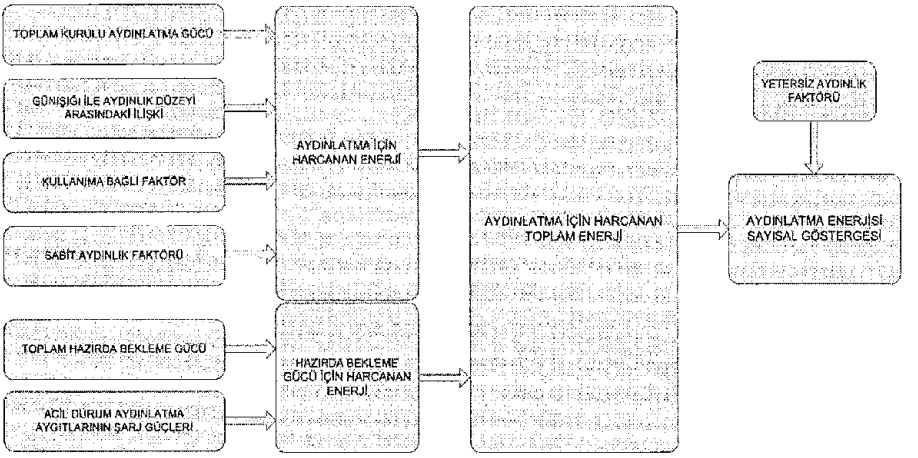
Binaların aydınlatılmasında doğru sistemlerin tasarlanmasının ve uygulanmasının önemi çok büyüktür. Aynı zamanda tasarım ve uygulamanın her bir bölge için görsel konfor koşullarını sağlaması gerekmektedir. Yeni uygulamalar için tasarım, "EN 12464-1 Işık ve Aydınlatma-Çalışma alanlarının aydınlatılması-Bölüm 1:İç 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 1.1'de yöntemin ana hatları ve sürece ilişkin akış verilmektedir.

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



Şekil 1.1 Aydınlatma enerjisi hesap yöntemi genel şeması

2 Kapsam

Bu hesaplama yöntemi, binalarda iç aydınlatma amacıyla tüketilen enerji miktarının değerlendirilmesine yönelik hesap adımlarını ve aydınlatma enerjisi gereksinimine ilişkin sertifikalandırma amacıyla kullanılabilecek bir sayısal göstergeyi tanıtmaktadır. Bu yöntem, mevcut binalar için veya yeni veya yenilenecek binaların tasarımı için kullanılabilir. Ayrıca aydınlatmaya ayrılan enerji miktarına yönelik hedeflerin belirlenmesinde yol gösterici dir. Bu belge ayrıca, binanın toplam enerji performansının belirlenmesinde kullanılmak üzere aydınlatma enerjisinin hesaplanması için bir yöntem sunmaktadır. Binalarda iç aydınlatma amacıyla tüketilen enerji miktarına armatür kapsamında olmayan hazırda bekleme durumundaki güçler dâhil 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 dâhil edilmez. Eğer aydınlatma yükü ölçümü gerçekleştiriliyorsa bu yükler ölçülen aydınlatma enerjisine dâhil edilmelidir.

Bu hesaplama yönteminde, konutlar, ofisler, eğitim binaları, hastaneler, oteller, restoranlar, spor tesisleri, toptan ve perakende satış alanları, imalathaneler ele alınmıştır.

3 Atıf yapılan/yararlanılan standart ve/veya dokümanlar

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

Tablo 3.1 Yararlanılan Başlica Kaynaklar

IEC, ISO, EN,vb. No	Adı (İngilizce)	Adı (Türkçe)
EN 60598	Luminaires	Armatürler
EN 60570	Electrical supply track systems for luminaires	Armatürler için elektriksel bağlantılar
EN 61347	Lamb 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 aydınlatma alanları
EN 13032-1	Lighting applications - Measurement and presentation of photometric data of lambs and luminaires – Part 1: Measurement and file format	Aydınlatma uygulamaları – Lamba ve armatürlerin fotometrik verilerinin ölçülmesi ve sunumu – Bölüm 1: Ölçüm ve dosya formatı
EN 1838	Lighting applications – Emergency lighting	Aydınlatma uygulamaları – Acil durum aydınlatması
EN 15193	Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting	Binaların enerji performansı – Aydınlatma enerjisi gereksinimleri

4 Terimler ve Tanımlar

Bu standartta aşağıda verilen terimler ve tanımlar geçerlidir.

4.1 Armatürler

Binada aydınlatmayı sağlayan sabit armatürler.

4.2 Kontrol Donanımı

Lambaların kontrol edilmesini sağlayan bileşenler.

4.3 Güç

4.3.1 Armatür Gücü (P_i)

Armatüre ilişkin lambaların, kontrol donanımının ve kontrol devresinin hazırda bekleme (stand-by) gücü de dâhil olmak üzere ana şebekeden çektiği elektrik gücü (Watt). Bu veri üretici firmadan elde edilebilir.

4.3.2 Bir Hacim veya Bölüme İlişkin Toplam Kurulu Aydınlatma Gücü (P_n)

Bir hacim veya bölümdeki tüm armatürlerin gücü (Watt).

$$P_n = \sum_{i}^{n} P_i(W) \qquad (4.1)$$

4.3.3 Hazırda Bekleme Gücü

4.3.3.1 Armatüre ilişkin Hazırda Bekleme (Stand-By) Gücü (P_{Pi})

Acil durum aydınlatma armatürlerinin şarj devrelerine ve armatürlerin otomatik kontrolüne ilişkin bekleme durumunda elektrik şebekesinden çekilen güç (Watt).

$$P_{pi} = P_{ci} + P_{ei} \tag{4.2}$$

4.3.3.2 Armatürlerin Otomatik Kontrolüne İlişkin Hazırda Bekleme Gücü (P_{ci})

Lambaların kapalı olduğu süre için armatürlerin otomatik kontrolüne ilişkin hazırda bekleme gücü (Watt).

4.3.3.3 Acil Durum Aydınlatması Şarj Gücü (P_{ei})

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

4.3.4 Bir Hacmin veya Bölümün Aydınlatma Kontrolüne İlişkin Toplam Kurulu Hazırda Bekleme Gücü (P_{pc})

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

$$P_{pc} = \sum_{i=1}^{n} P_{ci}(W) \tag{4.3}$$

4.3.5 Bir Hacmin veya Bölümün Acil Durum Aydınlatmasına İlişkin Toplam Şarj Gücü (P_{em})

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

$$P_{em} = \sum_{i=1}^{n} P_{ei}(W) \tag{4.4}$$

4.4 Enerji

4.4.1 Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketimi (W_t)

Bir hacim veya bölümde t zamanında armatürler devredeyken tüketilen enerji ve armatürler devrede değilken tüketilen hazırda bekleme enerjisi (kWh).

4.4.2 Aydınlatma için Tüketilen Toplam Enerji ($W_{L,t}$)

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

4.4.3 Armatüre İlişkin Hazırda Bekleme Enerji Tüketimi ($W_{P,t}$)

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

4.5 Zaman

4.5.1 İşletim Süresi (t)

Enerji tüketilen zaman aralığı (saat).

4.5.2 Standart Yıl (t_y)

Bir yıl içindeki toplam saatler (8760 saat).

4.6 Kullanılan Alan (A)

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

4.7 Bağımlılık Faktörleri

4.7.1 Kullanıma Bağlı Faktör (F_o)

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

4.7.2 Yokluk Faktörü (F_A)

Kullanıcının bulunmamasına ilişkin faktör.

4.7.3 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.

4.7.4 Yetersiz Aydınlık Faktörü (F_y)

Aydınlık düzeyinin istenilen değere göre yetersizlik oranını gösteren faktör.

4.8 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.

4.9 Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (AESG)

Aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi (AESG), binada tüketilen yıllık toplam aydınlatma enerjisine ilişkin sayısal göstergedir. AESG, benzer işlevde fakat farklı boyut ve konfigürasyondaki binalarda tüketilen aydınlatma enerjisinin doğrudan karşılaştırılabilmesi için kullanılmaktadır.

5 Aydınlatma Enerjisinin Hesaplanması

5.1 Toplam Aydınlatma Enerjisi

5.1.1 Bir Hacimdeki Toplam Enerjinin Belirlenmesi

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

$$W_t = W_{L(D \text{ veya } Y)} + W_P \text{ (kWh)} \qquad (5.1)$$

W_t: Aydınlatma için harcanan toplam enerji
$W_{L(D \text{ veya } Y)}$: Hacimde pencere bulunup bulunmamasına göre aydınlatma için harcanan enerji
W_P: Hazırda bekleme gücü için harcanan enerjidir.

Tamamen yapay aydınlatma kullanan hacimler(penceresiz hacimler) için harcanan aydınlatma enerjisi ($W_{L,Y}$) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$W_{L,Y} = (P_t) \times t_k \times (\frac{1}{F_c}) \times F_o]/1000\ (kWh) \quad (5.2)$$

P_i : Armatür gücü (Ek C'de ayrıntılı olarak verilmiştir.)
F_c: Sabit aydınlık faktörü
F_o: Kullanıma bağlı faktör
t_k: Her bir zon için yıllık kullanım süresi

$$t_k = (ÇS2 - ÇS1)\ x\ Haftalık\ çalışma\ gün\ sayısı\ x\ 52 \quad (5.3)$$

ÇS1: Günlük çalışma saati başlangıcı
ÇS2: Günlük çalışma saati bitişi

Yapay aydınlatma ile birlikte doğal aydınlatmaya sahip hacimler (pencereli hacimler) için harcanan aydınlatma enerjisi ($W_{L,D}$) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$W_{L,D} = \sum_{t=1}^{tk} [(P_i(t)) \times s(t) \times (\frac{1}{F_c}) \times F_o]/1000\ (kWh) \quad (5.4)$$

$P_i(t)$: Zamana bağlı armatür gücü (Ek C'de ayrıntılı olarak verilmiştir.)
$s(t)$: Armatürlerin açık ve kapalı olma durumu (Armatür açık ise $s(t) = 1$, armatür kapalı ise $s(t) = 0$)

Hazırda bekleme gücü için harcanan enerji ($W_{P,t}$) ise;

Otomatik aydınlatma kontrolü için 0,3 kWh/m^{2}yıl,
Acil durum aydınlatması için 0,1 kWh/m^{2}yıl,
Her ikisinin de olması durumda ise W_F = 0,4 kWh/m^{2}yıl

olarak kabul edilir. Bu durumda yıllık hazırda bekleme gücünden kaynaklanan enerji aşağıdaki formüller uyarınca hesaplanır:

$$W_{AC} = A_{zon} \text{ X } 0{,}3 \text{ kWh/m}^2\text{.yıl} \quad (5.5)$$

W_{AC} :Otomatik aydınlatma kontrolü için gerekli yıllık hazırda bekleme enerjisi
A_{zon}: Hesaplanacak zon alanı

$$W_{EM} = A_{zon} \text{ X } 0{,}1 \text{ kWh/ m}^2\text{.yıl} \quad (5.6)$$

W_{EM}: Acil durum aydınlatması için gerekli yıllık hazırda bekleme enerjisi

$$W_P = W_{EM} + W_{AC} \text{ (kWh/yıl)} \quad (5.7)$$

Konutlarda 01:00-06:00 saatleri arasında aydınlatma enerjisi ihtiyacı hesaplanmaz.

5.1.2 Bina için Yıllık Toplam Aydınlatma Enerjisi

Bir binada aydınlatma için herhangi bir zaman diliminde harcanan toplam enerji aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$W_t = W_{L,Y1} + W_{L,Y2} + \ldots\ W_{L,Yn} + W_{L,D1} + W_{L,D2} + \ldots\ W_{L,Dn} + W_{P1} + W_{P2} + \ldots\ W_{Pn} \text{ (kWh/yıl)} \quad (5.8)$$

Burada n, bina içerisindeki zon sayısıdır.

5.2 Aydınlatmadan Elde Edilen Saatlik İç Kazanç

Aydınlatmadan elde edilen saatlik iç kazancı için; Φint,lg 5.2 veya 5.4 'den elde edilir.

Aydınlatma iç kazancı zonun çalışma saatleri dikkate alınarak hesaplanmalıdır. Aydınlatma iç kazançlarında; hazırda bekleme ve acil aydınlatması için dikkate alınmaz.

5.3 Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

Bir bina için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi,

$$AESG = \frac{W_t}{A} \text{ kWh/(m}^2\text{yıl)} \tag{5.9}$$

ile hesaplanır.

W_t: Aydınlatma için kullanılan toplam yıllık enerji (kWh/yıl)
A: Binanın toplam kullanılan alanıdır (m^2).

6 Ölçüm

6.1 Genel

Aydınlatma enerjisi tüketiminin aşağıdaki yöntemlerden birisi kullanılarak da ölçülebilir;

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

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

6.2 Güç Ayrımı

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

6.3 Uzaktan Ölçüm

1) Tamamen bölgelere ayrılmış bir güç dağıtım sistemi olan binalar için önerilmektedir.
2) Uzaktan ölçüm aynı zamanda aydınlatma yönetimi gibi akıllı sistemler için veri sağlamada kullanılabilmektedir.

Not: Ek A'da ölçüm örnekleri verilmektedir.

7 Binalarda Aydınlatma Enerjisinin Hesaplanması

7.1 Kurulu Aydınlatma Gücü

7.1.1 Genel

Binalarda aydınlatmaya ilişkin iki farklı güç bulunmaktadır: Armatürlere ilişkin güç ve hazırda bekleme gücü.
Armatürlere ilişkin güç, EN 12193 Spor tesisleri ve EN 12464-1 İç çalışma alanları aydınlatması standartlarına uygun olarak aydınlatma işlevini yerine getirmek üzere kullanılan güçtür.
Hazırda bekleme gücü ise aydınlatma kontrol sistemlerine güç sağlayan ve EN 1838'e uygun olarak acil durum aydınlatmasının şarj edilmesini sağlayan güçtür.

7.1.2 Armatürler

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

7.1.3 Armatür Gücü (P_i)

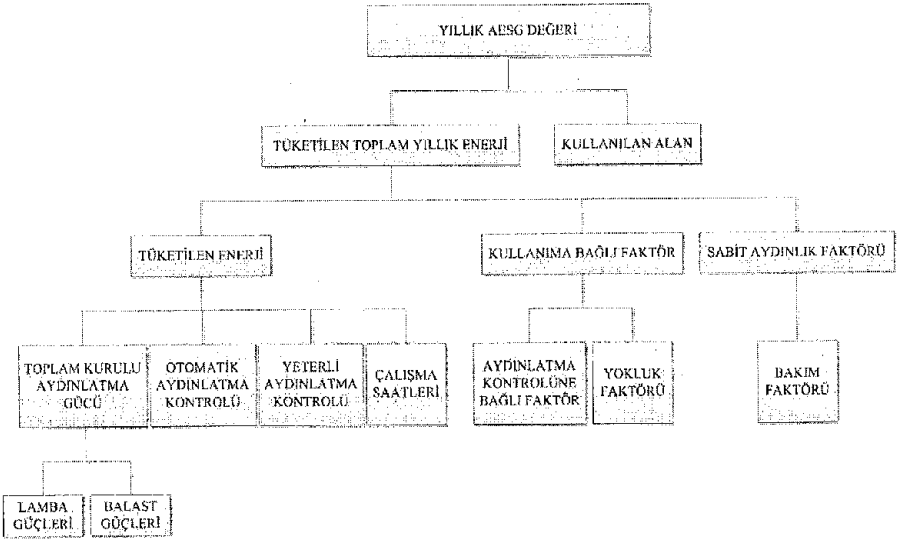
Bir armatüre ilişkin toplam güç (Watt) Ek B'ye göre belirlenir. Enkandesan lambalar dışındaki ışık kaynaklarının kullanıldığı armatürlerde balast kayıp gücü armatür gücü içerisinde değerlendirilir.

7.1.4 Hazırda Bekleme Gücü (P_{ci} ve P_{ei})

Hazırda bekleme gücü Ek B'de tanımlanmıştır.

8 Hesaplama Yöntemi

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



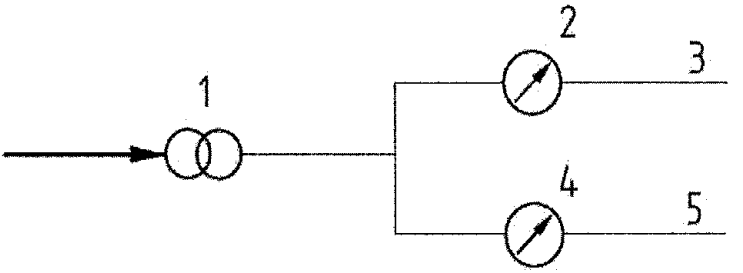
Şekil 8.1 Aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesinde kullanılan terimler

Binada bir hacim veya bölüme ilişkin aydınlatma için harcanan toplam enerji eşitlikler 5.1 – 5.8 kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu eşitliklerde yer alan değişkenlerin belirlenmesi Ek C, D ve E'de açıklanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi (AESG), belirlenen yıllık toplam aydınlatma enerjisi değerinin, binanın toplam kullanım alanına bölünmesi ile elde edilir.

Ek A Aydınlatma sistemi enerji gereksiniminin ölçülmesi

(Bilgi Amaçlı)



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

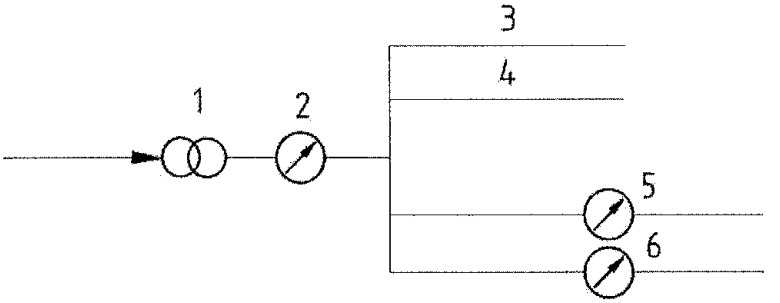
1. Şebeke
2. Diğer devrelerin aktif enerji (kWh) sayaçları
3. Güç devreleri
4. Aydınlatma için ayrılan aktif enerji sayaçları
5. Aydınlatma devreleri

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

$$W = W_{ölçülen2} + W_{ölçülen4} \text{ (kWh/yıl)} \quad \text{(A1)}$$

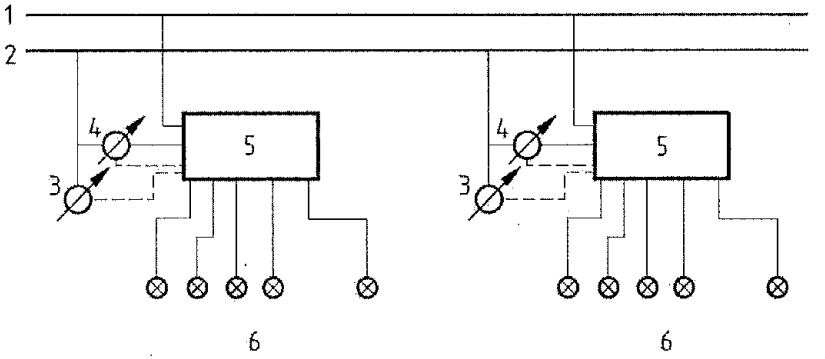
Şekil A.2 örneğinde, her bir kattaki aydınlatma sistemleri için ayrılan aktif enerji sayaçları merkez aktif enerji sayacı ile seri bağlanmıştır. Bu durumda merkezi sayaçlar, aydınlatma enerjisi de dahil olmak üzere, binanın toplam enerji tüketimini kaydederler.

Bölgesel aktif enerji 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. Aktif enerji sayacı – Toplam güç
3. Güç devresi 1
4. Güç devresi 2
5. Aktif enerji sayacı – Aydınlatma devresi 1
6. Aktif enerji 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. Armatürler

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.

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

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

Bir aydınlatma kontrol sistemi çalışma saatlerinin ve dimmerleme 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 aydınlatma armatürlerinin tükettiği enerji dahil edilmemiştir.

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

Ek B Toplam aydınlatma enerjisinin ve ilgili hazırda bekleme gücünün hesaplanması için yöntem

(Bilgi Amaçlı)

B.1 Giriş

Aydınlatma enerjisi giriş gücü ve hazırda bekleme giriş gücü değerleri binanın aydınlatma enerjisi gereksinimi doğrultusunda enerji performansının hesaplanmasında kullanılmalıdır. Güç değerleri 10 Watt ve aşağısı için 10 watt tam değerine yuvarlanmalıdır. Her iki durumda da ± %5 tolerans aralığı tanınmalıdır.

B.2 Normal Çalışma Koşullarında Aydınlatma Gereçlerinin Test Ölçümleri

Test ölçümlerinin amacı, aydınlatma gereçlerinin ve ilişkili hazırda bekleme gücünün (konrol 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 ölçme hassasiyet sınıfı 0.5 veya daha yüksek bir sınıfın gereksinimlerini karşılamalıdır.

B.5 Test Edilecek Aydınlatma Armatürleri

Aydınlatma armatürleri üreticinin düzenli olarak ürettiği ürünlerden olmalıdır. Montaj yüksekliği armatürlerin çalışmak üzere tasarlandıkları yükseklik olmalıdır.

B.6 Test Gerilimi

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

B.7 Armatür Gücü (P_i)

Armatür gücü (P_i) B1-B6 maddelerine göre belirlenmeli veya üretici tarafından açıklanmalıdır. Bu değere normal tam çalışma durumu veya armatürün bir dimmerleme 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 Armatür Hazırda Bekleme Gücü (P_{pi})

Armatür hazırda bekleme gücü (P_{pi}), armatürün bekleme durumunda harcadığı güç olarak tanımlanır. Kontrol edilen armatürler için bu güç detektörlerin gücüdür. Acil durum aydınlatma armatürleri içinse armatürlerin sürekli şarj edilen akülerinin gücüdür.

B.9 Acil Durum Aydınlatması Hazırda Bekleme Giriş Gücü (P_{ei})

Acil durum aydınlatma armatürlerinde akülerin şarj edilmesi için gerekli olan hazırda bekleme gücü (P_{ei}) akülerini kendi içinde barındıran armatürlerin sadece akü şarj modunda çalıştığı sürede harcadığı güçtür.

B.10 Aydınlatma Kontrol Sistemleri Bekleme Durumu Hazırda Bekleme Gücü (P_{ci})

Armatür hazırda bekleme gücü, lambalarının çalışmadığı durumlarda, aydınlatma kontrolü ve detektörler için bekleme durumunda tükettiği güç olarak adlandırılır.

B.11 Kurulu Olan Aydınlatma Sistemleri İçin Varsayılan Güç

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

a) Herhangi bir hacimde bulunan armatürler içerisinde enkandesan veya halojen lambalar varsa lamba türü aydınlatma bileşen kütüphanesinden seçilerek armatür gücü aşağıdaki gibi hesaplanır.

P_i =(Lamba gücü) x (Armatür içindeki lamba sayısı) (B1)

b) Armatür gücü hesaplanırken seçilen lamba tipine bağlı olarak balast içermesi durumunda (Floresan, metal halide, civa buharlı vb.) balasta ait sınıf seçilir. Bu etkinlik sınıfı CELMA tarafından balastlar için belirlenmiş olan EEI'e (Energy Efficiency Index) göre belirlenmiştir.

P_i = (Lamba gücü+Balast kayıp gücü) x (Armatür içindeki lamba sayısı) (B2)

Balast kayıp gücü= Lamba gücü x Enerji kayıp oranı (B3)

Tablo B.1 Balast enerji sınıfına göre enerji kayıp oranı

Balast Enerji Sınıfı	Enerji Kayıp Oranı
A1	0,05
A2	0,07
A3	0,10
B1	0,15
B2	0,20
C	0,25

c) LED ışık kaynaklarını kullanan armatürler için güç değeri kullanıcı tarafından belirtilecektir. Bu armatürlerin nihai ışık akısı değeri Φarmatür lamba sayısından bağımsız olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\Phi_{armatür} = P_i \, x \, 70 \text{ (lümen)} \quad (B4)$$

Ek C Güneş Işınımının İç Mekanların Aydınlatma Enerjisi ile İlişkisi

C.1. Giriş

Bu ekte yapay aydınlatma ile birlikte doğal aydınlatmadan faydalanan bölgeler için tüketilen aydınlatma enerjisini hesaplamak üzere bir yöntem açıklanmıştır.

C.2. Güneş Açıları

Bu yöntemde doğal aydınlatmanın temel bileşeni olan güneş ışınlarının ilgili bina bölümü için etkilerini belirlemek üzere güneş açıları tanımlanmıştır. Bu değerler ilgili bölümler için aydınlatma enerjisini hesaplamak üzere her saat için ayrı ayrı hesaplanır. Güneş açıları aşağıdaki gibidir:

Enlem Açısı (e): Göz önüne alınan yeri dünya merkezine birleştiren doğrunun dünyanın ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Kuzey yarım kürede pozitif, güney yarım kürede negatif olarak alınır.

Boylam Açısı (b): Boylam, başlangıç meridyeninin doğusundaki veya batısındaki herhangi bir noktanın açısal mesafesidir.

AYD Saat Açısı (ω): Göz önüne alınan yerin boylamı ile güneşi dünya merkezine birleştiren doğrunun yani güneş ışınlarının belirttiği boylam arası açıdır. Saat açısı, güneş boylamının yerin boylamı ile aynı olduğu "güneş öğlesi" vaktinden itibaren ölçülür. Öğleden önceleri negatif işaretli öğleden sonraları pozitif işaretli olarak alınır. Her 15°'lik zaman açısı 1 saate karşılık gelmektedir.

AYD Deklinasyon Açısı (δ): Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Bu açı dünyanın dönme ekseninin, yörünge düzlemine normali ile yaptığı açı 23° 27 dakikalık açıdan ileri gelir. Ekinoks noktalarında (21 Mart ilkbahar ekinoksu, 22 Eylül sonbahar ekinoksu) deklinasyon açısı sıfır olur. Gün dönümü noktalarında ise (21 Haziran yaz gündönümünde 23.45° ve 22 Aralık kış gündönümünde -23.45°) mutlak değerce maksimum olur.

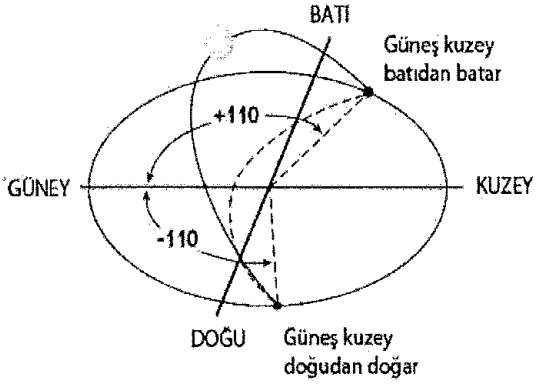
AYD Zenit Açısı (z): Direkt güneş ışınlarının (güneş doğrultusunun) yatay düzlemin normali ile yaptığı açıdır. Yani güneş ışınlarının yatay düzleme geliş açısıdır. Yatay düzleme güneş ışınları dik geldiğinde $z = 0°$ dır. Güneşin doğuşunda ve batışında ise $z = 90°$ dır.

Açı oranı (θ): Bir yüzeye direkt gelen ışınım ile yüzeyin normali arasında kalan açıdır.

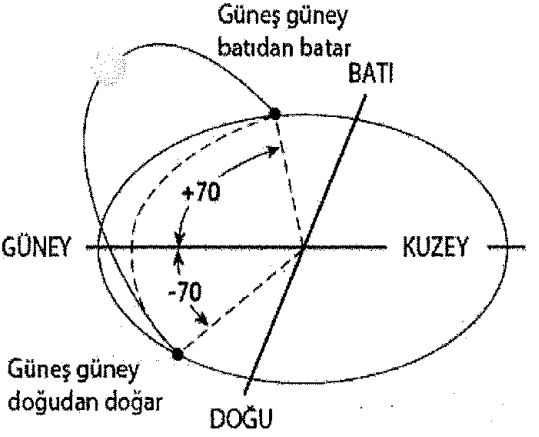
Güneş Yükseklik Açısı (α_s): Direkt güneş ışınlarının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Güneş yükseklik açısı zenit açısını 90°'ye tamamlar. Yani $\sin(\alpha_s) = \cos(z)$ olur.

Güneş Azimut Açısı (γ_s): Güneşin doğrultusunun tam bilinmesi için kutupsal koordinat sisteminde azimut açısına da ihtiyaç duyulur. Güneşin azimut açısı güneyden batıya doğru pozitif, güneyden doğuya doğru negatif olarak alınmaktadır.

Güneş Işınımının Direkt Bileşeni Oranı (R_b) : Eğik düzleme direkt gelen güneş ışınımının yatay düzleme direkt gelen güneş ışınımına oranıdır.

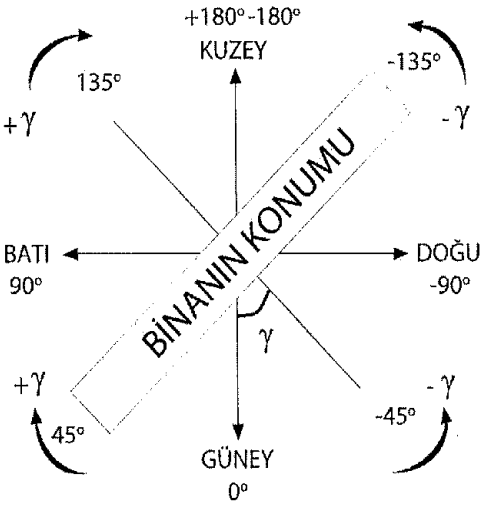


Şekil C.1 Kuzey yarım küre için yaz güneş azimut değer aralığı



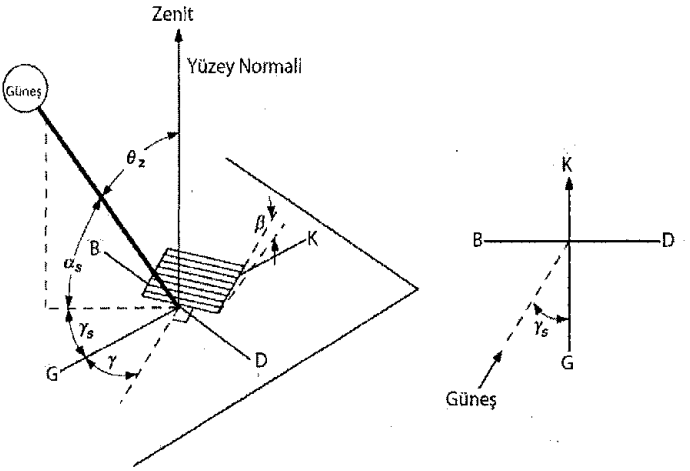
Şekil C.2 Kuzey yarım küre için kış güneş azimut değer aralığı

Yüzey Azimut Açısı (γ): Yüzeyin normalinin yatay düzlemdeki iz düşümünün güneyden batıya doğru pozitif, doğuya doğru negatif olarak ölçüldüğü açıdır. Bu yöntemde binanın ilgili penceresinin güney ile yaptığı açıdır.



Şekil C.3 Cephelere göre yüzey azimut değerleri

Yüzeyin Eğim Açısı (β): Bir düzlemin yatay düzlem ile yaptığı açıdır. 0°≤β≤180° (Eğer β>90° ise yüzey yön değiştirmiştir.) Pencereler için bu açı genelde β=90°'dir.



Şekil C.4 Güneş açıları

Radyal cinsinden oransal yıl ifadesi (fy):

$$fy = \frac{2 \times \pi}{365} \times ((n-1) + \frac{t-12}{24}) \qquad \text{(C1)}$$

fy: Radyal cinsinden oransal yıl ifadesi
n: Gün sayısı (1-365)
t: Saat (0-23)

Zaman Denklemi (eq): Dakika cinsinden hesaplanmıştır.

$$eq = 229.18 \times (0.000075 + 0.001868 \times \cos(fy) - 0.032077 \times \sin(fy) - 0.014615 \times \cos(2 \times fy) - 0.040849 \times \sin(2 \times fy)) \quad (C2)$$

AYD Deklinasyon Açısı (δ):

$$\delta = (0.006918 - 0.399912 \times \cos(fy) + 0.070257 \times \sin(fy) - 0.006758 \times \cos(2 \times fy) + 0.000907 \times \sin(2 \times fy) - 0.002697 \times \cos(3 \times fy) + 0.00148 \times \sin(3 \times fy)) \times \frac{180}{\pi} \quad (C3)$$

Zaman kaydırma miktarı (Greenwich'e göre) (t_{os}):

$$t_{os} = eq - \left(4 \times (b)\right) + 120 \quad (C4)$$

$$tst = (t \times 60) + dk + (\frac{sn}{60}) + t_{os} \quad (C5)$$

tst: UTC' ye göre zaman dilimi

AYD Saat açısı (ω):

$$\omega = \frac{tst}{4} - 180 \quad (C6)$$

AYD Zenit açısı (z):

$$z = \cos^{-1}(\cos(e) \times \cos(|\delta|) \times \cos(\omega) + \sin(e) \times \sin(|\delta|)) \quad (C7)$$

Yükseklik açısı (α_s):

$$\alpha_s = \sin^{-1}(\cos(e) \times \cos(|\delta|) \times \cos(\omega) + \sin(e) \times \sin(|\delta|)) \quad (C8)$$

Güneş azimut açısı (γ_s)*:

$$\gamma_s = \cos^{-1}((\sin(\alpha_s) \times \sin(e) - \sin(\delta))/\cos(\alpha_s) \times \cos(e)) \quad (C9)$$

*Saat açısının sıfırdan küçük olduğu değerlerde güneş azimut değerleri negatif alınır.

Açı oranı (θ):

$$\cos(\theta) = \sin(z) \times \cos(\gamma_s - \gamma) \quad (C10)$$

$$R_b = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_z} \quad (C11)$$

Eğik düzlem üzerine gelen toplam ışınım, direkt, yayınık ve yansıyan ışınımların toplamı olduğundan;

$$I_{eğimli} = I_{direkt}\ x\ R_b + I_{yayınık}\ x \left(\frac{1+\cos\beta}{2}\right) + I\ x\ 0{,}2\ x \left(\frac{1-\cos\beta}{2}\right) \quad (C12)$$

I :Yatay düzleme gelen toplam ışınım değeri
I_{direkt} :Yatay düzleme gelen ışınım değerinin direkt bileşeni

$I_{yayınık}$:Yatay düzleme gelen ışınım değerinin yayınık bileşeni

Eğimli yüzeye gelen direkt bileşenin ($I_{direkt} x\ R_b$) negatif çıkması halinde değer sıfır olarak alınacaktır.

$$I_{direkt} x\ R_b = \begin{cases} 0, & I_{direkt}\ x\ R_b < 0 \\ I_{direkt}\ x\ R_b, & I_{direkt}\ x\ R_b \geq 0 \end{cases} \quad \text{(C13)}$$

$$E_{Saat} = \frac{1}{2} \times I_{eğimli} \times \tau \times \frac{A_pen}{A_hacim} \times \rho \times 100\ (\text{Lux}) \quad \text{(C14)}$$

E_{Saat} :Her bir saat için hesaplama yapılan zondaki ortalama aydınlık düzeyidir.
τ :Pencere geçirgenliği (Ek C)
A_pen :İlgili zondaki toplam pencere alanı
A_hacim :İlgili zonun toplam zemin alanı
ρ :Net yansıtma katsayısı (Ek F)

Otomatik kontrolün olmadığı yerlerde (manuel kontrol) E_{Saat}=$E_{istenen}$ x 0,6'dan düşük ise aydınlatma armatürlerinin kullanılması gerektiği varsayılmıştır.

$$P_i(t) = \begin{cases} P_{h,m}, & E_{Saat} < E_{istenen}\ x\ 0{,}6 \\ 0, & E_{Saat} > E_{istenen}\ x\ 0{,}6 \end{cases} \quad \text{(C15)}$$

$$P_{h,m} = P_i\ (Watt) \quad \text{(C16)}$$

$P_{h,m}$:Manuel kontrol ile harcanan armatür gücü (W)
$E_{istenen}$:Zonda olması gereken aydınlık seviyesi (Ek F)

Eğer otomasyon kontrolü varsa E_{Saat}=$E_{istenen}$ x 0,9 'dan düşükse aydınlatma armatürlerinin oransal olarak kullanılacağı ön görülmüştür.

$$P_i(t) = \begin{cases} P_{h,o}, & E_{Saat} < E_{istenen}\ x\ 0{,}9 \\ 0, & E_{Saat} > E_{istenen}\ x\ 0{,}9 \end{cases} \quad \text{(C17)}$$

$$P_{h,o} = \frac{(E_{istenen} x 0{,}9) - E_{saat}}{E_{istenen}} x\ P_i\ (Watt) \quad \text{(C18)}$$

$P_{h,o}$:Otomasyon ile oransal olarak harcanan armatür gücü (W)
t_k :Yıl içerisinde günlük kullanım esnasında $E_{istenen}$ aydınlık seviyesi altında kalan toplam süre (Binanın çalışma saatleri dikkate alınarak hesaplanır.)

Tablo C.1 Farklı cam türlerine ait ışık geçirme katsayıları

Cam türü	Geçirgenlik (τ)
Yalınkat Cam, 4 mm	0,34
Yalınkat Cam, 6 mm	0,34
Isıcam Yalıtım Camları	0,31
Low - E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları	0,3
Düz Cam (3 mm)	0,9
Düz Cam (4 mm)	0,89
Düz Cam (5 mm)	0,89
Düz Cam (6 mm)	0,88
Düz Cam (8 mm)	0,87
Düz Cam (10 mm)	0,86
Düz Cam (12 mm)	0,85
Düz Cam (15 mm)	0,83
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	0,49
Yalınkat Camlar -Yeşil (4mm)	0,78
Yalınkat Camlar -Füme (4mm)	0,57
Yalınkat Camlar - Bronz (4mm)	0,61
Yalınkat Camlar - Mavi (4mm)	0,66
Yalınkat Camlar -Yeşil (6mm)	0,72
Yalınkat Camlar -Füme (6mm)	0,44
Yalınkat Camlar -Bronz (6mm)	0,5
Yalınkat Camlar - Mavi (6mm)	0,55
Yalınkat Camlar -Yeşil (8mm)	0,68
Yalınkat Camlar - Füme (8mm)	0,35
Yalınkat Camlar - Bronz (8mm)	0,41
Yalınkat Camlar -Mavi (8mm)	0,48
Isı Yalıtımlı – Yeşil	0,64
Isı Yalıtımlı – Füme	0,39
Isı Yalıtımlı – Bronz	0,45

Ek D Kullanıma bağlı faktörün belirlenmesi (F_o)

D.1. Kullanıma Bağlı Faktör Değerinin (F_O) Belirlenmesi

Aşağıda tanımlanan durumlarda F_o = 1 alınacaktır:

- Aydınlatma merkezi olarak açılıp kapatılıyorsa, örneğin bir katın tamamının veya birden fazla hacmin tek bir anahtara bağlı olması durumunda,
- 30 m^2'den büyük bir alan tek bir anahtara bağlıysa veya merkezi açma kapama sistemi varsa,

Aşağıda tanımlanan durumlarda F_o < 1 olur ve F_o değeri hesaplanır:

- Hacimlerde aydınlatmanın merkezi olarak kontrol edilmemesi durumunda,
- 30 m^2'den küçük bir hacimde kullanılan aydınlatma elemanları birlikte anahtarlanmışsa veya otomatik hareket sensörünün etki ettiği alan aydınlatılan alana eşit veya yakın olması durumunda,

F_o değeri aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

$$F_o = [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1) \text{ (eğer } 0.9 \leq F_A \leq 1) \quad \text{(D1)}$$

$$F_o = 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0{,}2] \text{ (eğer } 0 \leq F_A < 0{,}2) \quad \text{(D2)}$$

$$F_o = F_{OC} + 0.2 - F_A \text{ (eğer } 0{,}2 \leq F_A < 0{,}9) \quad \text{(D3)}$$

Aydınlatma kontrolüne bağlı faktör (F_{OC}) değeri Tablo D.1'de yer almaktadır.

Tablo D.1 Aydınlatma kontrolüne bağlı 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 / dimmerli	0,95
Otomatik açma / kapama	0,90
Elle (manuel) açma / dimmerli	0,90
Elle (manuel) açma / kapama	0,80

Otomatik Açma/Dimmerleme: 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 çıktısına 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/Dimmerleme: 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 çıktısına 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.

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

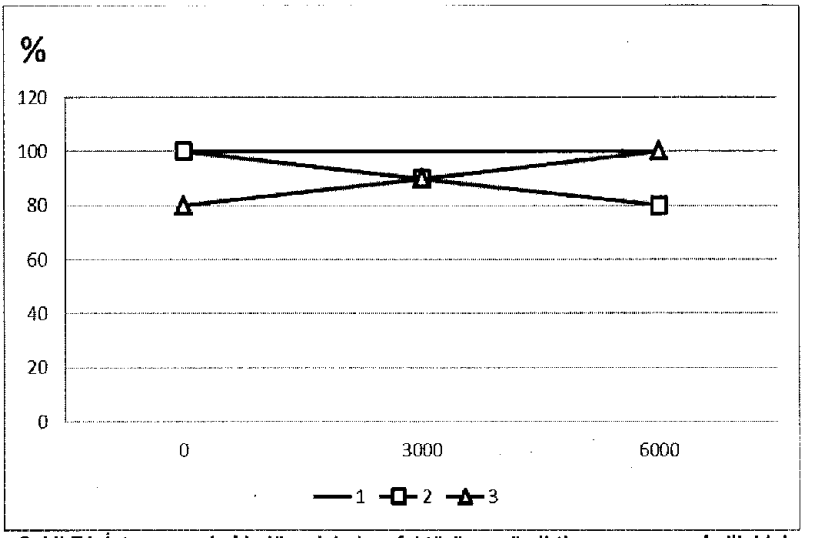
Otel ve Restoranlar	0	Otel ve Restoranlar	Giriş holü, lobi	0
			Koridor	0,4
			Otel odası	0,6
			Yemek holü, kafeterya	0
			Mutfak	0
			Konferans Salonu	0,4
			Depo	0,5
Mağaza ve Satış Alanları-Sosyal Merkezler	0	Mağaza ve Satış Alanları	Satış alanları	0
			Depo Mekanı	0,2
			Soğuk Depo Mekanı	0,6
Hastaneler	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
			Gündüz odaları	0,2
İmalathaneler	0	İmalathaneler	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

E.1 Giriş

Tüm yapay 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, ortam kirlilik durumuna (T:temiz, N:normal, K:kirli) ve kullanılan armatürün 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 armatür tiplerinin hacim temizlik durumuna göre değişen bakım faktörü değerlerinden hesaplanan sabit aydınlık faktörü değerleri verilmiştir. Armatür tipleri aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

A: Çıplak
B: Açık reflektör
C: Kapalı reflektör
D: Toz korunumlu IP5X
E: Endirekt armatür

Tablo E.1 Sabit aydınlık faktörü (F_c) değerleri

Armatür Tipi	T	N	K
A	0,86	0,83	0,79
B	0,89	0,87	0,85
C	0,88	0,85	0,80
D	0,90	0,89	0,86
E	0,80	0,76	0,71

E.2 Sabit aydınlık faktörü (Fc)

Sabit aydınlık faktörü, armatürlerin ortam şartlarına göre (T:temiz, N:normal, K:kirli) ortama verdikleri ışık akısındaki azalmayı ifade etmektedir.

Loşlaştırma sistemi kullanılan bir hacimde farklı türde armatürlerin kullanılması durumunda ortalama sabit aydınlık faktörü F_c, lambaların ışık akılarına ve sabit aydınlık faktörü değerlerine bağlı bir ağırlıklı ortalama ile hesaba katılır.

$$F_{cort}=(\Phi_{toplam,enk} \times F_{Cenk})+ (\Phi_{toplam,flo} \times F_{Cflo}+\Phi_{toplam,kflo} \times F_{Ckflo})/ \Phi_{toplam} \quad \text{(E1)}$$

E.3 Yetersiz aydınlık faktörü (F_y)

Binaların her bir bölümünde hesaplanan aydınlık düzeyi, istenilen aydınlık düzeyinin %90'ından az veya %10'undan fazla olmamalıdır. Yeni yapılacak binalarda bu değerlerin sağlanması gerekmektedir. Eğer yeni yapılacak binalarda mevcut armatürlerle elde edilen aydınlık düzeyi istenilen aydınlık düzeyinin %90'ından az ise bu durumda aydınlatma projesinin revize edilmesi gerekmektedir. Ayrıca revizyon yapılmaması durumunda hesaplanan AESG değeri bir ceza katsayısı ile çarpılmalıdır. Bu ceza katsayısı ile yetersiz aydınlatma yapılan bölümler için AESG değeri gerçekte olması gereken değere ulaşmış olacaktır. Bu değerlerin hesaplanması için yetersiz aydınlık faktörü (F_y) kullanılacaktır. Bu değer aydınlık düzeyinin istenilen değere göre yetersizlik oranını göstermektedir.

$$F_y = \frac{2x(E_{istenilen} - E_{hesaplanan,yapay})}{E_{istenilen}} + 1 \quad \text{(E2)}$$

$$F_y = \begin{cases} 1, & F_y \leq 1{,}1 \\ F_y, & F_y > 1{,}1 \end{cases} \quad \text{(E3)}$$

Bina içerisinde her bir ayrı bölüm için farklı farklı yetersiz aydınlık faktörü F_y söz konusu olacağından yetersiz aydınlık faktörünün ağırlıklı ortalamasının hesaplanması gerekir. AESG değeri ile çarpılacak ceza katsayısı olan yetersiz aydınlık faktörünün ağırlıklı ortalaması (F_{y_ort}) aşağıda verildiği gibi hesaplanır.

$$F_{y_ort} = \sum_{n=1}^{zon_sayısı} \frac{F_y(n) x\, A_{zon}(n)}{A_{toplam}} \quad \text{(E4)}$$

E.4 Yapay aydınlatma ile aydınlık düzeyi hesabı

Bina içerisindeki ele alınan hacim türü için görsel konfor koşulları açısından istenilen aydınlık düzeyi her kapalı zon için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Gün ışığının olmadığı zamanlarda bu görsel konfor şartlarının yapay aydınlatma ile sağlanması gerekmektedir. Yapay aydınlatma ile aydınlık düzeyi hesabı aşağıda basitleştirilmiş formül ile yapılabilir.

$$E_{hesaplanan,yapay} = \frac{F_h x F_c \, x \, \rho \, x \, \eta \, x \, lamba \; sayısı \; x \; \Phi_{lamba}}{A_{zon}} \tag{E5}$$

LED ışık kaynaklı armatürlerin kullanıldığı yerlerde bu hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.

$$E_{hesaplanan,yapay} = \frac{F_h x F_c \, x \, \rho \, x \, \eta \, x \, \Phi_{armatür}}{A_{zon}} \tag{E6}$$

Burada:

F_h : Tavan yüksekliğine göre yükseklik çarpanı
F_c : Sabit aydınlık faktörü
η : Armatür tipine göre verim
Φ_{lamba} : Bir lambanın ışık akısı
$\Phi_{armatür}$: Armatürün nihai ışık akısı (Ek B)

Tablo E.4 Armatür tipine göre verim (η) değerleri

Armatür Tipi	Verim(η)
A	0,95
B	0,80
C	0,70
D	0,60
E	0,40

Tablo E.5 Tavan yüksekliğine göre yükseklik çarpanı (F_h) değerleri

Yükseklik (h)	Yükseklik çarpanı (F_h)
2,5m	1
3m	0,96
3,5m	0,95
4m	0,9
4,5m	0,87
5m	0,83
>5m	0,7

Ek F Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri

Ek F.1 Aydınlık Düzeyi Hesabı

Bu bölümde, ele alınan hacim türü için görsel konfor koşulları açısından istenen aydınlık düzeyi 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.

$E_{istenen} \times 1{,}10 < E_{hesaplanan}$ veya $E_{hesaplanan} < E_{istenen} \times 0{,}9 \rightarrow$ UYARI (yetersiz aydınlatma düzeyi) (F1)

$E_{istenen}$(lx) : hacim türü için istenen aydınlık düzeyi

Tablo F.1'de hacim türlerine göre önerilen aydınlık düzeyi değerleri verilmektedir.

Tablo F.1 Hacim türüne bağlı istenen aydınlık düzeyi ve R_a değerleri

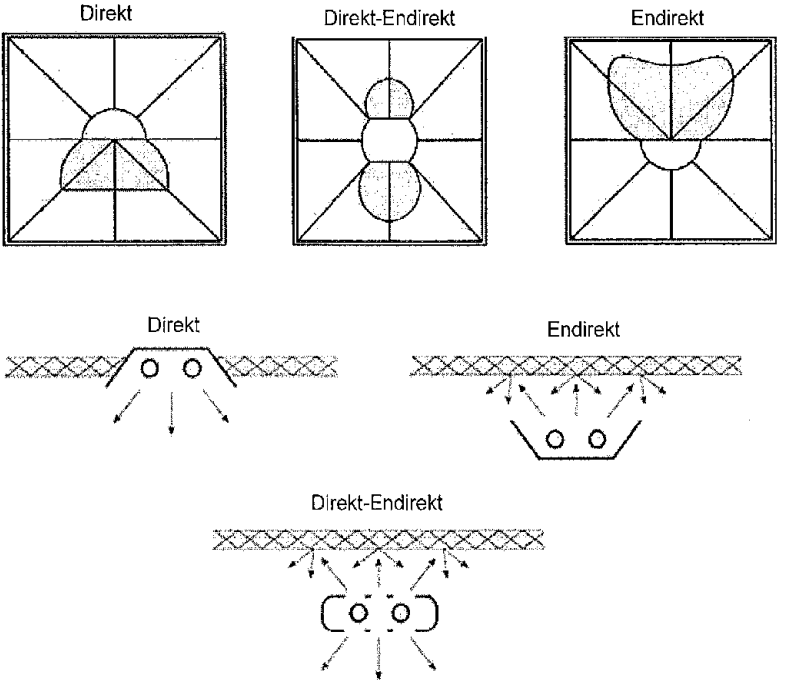
Tipoloji	Hacim Türü	$E_{istenen}$ (lx)
Konut	Yatak odası	50
Konut	Mutfak	300
Konut	Oturma odası	100
Konut	Banyo	100
Konut	Tuvalet	100
Ofis	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500
Ofis	Arşiv	200
Ofis	Asansör holü	200
Ofis	Depo	200
Ofis	Ekipman odası	200
Ofis	Fotokopi odası	300
Ofis	Garaj	75
Ofis	Giriş holü	300
Ofis	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500
Ofis	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500
Ofis	Konferans odası	500
Ofis	Koridor	200
Ofis	Merdiven holü	200
Ofis	Showroom	300
Ofis	Teknik servis odası	200
Ofis	WC	200
Hastane	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500

Hastane	Ameliyathane	1000
Hastane	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	200
Hastane	Giriş holü	300
Hastane	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500
Hastane	Hasta odası	300
Hastane	Kantin	200
Hastane	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500
Hastane	Laboratuvar	1000
Hastane	Mutfak	500
Hastane	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500
Hastane	Operasyon öncesi hazırlık odası	500
Hastane	Otopark	75
Hastane	Poliklinik / Gündüz odaları	200
Hastane	Restoran / Yemekhane	500
Hastane	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	200
Hastane	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300
Hastane	Tanı - tedavi	1000
Hastane	Tedavi odası	300
Hastane	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200
Hastane	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500
Hastane	Tuvalet	200
Hastane	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	200
Eğitim Binası	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500
Eğitim Binası	Atölye, İmalathane	500
Eğitim Binası	Derslik (anaokulu)	300
Eğitim Binası	Derslik (ilköğretim)	300
Eğitim Binası	Derslik (lise, üniversite vb.)	500
Eğitim Binası	Derslik (teknik çizim odaları)	700
Eğitim Binası	Diğer Yaşanan Odalar (aktivite odaları, öğretmenler odası, personel odası, bekleme odası)	300
Eğitim Binası	Fuaye	300
Eğitim Binası	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500
Eğitim Binası	İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	300
Eğitim Binası	Kantin	200
Eğitim Binası	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500
Eğitim Binası	Kitap Okuma Salonu	500
Eğitim Binası	Konser ve sergi salonları	500
Eğitim Binası	Kütüphane (Açık Raf Alanı)	200
Eğitim Binası	Kütüphane (Dergi ve Depo)	200
Eğitim Binası	Kütüphane (Okuma Odası)	500
Eğitim Binası	Mutfak	500

Eğitim Binası	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500
Eğitim Binası	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200
Eğitim Binası	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50
Eğitim Binası	Oditoryum	500
Eğitim Binası	Otopark	75
Eğitim Binası	Restoran / Yemekhane	500
Eğitim Binası	Sahne (Tiyatro, vs)	500
Eğitim Binası	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	100
Eğitim Binası	Spor Salonu (Tribün Olmayan)	300
Eğitim Binası	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300
Eğitim Binası	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	300
Eğitim Binası	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500
Eğitim Binası	Tuvalet	200
Eğitim Binası	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	300
Otel	Açık Ofis	500
Otel	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	300
Otel	Fuaye	300
Otel	Grup Çalışma Ofisi	500
Otel	İzleyici ve Dinleyici Alanları	500
Otel	Kantin	300
Otel	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500
Otel	Konser ve sergi salonları	500
Otel	Lobi / Giriş holü	300
Otel	Mağaza	300
Otel	Mağaza/Depo	200
Otel	Mutfak	500
Otel	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	200
Otel	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200
Otel	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50
Otel	Otel Yatak Odası	
Otel	Otopark	75
Otel	Restoran / Yemek holü	75
Otel	Sahne (Tiyatro..vs)	500
Otel	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	300
Otel	Spor Salonu	300
Otel	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300

Otel	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200
Otel	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500
Otel	Tuvalet	200
Otel	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	300
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	200
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Fuar/ Kongre Mekanı	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Fuaye (Tiyatro..vs)	300
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	300
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Konser ve sergi salonları	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza	300
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza/Depo	200
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza/Soğuk Yiyecek Deposu (Süpermarket)	200
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mutfak	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Otopark	75
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Restoran / Yeme içme alanları	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sahne (Tiyatro..vs)	500
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	50
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Spor Alanları	300
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Tuvalet	200
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	200

Aydınlatma sisteminin direkt, direkt-endirekt veya endirekt olması durumları Şekil F1'de örneklenmiştir.



Courtesy: E Source Lighting Technology Atlas (2005)

Şekil F1. Aydınlatma sisteminin direkt, yarı endirekt veya endirekt olması durumları

Aydınlatma sisteminde kullanılabilecek lamba tipleri Tablo F.2'de özetlenmiştir.

Tablo F.2 Lamba Tipleri

Lamba Tipi	Güç (W)	Işık Akısı (lm)
Enkandesan	25	200
	40	450
	60	710
	75	1000
	100	1340
	150	2160
	200	3040
Metal Halide (Seramik Teknolojili)	20	1700
	35	3250
	70	6700
	100	9100
	150	14350
Metal Halide (Quartz Teknolojili)	70	5550
	100	8100
	150	12200
Y.B. Civa Buharlı	50	1800
	80	3500
	125	6400
	250	14000
	400	24000

Lamba Tipi	Güç (W)	Işık Akısı (lm)
Kompakt Fluoresan	5	230
	8	395
	9	420
	10	530
	11	600
	12	630
	14	810
	15	860
	16	890
	18	1100
	20	1200
	23	1440
	25	1750
	27	1850
Halojen	18	220
	25	250
	28	345
	33	460
	40	475
	42	630
	48	800
	52	840
	60	810
	70	1240
	75	1080
	80	1500
	100	1520
	105	1900
	120	2375
	150	2430
	160	3300
	200	3500
	230	4490
	300	5300
	400	9200
	500	9500

Lamba Tipi	Güç (W)	Işık Akısı (lm)
Fluoresan	4	140
	6	250
	8	370
	13	825
	14	1160
	16	1400
	18	1170
	21	1850
	24	1700
	28	2525
	30	1900
	35	3150
	36	2800
	39	3300
	49	4100
	54	4350
	58	4350
	70	6200
	80	6080

NOT: LED ışık kaynakları arasında tam bir standartın olmaması nedeniyle ışık akıları arasında ciddi değer farklılıkları söz konusudur. LED ışık kaynaklarını kullanan armatürler için nihai ışık akısı ortalama 70 lm/W olduğundan bu armatürler için ışık çıktısı bu değere göre hesaplanır.

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)

Tablo F.3 Yüzeylerin yansıtma oranlarına göre net yansıtma katsayısı

Tavan yansıtma katsayısı (ρT)	Duvar yansıtma katsayısı (ρD)	Zemin yansıtma katsayısı (ρZ)	Net yansıtma katsayısı (ρ)
0,7	0,5	0,7	0,877
0,7	0,5	0,5	0,794
0,7	0,5	0,3	0,728
0,7	0,3	0,7	0,783
0,7	0,3	0,5	0,728
0,7	0,3	0,3	0,684
0,7	0,7	0,7	1
0,7	0,7	0,5	0,877
0,7	0,7	0,3	0,783
0,5	0,5	0,7	0,794
0,5	0,5	0,5	0,738
0,5	0,5	0,3	0,69
0,5	0,3	0,7	0,728
0,5	0,3	0,5	0,69
0,5	0,3	0,3	0,66
0,5	0,7	0,7	0,877
0,5	0,7	0,5	0,794
0,5	0,7	0,3	0,728
0,3	0,5	0,7	0,728
0,3	0,5	0,5	0,69
0,3	0,5	0,3	0,66
0,3	0,3	0,7	0,684
0,3	0,3	0,5	0,66
0,3	0,3	0,3	0,637
0,3	0,7	0,7	0,783
0,3	0,7	0,5	0,728
0,3	0,7	0,3	0,684

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III.
BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

İçindekiler

1. ISITMA SİSTEMLERİ
1.1 Metodolojinin diğer bölümleri arasındaki ilişki
1.1.1 Metodolojinin diğer bölümlerinden olan girdi parametreleri
1.1.2 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı parametreleri
1.2 Her bir altsistem için sınır koşulları
1.2.1 Kısmi yük değerleri
1.2.2 Sıcaklıklar
1.2.3 Kazan nominal gücü
1.2.4 Süreler
1.3 Harcanan enerjinin belirlenmesi
1.3.1 Isı kontrol ve yayılımı
1.3.2 Isı dağıtımı (Qh, d) – Merkezi sıcak sulu ısıtma boru sistemi
1.3.3 Depolama
1.3.4 Isı üreteci

EK A

Isıtma ihtiyacını karşılamak için enerji kullanımı
A.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları
A.2 Yanma tahrikli ısı pompaları
A.3 Isı pompası hesapları için varsayılan değerler
A.3.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları için performans katsayıları ve varsayılan güç değerleri
A.4 Motor (gaz yakıtlı) tahrikli ısı pompaları için performans katsayıları ve varsayılan güç değerleri
A.4.1 Havadan suya ısı pompaları
A.4.2 Motor (gaz yakıtlı) tahrikli havadan suya ısı pompaları
A.4.3 Havadan havaya ısı pompaları
A.4.4 Absorbsiyonlu ısı pompaları
A.5 Kısmi yük çalışması için düzeltme faktörü
A.5.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları
A.5.2 Modülasyonlu brülörlü absorbsiyonlu ısı pompaları
A.6 Kaynak ve kuyu sıcaklık düzeltmeleri için hesaplama yöntemi - Belirlenmiş ekserjitik verimli
A.7 Değişken soğutucu akışkan debili sistemler (VRF-VRV): bağıl ısı çıktı performansı

EK B

Binaların boyutlandırılması
B.1 Genel bilgi

1. ISITMA SİSTEMLERİ

1.1 Metodolojinin diğer bölümleri arasındaki ilişki

Bu doküman enerji denge hesapları için ısıtma sistemlerinin;
- ısının mahale veya ısı taşıyıcı akışkan olan havaya, veya Metodoloji Kısım III Bölüm 2'deki gibi birbirini takip eden sistemlere olan kontrol ve yayılımının
- ısıtma devresindeki dağıtım, veya Metodoloji Kısım III Bölüm 3 veya Metodoloji Kısım III Bölüm 2'deki gibi birbirini takip eden sistemlerin
- depolama ve
- ısı üretimi

ısıl kayıplarının ve destek enerjilerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

1.1.1 Metodolojinin diğer bölümlerinden olan girdi parametreleri

Tablo 1.1.1 – Girdi parametreleri

Sembol	Anlam	Kaynak
B_G	Binanın genişliği, (m)	-
h_G	Kat yüksekliği, (m)	-
L_G	Binanın boyu, (m)	-
n_G	Isıtılan kat adedi	-
$f_{Hs/Hi}$	Kullanılan yakıtın üst ısıl değerinin alt ısıl değerine oranı,	-
$\dot{Q}_{h,max}$	Maksimum ısı yükü, (kW)	DIN V 18599-2, Ek B
$Q_{h,b}$	Enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)	Net enerji
$Q_{rv,h,outg}$	Konut havalandırma ünitesinin üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)	DIN V 18599-6
$Q_{h*,b}$	Klima santrali üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)	DIN V 18599-7
$Q_{c,f}$	Soğutma grubu (chiller) için verilmesi gereken ısıl enerji (ilgili aydaki), (kWh	DIN V 18599-7
$Q_{w,outg}$	Kullanım sıcak suyu sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)	DIN V 18599-1
$t_{w,100\%}$	Kullanım sıcak suyu ısıtması için kazanın günlük çalışma süresi, (h)	DIN V 18599-8
$t_{c,op}$	Mahal soğutma sisteminin günlük çalışma süresi, (h)	DIN V 18599-10
t_h	Isıtma saatleri (ilgili aydaki), (h)	DIN V 18599-2
$t_{h,op}$	Isıtma işlemi günlük süresi, (h)	DIN V 18599-10
$t_{h*,op}$	HVAC ısıtma serpantini günlük çalışma süresi, (h)	DIN V 18599-10
d_{mth}	Aydaki gün sayısı, (d/mth)	DIN V 18599-10
$t_{Nutz,d}$	Günlük kullanım dönemi, (h)	DIN V 18599-10
$d_{Nutz,a}$	Yıllık kullanım günleri sayısı	DIN V 18599-10
θ_e	Aylık ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)	DIN V 18599-10
$\theta_{e,min}$	Isıtma için bir tasarım referans günde günlük ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)	DIN V 18599-10
θ_i [a]	Ortam sıcaklığı, (°C)	DIN V 18599-2
$\theta_{i,h,soll}$	Isıtma için iç ortam ayar sıcaklığı, (°C)	DIN V 18599-10
θ_{h*}	Kullanım süresi sırasında ısıtma serpantini için ortalama ısıtıcı akışkan sıcaklığı, (°C)	DIN V 18599-7
$\theta_{r,Nutz}$	Kullanım süresi sırasında absorbsiyonlu soğutma grubu için ortalama ısıtıcı akışkan sıcaklığı, (°C)	DIN V 18599-7

[a] - $\theta_{i,h}$ azaltılmış ısıtma işletmesini dikkate alan (haftasonları ve tatilleri dikkate almadan) ısıtılan zondaki sistem bileşenleri için kullanılacaktır.
- $\theta_{i,c}$ soğutulan zondaki sistem bileşenleri için kullanılacaktır (soğutulan zon olup olmadığına kullanıcı karar verecektir).
- θ_u ısıtılmayan ve soğutulmayan zondaki sistem bileşenleri için kullanılacaktır.
- bir zon aynı ayda ısıtılıp ve soğutuluyorsa, hangisi daha sık oluyorsa ona göre uygun sıcaklık belirlenecektir.

1.1.2 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı parametreleri

Değerler net enerjide tanımlanan zonlar için hesaplanır.
Bileşenler birden fazla alt sistemde kullanılır ise, ısı, elektrik enerjisi veya bölgesel ısıtma ile sağlanmadığı sürece üst ısıl değere bağlı ısıl veriler dikkate alınarak değerler takip eden hesaplarda kullanılması için birlikte toplanır.
Aşağıda, farklı alt sistemlerdeki ısıl ve destek enerji oranları net enerji hesaplarında kullanılması için belirlenmiştir.

Tablo 1.1.2 – Çıktı parametreleri

Sembol	Anlam	Kullanıldığı yer
$d_{h,rB}$	Aylık tasarım işletme süresi, (d)	bkz. madde 1.2.4.1
$Q_{h,ce}$	Isıtma sisteminin çevreye (örn. mahal, oda, zon, bodrum) olan kontrol ve yayılım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)	bkz. madde 1.3.1
$Q_{h,ce,aux}$	Isıtma sisteminin kontrol ve yayılım destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{h,d}$	Isıtma sisteminin çevreye (örn. oda, zon, bodrum) olan dağıtım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)	bkz. madde 1.3.2
$Q_{h,d,aux}$	Isıtma sisteminin dağıtımı için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{l,h,d}$	Dağıtım sisteminden kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{h,s}$	Isıtma sisteminin kurulumunun yapıldığı mahale olan depolama ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)	bkz. madde 1.3.3
$Q_{h,s,aux}$	Isıtma sisteminin depolama destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{l,h,s}$	Depolamadan kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{h,g}$	Isıtma sisteminin kurulumunun yapıldığı mahale olan üretim kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)	bkz. madde 1.3.4
$Q_{h,g,aux}$	Isıtma sisteminin üretim destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{l,h,g}$	Üretimden kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)	
$Q_{h,reg}$	Yenilenebilir enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)	

Bir zon içerisinde ısıtma sisteminin herbir bileşeni için farklı düzenlemeler (örn. döşemeden ısıtma, radyatörler, hava ısıtması) var ise, hesaplamalarda herbir parametrenin net döşeme alanı ile ilişkili oranları hesaplanarak belirlenen toplam değer kullanılır.
Kontrol ve emisyon, dağıtım ve depolamadan kaynaklı ısıl kayıpların %90 oranında geri kazanılabilir olduğu kabulü ile hesaplama yapılabilir.

1.1.2.1 Üreteç ısı çıktısı

Üreteç ısısı, herbir alt sistemden olan ısıl kayıplardan ve enerji ihtiyaçlarından belirlenir.

$$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,ce,nrcvd} + Q_{h,d,nrcvd} + Q_{h,s,nrcvd} \quad 1.1.1$$

$Q_{h,outg}$: Isı üretecinin ısıtma sistemine olan ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{h,b}$: Net enerji ihtiyacı, (kWh)
$Q_{h,ce,nrcvd}$: Isıtma sisteminin çevreye olan geri kazanılmayan kontrol ve yayılım ısıl kayıpları, (kWh)
$Q_{h,d,nrcvd}$: Isıtma sisteminin çevreye olan geri kazanılmayan dağıtım ısıl kayıpları, (kWh)
$Q_{h,s,nrcvd}$: Isıtma sisteminin çevreye olan geri kazanılmayan depolama ısıl kayıpları, (kWh)

Isıtma, merkezi HVAC sistemi ile yapılıyor ise;

$$Q_{h,outg} = Q_{h^*,b} + Q_{h,d,nrcvd} + Q_{h,s,nrcvd} \quad 1.1.2$$

$Q_{h,outg}$: Isı üretecinin ısıtma sistemine olan ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{h^*,b}$: Merkezi HVAC sistemi üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminin çevreye olan geri kazanılmayan dağıtım ısıl kayıpları, (kWh)
$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminin çevreye olan geri kazanılmayan depolama ısıl kayıpları, (kWh)

HVAC sistemi absorbsiyonlu soğutma grubu (chiller) ısıtması için;

$$Q_{h,outg} = Q_{c,f} + Q_{h,d} + Q_{h,s} \quad 1.1.3$$

$Q_{h,outg}$: Isı üretecinin ısıtma sistemine olan ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{c,f}$: Soğutma grubu (chiller) için verilmesi gereken ısıl enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminin çevreye olan dağıtım ısıl kayıpları, (kWh)
$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminin çevreye olan depolama ısıl kayıpları, (kWh)

1.1.2.2 Isı üretecine verilmesi gereken enerji

$$Q_{h,f} = (Q_{h,outg} + Q_{h,g}) \cdot f_{g,PM} - Q_{h,reg} \qquad 1.1.4$$

Burada, $Q_{h,reg} = Q_{h,sol} + Q_{h,in}$ 'dır.

$Q_{h,f}$: Isı üretecine verilmesi gereken enerji, (kWh)
$Q_{h,outg}$: Isı üretecinin ısıtma sistemine olan ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin kurulumunun yapıldığı mahale olan üretim kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,reg}$: Yenilenebilir enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,sol}$: Güneş enerjisi katkısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,in}$: Çevre ısısı (ilgili aydaki), (kWh)
$f_{g,PM}$: Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ısı üreteçleri için düzeltme faktörü.

Isı elektrik enerjisi ile üretildiği sürece üst ısıl değerle ile ilişkili veriler dikkate alınmalıdır. Verilen enerji elektrik enerjisi ise üst ısıl değer ile alt ısıl değer arasında bir fark yoktur.
Bu dokümanda entegre pompa kontrolü, üreteçte ısıtma dolaşım pompası ile brülörün çalışmasının birleştirilmesidir.
Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ısı üreteçleri için düzeltme faktörleri, pompanın kısa çalışma süreleri boyunca yüksek sıcaklıkta işletilmesinde kullanılan enerjiyi dikkate alır.

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 hava sensörleriyle kontrol edilen ısı üreteçleri için, $f_{g,PM}$= 1,03
Pompa kontrolü ile entegre edilmiş ve kazan sıcaklığı iç hava sensörleriyle kontrol edilen ısı üreteçleri için, $f_{g,PM}$= 1,06

1.1.2.3 Destek enerjisi

$$Q_{h,aux} = Q_{h,ce,aux} + Q_{h,d,aux} + Q_{h,s,aux} + Q_{h,g,aux} \qquad 1.1.5$$

$Q_{h,aux}$: Isıtma sistemi için destek enerjisi, (kWh)
$Q_{h,ce,aux}$: Isıtma sisteminin kontrol ve yayılım destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,d,aux}$: Isıtma sisteminin dağıtım destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,s,aux}$: Isıtma sisteminin depolama destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,g,aux}$: Isıtma sisteminin üretim destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

1.1.2.4 Isıtma sisteminden kaynaklanan kontrolsüz ısı kazançları

Isıtma sisteminden kaynaklanan kontrolsüz ısı kazancı ilgili zonda hangi alt sistem var ise ona göre tespit edilir ve dikkate alınır.

$$Q_{l,h} = Q_{l,h,d} + Q_{l,h,s} + Q_{l,h,g} \qquad 1.1.6$$

$Q_{l,h}$: Isıtma sisteminden kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,h,d}$: Dağıtım sisteminden kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,h,s}$: Depolamadan kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,h,g}$: Üretimden kaynaklanan zondaki kontrolsüz iç ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)

Değerler net enerjide tanımlanan zonlar için hesaplanacaktır.

1.2 Her bir altsistem için sınır koşulları

1.2.1 Kısmi yük değerleri

1.2.1.1 Isı kontrol ve yayılımı

Bir ısıtma devresi için kontrol ve yayılım alt sistemindeki ortalama kısmi yük;

$$\beta_{h,ce} = \frac{Q_{h,b}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \qquad 1.2.1$$

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$\dot{Q}_{h,max}$: Bina için gerekli maksimum ısı yükü, (kW)
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki)

1.2.1.2 Isı dağıtımı

Dağıtım alt sistemindeki ortalama kısmi yük;

$$\beta_{h,d} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \qquad 1.2.2$$

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye (örn. oda, zon, bodrum) olan aylık kontrol ve yayılım ısıl kayıpları, (kWh)
$\dot{Q}_{h,max}$: Bina için gerekli maksimum ısı yükü, (kW)
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki)

1.2.1.3 Depolama

Depolama alt sistemindeki ortalama kısmi yük;

$$\beta_{h,s} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \qquad 1.2.3$$

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye olan kontrol ve yayılım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminden çevreye olan dağıtım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$\dot{Q}_{h,max}$: Bina için gerekli maksimum ısı yükü, (kW)
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki)

1.2.1.4 Isı üretimi

Isı üretimi alt sistemindeki ortalama kısmi yük;

$$\beta_{h,g} = \frac{Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s}}{\dot{Q}_{h,max} \cdot t_h} \qquad 1.2.4$$

$Q_{h,b}$: Hesaplama dönemindeki enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminden çevreye olan kontrol ve yayılım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminden çevreye olan dağıtım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminden çevreye olan depolama ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$\dot{Q}_{h,max}$: Bina için gerekli maksimum ısı yükü, (kW)
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki)

1.2.2 Sıcaklıklar

Aşağıdaki değerler, otomatik sıcaklık kontrollü ısıtma devrelerinde, ortalama kısmi yük ve tasarım koşullarındaki ortalama sıcaklık farkının fonksiyonu olarak her bir alt sisteme uygulanmalıdır.

$$\theta_{HK,m}(\beta_i) = 0{,}5 \cdot \left(\theta_{VL,m}(\beta_i) + \theta_{RL,m}(\beta_i)\right) \qquad 1.2.5$$

$$\Delta\theta_{HK}(\beta_i) = \theta_{VL,m}(\beta_i) - \theta_{RL,m}(\beta_i) \qquad 1.2.6$$

$$\theta_{VL,m}(\beta_i) = \left(\theta_{VA} - \theta_{i,h,soll}\right) \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + \theta_{i,h,soll} \qquad 1.2.7$$

$$\theta_{RL,m}(\beta_i) = \left(\theta_{RA} - \theta_{i,h,soll}\right) \cdot \beta_i^{\frac{1}{n}} + \theta_{i,h,soll} \qquad 1.2.8$$

β_i : Alt sistemdeki ortalama kısmi yük
θ_{VA} : Tasarım koşullarındaki ısıtıcı akışkan gidiş sıcaklığı, (°C)
θ_{RA} : Tasarım koşullarındaki ısıtıcı akışkan dönüş sıcaklığı, (°C)
n : Yayıcı (radyatör vs.) üs değeri (varsayılan değerler; radyatör:1,33; döşemeden ısıtma:1,1)
$\theta_{i,h,soll}$: Kullanım süresi boyunca oda sıcaklığı, (°C)

Isıtıcı akışkan gidiş-dönüş suyu sıcaklığı ortalaması ile oda sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı

$$\Delta\theta_A = \frac{\theta_{VA} + \theta_{RA}}{2} - \theta_{i,h,soll} \qquad 1.2.9$$

$\Delta\theta_A$:Tasarım şartlarındaki ısıtıcı akışkanın gidiş-dönüş suyu sıcaklığının ortalaması ile oda sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı, (°C)

Karışımsız kazanlar için ise 70°C ortalama sıcaklık kabul edilecek iken, karışımlı (üç yollu motorlu vanalı, dört yollu motorlu vanalı gibi) sabit sıcaklık kazanları için dağıtım ve kontrol ve yayılım için $\Delta\theta_A$ sıcaklığı kullanılacaktır.
Mevcut binaların yenilenmesi durumunda tasarım sıcaklıkları ayarlanabilir.
Yeni detaylı tasarım yapılmamış ve mevcut yayıcılar (radyatör vb.) muhafaza edilmiş ise Tablo 1.2.1 deki tasarım sıcaklıkları eski ve yeni ısı yüklerinin bir fonksiyonu olarak kabaca ayarlanır. Ara değerler için bir sonraki yüksek sıcaklık çifti seçilecektir.

Tablo 1.2.1 - Tasarım sıcaklıkları

Eski tasarım sıcaklıkları	$\frac{\dot{Q}_{N,neu}}{\dot{Q}_{N,alt}}$ Yeni tasarım sıcaklıkları		
	70/55 °C	55/45 °C	35/28 °C
90/70 °C	63,8 %	40,6 %	11,3 %
70/55 °C	-	63,7 %	17,8 %
55/45 °C	-	-	27,9 %

Depolama tankı olmayan ısı üreteçleri için gerekli ortalama sıcaklıklar (gidiş ve dönüş) eşitlik 1.2.5'e göre hesaplanır. Araya bir tampon depolama tankı yerleştirilir ise, gerekli sıcaklıklar eşitlik 1.2.5 kullanılarak hesaplanacaktır. Bu sıcaklık, depolama sıcaklığı ve gidiş borusu sıcaklığı olarak kabul edilir.
Farklı ısıtma devreleri çalıştırılır ise, maksimum sıcaklık ısı üreteci tarafından karşılanması gereken değere bağlıdır.
Sabit sıcaklık ve biyokütle kazanlarının kullanıldığı yerlerde, ısı üretimi için 70°C ortalama sıcaklık kabul edilebilir.
Farklı yakıt yakabilen ve katı yakıt kazanları, sabit sıcaklık kazanları gibi kabul edilecektir.
Yoğuşmalı kazanların verimleri hesaplanırken dönüş sıcaklıkları dikkate alınacaktır.
Tüm düşük sıcaklık ve yoğuşmalı kazanların bekleme ısıl kayıpları, ortalama ısıtma devresi sıcaklığı ile ilişkilendirilecektir.

1.2.3 Kazan nominal gücü

Yeni inşa edilen binalara kurulumu yapılacak kazanların nominal gücü ($\dot{Q}_N$) aşağıdaki gibi hesaplanır.
İlk önce, kazanın nominal gücü ve tüm bağlı yükler (tüketiciler) için gerekli maksimum ısı yükü belirlenir. Gereksinimlerin ne ölçüde eş zamanlı olarak karşılanmasına bağlı olarak, kazan nominal gücü ($\dot{Q}_N$) ya en büyük tek güçten ya da eş zamanlı gereksinimlerin birlikte toplanmasıyla belirlenecektir. Mahal ısıtması için kazan nominal gücü ($\dot{Q}_{N,h}$) aşağıdaki eşitlikten elde edilir.

$$\dot{Q}_{N,h} = 1{,}3 \cdot \dot{Q}_{h,max} \qquad 1.2.10$$

$\dot{Q}_{h,max}$: Bina için gerekli maksimum ısı yükü, (kW)

Mevcut binalar için mevcut ısı üretim sisteminin nominal gücü kullanılır. Saptanamıyor ise, o zaman 1994 yılından önce kurulumu yapılmış ısı üreteçleri için gerekli ısı çıktısı (nominal güç) eşitlik 1.2.11 ile hesaplanacaktır.

$$\dot{Q}_{N,h} = 2{,}5 \cdot \dot{Q}_{h,max} \qquad 1.2.11$$

Bina veya bina zonları için (mahal ısıtması, merkezi kullanım sıcak suyu ısıtması, konut havalandırması ve HVAC sistemi) gerekli maksimum üreteç çıktısı, sistemlerin eş zamanlı çalışması durumunda güçlerin toplamı ($\sum \dot{Q}_{N,gleichzeitig}$) veya öncelikli çalışma durumunda en büyük güçtür ($\dot{Q}_{Vorrang}$).

$$\dot{Q}_N = \max.\left(\sum \dot{Q}_{N,gleichzeitig}, \dot{Q}_{Vorrang}\right) \qquad 1.2.12$$

1.2.4 Süreler

1.2.4.1 Çalışma süreleri

Gece veya hafta sonu ekonomi modu (set-back) veya kapatma dikkate alınmış ise, ısıtma sistemi göz önüne alındığında bu da dahil edilecektir. Isınma süreleri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de verilen sürelerle ilgili verilerde dikkate alınır.

Isıtma sisteminin tasarım çalışma süreleri

Tasarım çalışma süreleri, dağıtım borularından ve uygulanabildiği yerde ısı üretecinden (kazan vb.) olan ısıl kayıpların belirlenmesinde kullanılacaktır. Bu, hem gece veya hafta sonu ekonomi modu (set-back) veya kapatmanın sonucu olarak azaltılmış çalışma sürelerini hem de sıcaklık geciktirmelerini ve alternatif olarak da sürekli çalışmayı dikkate alır.

Günlük tasarım ısıtma çalışma süresi

$$t_{h,rL,T} = 24 - f_{L,NA} \cdot \left(24 - t_{h,op}\right) \qquad 1.2.13$$

$t_{h,rL,T}$: Günlük tasarım çalışma süresi, (h)
$f_{L,NA}$: Gece ekonomi modu (set-back) veya kapatma çalışma süresi faktörü
$t_{h,op}$: Günlük ısıtma süresi, (h)

Gece ekonomi modunu (set-back) veya kapatmayı dikkate alan çalışma süresi faktörü ($f_{L,NA}$) aşağıdaki gibidir.

– gece sürekli çalışmada : $f_{L,NA} = 0$
– gece kapatmada : $f_{L,NA} = 1$
– gece ekonomi modunda (set-back):

$$f_{L,NA} = 1 - \frac{\theta_{NA,Grenz} - \theta_e}{\theta_{NA,Grenz} - \theta_{e,min}}, \qquad f_{L,NA} \leq 1 \qquad 1.2.14$$

$\theta_{NA,Grenz}$: Gece ekonomi modu (set-back) sıcaklığı (min. 10°C)
θ_e : Aylık ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)
$\theta_{e,min}$: Günlük ortalama tasarım sıcaklığı, (°C)

Aylık tasarım çalışma günleri

$$d_{h,rB} = d_{mth} \frac{365 - f_{L,WA} \cdot (365 - d_{Nutz,a})}{365} \frac{t_h}{d_{mth} \cdot 24} \qquad 1.2.15$$

$d_{h,rB}$: Tasarım çalışma günleri sayısı (ilgili aydaki)
d_{mth} : Gün sayısı (ilgili aydaki)
$f_{L,WA}$: Hafta sonu ekonomi modunu (set-back) veya kapatmayı dikkate alan faktör
$d_{Nutz,a}$: Yıllık kullanım süresi, (d)

t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki), (h)

Hafta sonu ekonomi modu (set-back) veya kapatmada dikkate alınan çalışma süresi faktörü ($f_{L,WA}$) aşağıdaki gibidir.

– hafta sonu sürekli çalışmada : $f_{L,WA} = 0$
– hafta sonu kapatmada : $f_{L,WA} = 1$
– hafta sonu ekonomi modunda (set-back)

$$f_{L,WA} = 1 - \frac{\theta_{WA,Grenz} - \theta_e}{\theta_{WA,Grenz} - \theta_{e,min}}, \quad f_{L,WA} \leq 1 \qquad 1.2.16$$

$\theta_{WA,Grenz}$: Hafta sonu ekonomi modu (set-back) sıcaklığı (min. 10°C)
θ_e : Aylık ortalama dış hava sıcaklığı, (°C)
$\theta_{e,min}$: Günlük ortalama tasarım sıcaklığı, (°C)

Aylık tasarım ısıtma çalışma süresi

$$t_{h,rL} = t_{h,rL,T} \cdot d_{h,rB} \qquad 1.2.17$$

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)
$t_{h,rL,T}$: Günlük tasarım çalışma süresi, (h)
$d_{h,rB}$: Tasarım çalışma günleri sayısı (ilgili aydaki)

Farklı ısıtma devreleri farklı şekilde işletilir ise veya ısı üretecine (kazan, vb.) veya dağıtım sistemine (örn.; soğutma grubu veya klima santrali) ısıtma sistemine ek olarak başka yükler bağlanır ise, o zaman ısı üreteçleri için en uzun çalışma süresi dikkate alınmalıdır. Kullanım sıcak suyu ısıtması çalışma süreleri Metodoloji Kısım III Bölüm 4'de ele alınmıştır.

Isıtma günleri sayısı (ilgili aydaki);

$$d_{h,mth} = \frac{t_h}{24} \qquad 1.2.18$$

t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki), (h)

Aylık kullanım günleri sayısı;

$$d_{Nutz,mth} = \frac{d_{Nutz,a}}{365} d_{mth} \qquad 1.2.19$$

$d_{Nutz,a}$: Yıllık kullanım süresi, (d)
d_{mth} : Gün sayısı (ilgili aydaki)

1.2.4.2 Yıllık değerlerin aylara dağılımı

Net enerjide herbir bir zonun enerji dengesinde gerekmiyor ise, bileşenlerin enerji kullanımları (örn. dolaşım pompaları) yıllık ortalama şeklinde alınabilir.
Zondaki enerji kullanımı aylık olarak dengelenecek ise, yıllık değerler aşağıdaki eşitlik kullanılarak dönüştürülecektir.

$$W_{h,d,e,M} = W_{h,d,e,a} \frac{\beta_{h,d,M} \cdot t_{Nutz,mth}}{\beta_{h,d,a} \cdot t_{h,op} \cdot d_{Nutz,a}} \qquad 1.2.20$$

1.3 Harcanan enerjinin belirlenmesi

1.3.1 Isı kontrol ve yayılımı

Aşağıda, ısının odaya aktarımı ile ilişkili kayıpların belirlenmesinde gerekli enerji karakteristikleri belirtilmektedir.
Kontrol ve yayılım ısıl kayıpları ($Q_{h,ce}$) her ay için eşitlik 1.3.1 ile hesaplanır.

$$Q_{h,ce} = \left(\frac{f_{Radiant} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{h,ce}} - 1\right) \cdot Q_{h,b} \qquad 1.3.1$$

$Q_{h,ce}$: Kontrol ve yayılımdan dolayı olan ek ısıl kayıplar (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,b}$: Enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
f_{hydr} : Hidrolik dengeleme faktörü (mevcut durumda 1'e eşittir),
f_{int} : Aralıklı çalışma faktörü (aralıklı çalışmadan belirli zamanlarda bireysel odalardaki sıcaklıkların azaltılması seçeneğinin olduğu anlaşılmalıdır),
$f_{Radiant}$: Işınım etki faktörü (sadece büyük kapalı mahallerin (h> 4m) ısıtılması ile ilgilidir)
$\eta_{h,ce}$: Odadaki ısı yayılımı için toplam verim

Aşağıdaki maddelerde daha detaylı bir şekilde tarif edilmedikçe f_{int} ve $f_{Radiant}$ değerleri 1 alınacaktır. Toplam verim ($\eta_{h,ce}$) genellikle aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B))} \qquad 1.3.2$$

η_L : Dikey yönde hava sıcaklığı profili için kısmi verim değeri
η_C : Oda sıcaklığı kontrolü için kısmi verim değeri
η_B : Dış yapı bileşenlerinden özgül ısı kaybı için kısmi verim değeri

Bazı durumlarda verimlerin ayrıntılı hesabı gerekli değildir. Mahaldeki ısı yayılımı için harcanan yıllık enerji aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_{h,ce,a} = \sum Q_{h,ce} \qquad 1.3.3$$

$Q_{h,ce,a}$: Kontrol ve yayılımdan dolayı olan yıllık ısı kaybı, (kWh)
$Q_{h,ce}$: Kontrol ve yayılımdan dolayı olan ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

Aşağıdaki tablolarda verilen kısmi ve toplam verim değerleri aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır:

- standart oda yüksekliği h ≤ 4m

- konut ve konut dışı binalar

- farklı seviyedeki ısıl yalıtımlar

- sürekli işletme modu

- her durumda referans bir oda alınır

Sistem çözümleri bu madde kapsamına girmemektedir.

- madde 1.3.4'de ele alınacaktır

ya da

- uygun bir şekilde ayarlanacak veya interpolasyon yapılacaktır.

1.3.1.1 Açık tip (kaset içinde olmayan) yayıcıların (radyatörler) verimleri, oda yüksekliği ≤ 4 m

Tablo 1.3.1 açık tip yayıcıların verimlerini vermektedir.

Tablo 1.3.1 - Açık tip (kaset içinde olmayan) yayıcıların (radyatörler) verimleri, oda yüksekliği ≤ 4 m

Parametreler		Verimler		
		η_L	η_C	η_B
Oda sıcaklığının kontolü	Kontrol yok, merkezi gidiş suyu sıcaklık kontrollü		0,80	
	Seçilmiş bir odaya göre kontrol		0,88	

	P kontrol (2K)			0,93	
	P kontrol (1K)			0,95	
	PI kontrol			0,97	
	PI kontrol (optimizasyon fonksiyonlu, adaptif kontrol)			0,99	
Sıcaklık farkı ($\Delta\theta_A$) (referans oda sıcaklığı 20°C)		η_{L1}	η_{L2}		
	60 K (örn. 90/70)	0,88			
	42,5 K (örn. 70/55)	0,93			
	30 K (örn. 55/45)	0,95			
Harici bileşenler ile özel ısı kayıpları (GF: cam yüzeyler)	Radyatör iç duvarda		0,87		1
	Radyatör dış duvarda				
	-ışınım korumasız cam yüzey (GF)		0,83		1
	-ışınım korumalı cam yüzey (GF)[a]		0,88		1
	-normal dış duvar (penceresiz)		0,95		1

[a] Işınım koruması yalıtım ve/veya yansıma aracılığıyla radyatörden cam yüzeye olan ışınım kayıplarının %80'ine engel olmalıdır.

Toplam verim ($\eta_{h,ce}$) eşitlik 1.3.2 ile elde edilir.
η_L nin ortalama değeri ana parametre değerlerinden ("sıcaklık farkı" ve "harici bileşenler ile özel ısı kayıpları") hesaplanacaktır.

$$\eta_L = \frac{\eta_{L1}+\eta_{L2}}{2} \qquad 1.3.4$$

Örnek: radyatör dış duvarda; sıcaklık farkı 42,5 K; P kontrollü (2K)

$$\eta_L = \frac{\eta_{L1}+\eta_{L2}}{2} = \frac{0{,}93+0{,}95}{2} = 0{,}94$$

$$\eta_C = 0{,}93$$

$$\eta_B = 1$$

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B))} = \frac{1}{(4-(0{,}94+0{,}93+1))} = 0{,}88$$

Aralıklı işletme faktörü $f_{int} = 0{,}97$ (sürekli işletme durumunda $f_{int} = 1{,}0$)

Işınım etki faktörü $f_{Radiant} = 1{,}0$

1.3.1.2 Gömülü sistemlerin verimleri, oda yüksekliği ≤ 4 m

Tablo 1.3.2 yüksekliği 4 m'den düşük odalar için sulu gömülü sistemlerin (yüzey ısıtma) verimlerini vermektedir.

Tablo 1.3.2 – Sulu gömülü sistemlerin verimleri (yüzey ısıtma), oda yüksekliği ≤ 4 m

Parametreler		Kısmi verimler			
		η_L	η_C	η_B	
Oda sıcaklığının kontrolü	Isı taşıyıcı akışkan su				
	- Kontrol yok		0,75		
	- Kontrol yok, merkezi gidiş suyu sıcaklık kontrollü		0,78		
	- Kontrol yok, gidişi-dönüş suyu sıcaklık farkı kontrollü		0,83		
	- Seçilmiş bir odaya göre kontrol		0,88		
	- P kontrol		0,93		
	- PI kontrol		0,95		

	Elektrikli ısıtma - İki adımlı kontrol - PI kontrol		0,91 0,93		
Sistem	Döşemeden ısıtma - Islak sistem - Kuru sistem - İnce kaplamalı kuru sistem Duvardan ısıtma Tavandan ısıtma	 1,00 1,00 1,00 0,96 0,93		η_{B1} 0,93 0,96 0,98 0,93 0,93	η_{B2}
Döşemenin ısıl kapasitesinden kaynaklanan kayıplar	TS EN 1264'e göre minimum yalıtımı olmayan döşemeden ısıtma TS EN 1264'e göre minimum yalıtımı olan döşemeden ısıtma TS EN 1264'te belirtilenden %100 daha iyi yalıtıma sahip olan döşemeden ısıtma				0,86 0,95 0,99

Toplam verim ($\eta_{h,ce}$) eşitlik 1.3.2 ile elde edilir.
η_B nin ortalama değeri ana parametre değerlerinden ("sistem" ve "döşemenin ısıl kapasitesinden kaynaklanan kayıplar") hesaplanacaktır.

$$\eta_B = \frac{\eta_{B1}+\eta_{B2}}{2} \qquad 1.3.5$$

Örnek: Döşemeden ısıtma-sulu sistem; iki kademe kontrollü; yüksek ısı yalıtımlı döşemeden ısıtma

$$\eta_L = 1{,}0$$

$$\eta_C = 0{,}93$$

$$\eta_B = \frac{\eta_{B1}+\eta_{B2}}{2} = \frac{0{,}93+0{,}95}{2} = 0{,}94$$

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B))} = \frac{1}{(4-(1{,}0+0{,}93+0{,}94))} = 0{,}88$$

Aralıklı işletme faktörü $f_{int} = 0{,}98$ (sürekli işletme durumunda $f_{int} = 1{,}0$)

Işınım etki faktörü $f_{Radiant} = 1{,}0$

1.3.1.3 Elektrikli ısıtma verimleri; oda yüksekliği ≤ 4 m

Tablo 1.3.3 yüksekliği 4 m'den düşük odalar için elektrikli ısıtma sistemlerinin verimlerini vermektedir.

Tablo 1.3.3 - Elektrikli ısıtma verimleri; oda yüksekliği ≤ 4 m

	Parametreler	Toplam verim $\eta_{h,ce}$
Dış duvarda	P kontrol (1 K), doğrudan elektrikle ısıtma	0,91
	PI kontrol (optimum ayarlı), doğrudan elektrikle ısıtma	0,94
	Depolama tankıyla ısıtma: kontrol yok, dış ortam sıcaklığından bağımsız doldurma ve statik/dinamik boşaltma	0,78
	Depolama tankıyla ısıtma: P kontrol (1K), dış ortam sıcaklığına bağlı doldurma ve statik/dinamik boşaltma	0,88
	Depolama tankıyla ısıtma: PID kontrol (optimum ayarlı), dış ortam sıcaklığına bağlı doldurma ve statik ve sürekli dinamik boşaltma	0,91
uv ar	P kontrol (1 K), doğrudan elektrikle ısıtma	0,88
	PI kontrol (optimum ayarlı), doğrudan elektrikle ısıtma	0,91

	Depolama tankıyla ısıtma: kontrol yok, dış ortam sıcaklığından bağımsız doldurma ve statik/dinamik boşaltma	0,75
	Depolama tankıyla ısıtma: P kontrol (1K), dış ortam sıcaklığına bağlı doldurma ve statik/dinamik boşaltma	0,85
	Depolama tankıyla ısıtma: PID kontrol (optimum ayarlı), dış ortam sıcaklığına bağlı doldurma ve statik ve sürekli dinamik boşaltma	0,88

Aralıklı işletme faktörü $f_{int} = 0{,}97$ (sürekli işletme durumunda $f_{int} = 1{,}0$)

Işınım etki faktörü $f_{Radiant} = 1{,}0$

1.3.1.4 Hava ısıtmalı/konut havalandırması için verimler; oda yüksekliği ≤ 4 m

Konut havalandırma sistemleri besleme ve/veya egzoz havalı sistemlerdir. Dış hava ile beslenilen konut binalarında ısı geri kazanımı veya hava şartlandırma ünitesi ile birleştime imkanı olabilir.
Hava ısıtma ve konut havalandırma için verimler ($\eta_{h,ce}$) Metodoloji Kısım III Bölüm 3'te tarif edilmiştir.

1.3.1.5. Hava ısıtma (HVAC sistemleri) verimleri; oda yüksekliği ≤ 4 m

Tablo 1.3.3 yüksekliği 4 m'den düşük odalar için elektrikli ısıtma sistemlerinin verimlerini vermektedir.

Tablo 1.3.4 – Hava ısıtma (HVAC sistemleri) verimleri; oda yüksekliği ≤ 4 m

Sistem yapısı	Kontrol parametresi	$\eta_{h,ce}$	
		Düşük kalitede kontrol	Yüksek kalitede kontrol
Besleme havası için destek ısı (ek ısıtıcılı)	Oda sıcaklığı	0,82	0,87
	Oda sıcaklığı (besleme hava sıcaklığının kaskad kontrolü)	0,88	0,90
	Egzoz havası sıcaklığı	0,81	0,85
Karışım havalı (indüksiyonlu iç üniteler, fanlı konvektörler)	Oda sıcaklığı	0,89	0,93

Karışım havalı sistemlerin destek enerjisi Tablo 1.3.4'den alınacaktır. Metodoloji Kısım III Bölüm 3'teki konut havalandırma sistemleri verileri kısmi ısıtma fonksiyonlu havalandırma sistemleri verileri olarak kullanılabilir.

1.3.1.6 Yüksekliği 4 m den fazla olan odalar için verimler (büyük kapalı mahaller)

Oda yüksekliği 4 den 10 m ye kadar olan odalar için verim değerleri tablo 1.3.5 de belirtilmiştir.

Tablo 1.3.5 - Yüksekliği 4 m - 10 m olan odalar için verimler (büyük kapalı mahaller)

Parametreler			Kısmi verimler					
			η_L				η_C	η_B
			4 m	6m	8 m	10 m		
Mahal sıcaklık kontrolü	Kontrol yok İki kademeli kontrol P kontrol (2K) P kontrol (1K) Pi kontrol PI kontrol (optimum ayarlı)						0,80 0,93 0,93 0,95 0,97 0,99	
Isıtma sistemleri	Sıcak havalı ısıtmalı Normal indüksiyonlu hava dağıtımı	Hava çıkışı yandan	0,98	0,94	0,88	0,83		1,00
		Hava çıkışı üstten	0,99	0,96	0,91	0,87		1,00
	Sıcak hava ısıtmalı Dikey yönde karışım kontrollü hava dağıtımı	Hava çıkışı yandan	0,99	0,97	0,94	0,91		1,00
		Hava çıkışı üstten	0,99	0,98	0,96	0,93		1,00
	Tavana bağlı radyant paneller		1,00	0,99	0,97	0,96		1,00
	Borulu radyant ısıtıcılar		1,00	0,99	0,97	0,96		1,00

	Seramik radyant ısıtıcılar		1,00	0,99	0,97	0,96		1,00
	Döşemeden ısıtma (yüksek seviyede ısı yalıtımlı)	Döşemeden ısıtma ile entegreli	1,00	0,99	0,97	0,96		0,95
		Döşemeden ısıtmadan ısıl olarak ayrılmış						1,00

Radyatörlü büyük kapalı mahallerin ısıtma sistemlerinin değerlendirilmesi (mevcut binalar)

Varsayımlar, normal indüksiyon oranlı ve hava çıkışı yandan olan sıcak hava ısıtmalı sistemlere dayanmaktadır.

Yüksek hava dağıtım indüksiyon oranlı sıcak havalı sistemler

Karakteristik değerler, hava çıkışı yandan ve üstten olan sistemlerin değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak belirlenecektir.
Tavan yüksekliği 4 m den daha düşük odalarda tavana bağlı radyant paneller kullanıldığında, 4 m yüksekliğindeki oda için olan toplam verim ($\eta_{h,ce}$) kullanılmalıdır. Ayrıca ışınım etki faktörü $f_{Radiant} = 1{,}0$ dir.
Toplama verim ($\eta_{h,ce}$) eşitlik 1.3.2 kullamılarak belirlenir.

Örnek: Oda yüksekliği 8 m; hava çıkışı (üfleme) tavandan olan sıcak hava ısıtmalı sistem, P kontrollü (1 K)

$\eta_L = 0{,}91$

$\eta_C = 0{,}95$

$\eta_B = 1$

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B))} = \frac{1}{(4-(0{,}91+0{,}95+1{,}0))} = 0{,}88$$

Işınımın etkisini dikkate alan faktör: $f_{Radiant} = 0{,}85$ (tavana bağlı radyant paneller, seramik radyant ısıtıcılar, borulu radyant ısıtıcılar ve döşemeden ısıtma)
Büyük kapalı mahallerdeki ısıtma sistemlerinin verimleri ve $f_{Radiant}$ faktörü, ısıtma sistemi ve ürün tipolojisine dayanan ortalama değerlerdir. Bu değerler aynı zamanda farklı biçimler için temel olarak kullanılabilir.

1.3.1.7 Yüksekliği 10 m den fazla olan odalar için verimler

Tablo 1.3.6 - Yüksekliği 10 m den fazla olan odalar için verimler

Parametreler			Kısmi verimler				
			η_L			η_C	η_B
			12 m	15 m	20 m		
Mahal sıcaklık kontrolü	Kontrol yok					0,80	
	İki kademeli kontrol					0,93	
	P kontrol (2K)					0,93	
	P kontrol (1K)					0,95	
	PI kontrol					0,97	
	PI kontrol (optimum ayarlı)					0,99	
Isıtma sistemleri	Sıcak hava ısıtmalı Normal indüksiyonlu hava dağıtımı	Hava çıkışı yandan	0,78	0,72	0,63		1,00
		Hava çıkışı üstten	0,84	0,78	0,71		1,00
	Sıcak hava ısıtmalı Dikey yönde karışım kontrollü hava dağıtımı	Hava çıkışı yandan	0,88	0,84	0,77		1,00
		Hava çıkışı üstten	0,91	0,88	0,83		1,00
	Tavana bağlı radyant paneller (sulu)		0,94	0,92	0,89		1,00
	Borulu radyant ısıtıcılar		0,94	0,92	0,89		1,00

	Seramik radyant ısıtıcılar		0,94	0,92	0,89		1,00
	Döşemeden ısıtma (yüksek seviyede ısı yalıtımlı)		0,94	0,92	0,89		
		Döşemeden ısıtma ile entegreli					0,95
		Döşemeden ısıtmadan ısıl olarak ayrılmış					1,00

Yüksek hava dağıtım indüksiyon oranlı sıcak hava ısıtmalı sistemler
Karakteristik değerler, hava çıkışı yandan ve üstten olan sistemlerin değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak belirlenecektir.
Toplama verim ($\eta_{h,ce}$) eşitlik 1.3.2 kullanılarak belirlenir.

Örnek: Oda yüksekliği 12 m; borulu radyant ısıtıcı, P kontrollü (2 K)

$\eta_L = 0{,}94$

$\eta_C = 0{,}93$

$\eta_B = 1$

$$\eta_{h,ce} = \frac{1}{(4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B))} = \frac{1}{(4-(0{,}94+0{,}93+1{,}0))} = 0{,}88$$

Işınımın etkisini dikkate alan faktör: $f_{Radiant} = 0{,}85$ (tavana bağlı radyant paneller, seramik radyant ısıtıcılar, borulu radyant ısıtıcılar ve döşemeden ısıtma)
Büyük kapalı mahallerdeki ısıtma sistemlerinin verimlerinin karakteristik değerleri ve $f_{Radiant}$ faktörü, ısıtma sistemleri ve ürün tipleri için ortalama değerlerdir. Bu değerler aynı zamanda farklı biçimler için temel olarak kullanılabilir.

1.3.1.8 Destek enerjisi $Q_{h,ce,aux}$

Oda içerisindeki ısı transferini artırmak için kullanılan ve 1.3.1.2 ve 1.3.1.4 te ele alınmayan destek enerjisi eşitlik 1.3.6 ile hesaplanır.

$$Q_{h,ce,aux} = Q_C + Q_{V,P} \qquad 1.3.6$$

$Q_{h,ce,aux}$: Destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
Q_C : Kontrol sisteminin destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{V,P}$: Fanların ve yedek pompaların destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

Q_C ve $Q_{V,P}$ sırasıyla 1.3.7 ve 1.3.8 eşitlikleri kullanılarak belirlenecektir.

$$Q_C = \frac{P_C \cdot d_{mth} \cdot 24}{1000} \qquad 1.3.7$$

$$Q_{V,P} = \frac{(P_V \cdot n_V + P_P \cdot n_P) \cdot t_{h,rL}}{1000} \qquad 1.3.8$$

P_C : Destek enerjili kontrol sisteminin nominal elektrik güç tüketimi (Tablo 1.3.7 den veya ürün verilerinden), (W)
d_{mth} : Gün sayısı (ilgili aydaki)
n_V : Fan ünitelerinin adedi
n_P : Yedek pompaların adedi
P_V : Fanların nominal elektrik güç tüketimi (Tablo 1.3.8 den veya ürün verilerinden), (W)
P_P : Pompanın nominal elektrik güç tüketimi (üretici verilerinden), (W)

veya

$$P_P = 50 \cdot [\dot{Q}_{LH}]^{0{,}08} \qquad 1.3.9$$

$\dot{Q}_{LH}$: Isıtma serpantininin nominal elektrik güç tüketimi, (kW)

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)

Eğer ısıtma serpantininin hidrolik devresi ısı dağıtımında dikkate alınmayan yedek bir pompa (örneğin: enjeksiyon devresi) gereksinimi duyarsa hesaplarda sadece yedek pompanın nominal elektrik güç tüketimi kullanılabilir.

Fan ve/veya pompanın çalışma süreleri ısıtma sisteminin çalışma süresine eşit kabul edilebilir.

Tablo 1.3.7 - Kontrol sisteminin destek enerjisi için varsayılan değerleri

Parametreler		Güç W
Destek enerjisi ile kontrol P_C	Elektrikli kontrol - Motor aktüatörlü	0,1 (sürücü başına)
	Elektrikli kontrol - Termik aktüatörlü	1,0 (sürücü başına)
	Elektrikli kontrol – Manyetik aktüatörlü	1,0 (sürücü başına)

Tablo 1.3.8 - Yüksekliği h ≤ 4 m olan odalara hava üfleyen fanın destek enerjisi için varsayılan değerler

Parametreler		Güç W
Fan P_V	Fanlı konvektör	10
	Doğrudan elektrik ısıtmalı fanlı konvektör	10
	Depolama tankıyla ısıtma: dinamik boşaltmalı	12
	Depolama tankıyla ısıtma: sürekli dinamik boşaltmalı	12

Büyük kapalı mahallerde (h> 4 m) destek enerjisi - doğrudan ısıtmalı

Büyük kapalı mahallerde en önemli konu, kullanılacakları mahale kurulumu yapılan ısıtıcıların fonksiyonlarının ısı üretimi ve ısı kontrol ve yayılım alt sistemlerine kolayca ayrılamamasıdır. Bu gibi ısıtıcılara örnek gaz ve kızılötesi radyant ısıtıcılardır. Bu sistemlerin toplam destek enerjisi, ısıtıcıların kurulumunun yapıldığı mahalin ısı gereksinimi kadardır (bkz. tablo 1.3.9 en üst bölüm).

$$Q_{h,ce,aux} = \frac{P_{h,aux} \cdot t_{h,rL}}{1000} \qquad 1.3.10$$

Büyük kapalı mahallerdeki (h> 4 m) destek enerjisi - doğrudan ısıtmalı olmayan

Büyük kapalı mahallerde kullanılan ısıtma sistemleri merkezi ısı üreteci ve gerekli olduğu mahale ısı yayan ayrı bir üniteye sahipse, bu sistemlerin ısı yayılımı için sadece destek enerjisi mahalin ısı gereksinimi kadardır (bkz. tablo 1.3.9 en alt bölüm).

$$Q_{h,ce,aux} = \frac{P_{h,ce,aux} \cdot t_{h,rL}}{1000} \qquad 1.3.11$$

Eşitlik 1.3.10 ve 1.3.11'de;

$Q_{h,ce,aux}$: Aylık destek enerjisi (ısı yayılımı ve gerektiği takdirde eşitlik 1.3.11 e göre ısı üretimi), (kWh)

$P_{h,aux}$: Donanımın nominal elektrik güç tüketimi Tablo 1.3.9 dan veya ürün verilerinden (ısı üretimi ve ısı yayılımı), (W)

$P_{h,ce,aux}$: Donanımın nominal elektrik güç tüketimi Tablo 1.3.9 dan veya ürün verilerinden (ısı yayılımı), (W)

$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)

Kontrol sistemine sahip fanların çalışma süreleri ısıtma sistemi çalışma sürelerine eşit kabul edilebilir.

Tablo 1.3.9 da h > 4 m olan mahallerdeki fanların ve kontrol sisteminin destek enerjilerinin varsayılan değerleri belirtilmiştir.

Tablo 1.3.9 - Yüksekliği h > 4 m olan odalarda kontrol sistemi ve fanların destek enerjisi için varsayılan değerler (büyük kapalı mahaller)

Parametreler		Güç W
$P_{h,aux}$ Doğrudan alevli ısı üreteçleri (ısıtacağı ortamda)	Seramik radyant ısıtıcılar (kontrol ve ayarlama için)	25 (ünite başına)
	Borulu radyant ısıtıcılar, 50 kW a kadar (kontrol, ayarlama ve yanma havası dağıtımı için fan)	80 (ünite başına)
	Borulu radyant ısıtıcılar, 50 kW üzerindekiler (kontrol, ayarlama ve yanma havası dağıtımı için fan)	100 (ünite başına)
	Atmosferik brülörlü sıcak hava üreteçleri ve karışım havalı eksenel fanlı (kontrol, ayarlama ve yanma havası dağıtımı için fan)	$0{,}014 \cdot Q_{h,b}$
	Cebri brülörlü sıcak hava üreteçleri ve karışım havalı radyal fanlı (kontrol, ayarlama ve yanma havası dağıtımı için fan, sıcak hava dağıtımı için fan)	$0{,}022 \cdot Q_{h,b}$
$P_{h,ce,aux}$ Isı kontrol ve yayılım sistemi: Hava ısıtma	Isıtıcı serpantin ısıtacağı oda içerisinde ise (oda yüksekliği <8 m) (doğrudan alevli olmayan ısıtma serpantinli merkezi ısı üreteci)	$0{,}012 \cdot Q_{h,b}$
	Isıtma serpantini ısıtacağı oda içerisinde ise (oda yüksekliği >8 m) (Dolaylı alevli ısıtma bataryalı merkezi ısı üreteci)	$0{,}016 \cdot Q_{h,b}$
	Dikey yönde karışım fanı (oda yüksekliği <8 m)	$0{,}002 \cdot Q_{h,b}$
	Dikey yönde karışım fanı (oda yüksekliği >8 m)	$0{,}013 \cdot Q_{h,b}$

NOT: Tablo 1.3.9 da belirtilen güç gereksinimleri ortalama değerlerdir. Isı üreteci destek enerjisinin karakteristik değerleri, sadece 1.3.4.3.4 te dikkate alınmadığında kullanılır.
Yıllık harcama eşitlik 1.3.3 e göre belirlenir.

1.3.2 Isı dağıtımı ($Q_{h,d}$) – Merkezi sıcak sulu ısıtma boru sistemi

Merkezi sıcak sulu ısıtma tesisatındaki boru ısı kayıpları

Borulardan olan ısı kayıplarında aşağıdaki genel eşitlik kullanılır:

$$Q_{h,d} = \sum U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_i) \cdot L_i \cdot t_{h,rL,i} \qquad 1.3.12$$

U_i : Doğrusal (lineer) ısı transfer katsayısı, (W/m · K)
$\theta_{HK,m}$: Ortalama ısıtıcı akışkan sıcaklığı, (°C)
θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C)
L : Boru uzunluğu, (m)
$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)

Eğer bir HVAC sisteminin ısıtıcı serpantininin gereksinimi ısıtma sistemi tarafından sağlanıyorsa, dağıtım sistemi için ortalama akışkan sıcaklığı θ_{h*} ve çalışma süresi $t_{h*,op}$ Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den alınacaktır.
Eğer absorbsiyonlu soğutma grubunun ısı gereksinimi ısıtma sistemi tarafından sağlanıyorsa, dağıtım sistemi için ortalama akışkan sıcaklığı $\theta_{r,Nutz}$ ve çalışma süresi $t_{c,op}$ Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den alınacaktır.
Boruların geçtiği zonlardaki kayıplar ilgili zonun kontrolsüz ısı kazançlarına eşittir.

$$Q_{l,h,d,i} = Q_{h,d,i} \qquad 1.3.13$$

$Q_{l,h,d}$: Isı dağıtım sisteminden zona olan kontrolsüz ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,d}$: Isı dağıtım borularından olan ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler için sınır koşulları

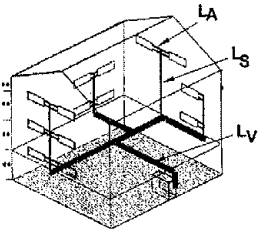
Eğer ayrıntılı ısıtma boru yerleşim planı yok ise, ısı kayıpları Tablo 1.3.10'daki değerler kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir. Boru dağıtım sisteminin V,S ve A olmak üzere üç farklı zondan oluştuğu varsayılır. Zon V ısı üretecinden ana besleme borularına kadar olan yatay ısı dağıtım borularından, zon S dikey ana besleme borularından ve zon A branşman borularından oluşmaktadır.

Sıcak sulu ısıtma sistemleri boru uzunluğu (bkz. Şekil 1.3.1)

L_V : Isı üreteci ve ana besleme boruları (kolon boruları) arasındaki boru bölümü. Bu yatay borular ısıtılmayan alanlardan geçebilir (bodrum veya tavan arası gibi) veya ısıtılan alanlardan da geçebilir (şap içi gibi)

L_S : Ana besleme boruları (kolon boruları) (dikey ve bazı durumlarda yatay). Bu borular ısıtılan alanlarda ya dış duvarda (dış dağıtım) ya da iç duvarda (iç dağıtım) yer almaktadır.

L_A : Branşman boruları : borular ısıtılan alanda kör tapa ile kapatılmış olabilir. Ana besleme boruları (kolon boruları) ile radyatörler arasındaki bağlantı.



Şekil 1.3.1 - Sıcak sulu ısıtma boru sistemindeki boruların gösterimi

Tablo 1.3.10 - Varsayılan değerler

Parametre	Sembol	Birim	Zon V	Zon S	Zon A
Ortam sıcaklığı	θ_i	°C	Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den		
Isıtma sezonu dışındaki ortam sıcaklığı (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den hiçbir değer hesaplanmamış ise)	θ_i	°C	22 °C		
Isıtma sezonundaki ortam sıcaklığı (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den hiçbir değer hesaplanmamış ise)	θ_i	°C	ısıtılmayan zondaki sıcaklık 13 °C ve ısıtılan zondaki sıcaklık 20 °C	ısıtılan zondaki sıcaklık 20 °C	
İki borulu ısıtma					
Dış ana gidiş boru uzunluğu	L	m	$2 \cdot L_G + 0{,}01625 \cdot L_G \cdot B_G^2$	$0{,}025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G$	$0{,}55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
İç ana gidiş boru uzunluğu	L	m	$2 \cdot L_G + 0{,}0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	$0{,}025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G$	$0{,}55 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
Bir borulu ısıtma					
İç ana gidiş boru uzunluğu	L	m	$2 \cdot L_G + 0{,}0325 \cdot L_G \cdot B_G + 6$	$0{,}025 \cdot L_G \cdot B_G \cdot h_G \cdot n_G + 2 \cdot (L_G + B_G) \cdot n_G$	$0{,}1 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$

*Bina/zon verileri ısıtılan zonlar için Net Enerji'den alınır.

Yukarıdaki tabloda;

L_G : Binanın boyu, (m)
B_G : Binanın genişliği, (m)
n_G : Isıtılan kat adedi
h_G : Kat yüksekliği, (m)

Eğer bina dikdörtgen şeklinde değilse, hesaplarda kullanılacak boru uzunlukları binayı dikdörtgenlere bölerek belirlenebilir, her dikdörtgendeki uzunluklar toplanır ve ortalama genişlik alınır. Hesaplanan değerler Tablo 1.3.10' daki eşitlikte yerine konulur.

Klima santrali besleme boruları

Merkezi olmayan klima santrallerindeki boru uzunlukları sıcak sulu ısıtma sistemindeki gibi hesaplanacaktır. Merkezi klima santralleri için boru sisteminin uzunluğu konumuna uygun olarak belirlenecektir.

Birden fazla zona ayrılmış binalarda boru sisteminin uzunluğunu belirleme

Eğer bir bina birçok zona ayrılmış ise, basitleştirmek için branşman ve besleme boru uzunlukları her zonun geometrik boyutlarından belirlenir. Ana dağıtım borularının uzunlukları tüm binanın geometrik boyutlarından belirlenir.
Alternatif olarak dağıtım sistemi tüm bina için hesaplanır ve ısı kayıpları zonlara alanları oranında dağıtılır.

Tablo 1.3.11 - Varsayılan ısı transfer katsayıları ((U_l), W/(m·K))

Binanın yaş sınıfı	Dağıtım	Dış ana gidiş boruları		İç ana gidiş boruları	
	V	S	A	S	A
1995 ve sonrası	0,200	0,255	0,255	0,255	0,255
1980 - 1995 arası	0,200	0,400	0,400	0,300	0,400
1980 e kadar	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Yalıtımsız boru					
$A_{NGF} \leq 200\ m^2$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$200 < A_{NGF} \leq 500\ m^2$	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
$A_{NGF} > 500\ m^2$	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Dış duvarda yer alan		toplam/kullanılabilir[a]			
Dış duvarda yer alan, yalıtımsız duvar		1,35/0,80			
Dış duvarda, dıştan yalıtımlı duvar		1,00/0,90			
Dış duvarda yer alan ($U = 0,4\ W/(m^2 \cdot K)$)		0,75/0,55			

[a] Toplam = toplam ısı çıktısı; kullanılabilir = mahalde kullanılabilir ısı çıktısı.

1.3.2.1 Merkezi sıcak sulu ısıtma boru sistemi destek enerjisi

Dolaşım için harcanan destek enerjisi – Elektrik enerjisi harcaması

Isıtma dolaşım pompalarını çalıştırmak için harcanan destek enerjisi, dağıtım sisteminin hidrolik gereksinimleri ve pompanın çalışma şeklini tanımlayan harcama faktörü esas alınarak hesaplanır.

$$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \qquad 1.3.14$$

$Q_{h,d,aux}$: Destek enerjisi harcaması (ilgili aydaki), (kWh)
$W_{h,d,hydr}$: Hidrolik enerjisi gereksinimi (ilgili aydaki), (kWh)
$e_{h,d,aux}$: Isı pompasının çalışması için harcama faktörü

Aralıklı çalışma için destek enerjisi eşitlik 1.3.22'den elde edilir.

Hidrolik enerji gereksinimi

Isıtma dağıtım sisteminin hidrolik enerji gereksinimi, tasarım noktasındaki hidrolik güç (P_{hydr}) ile birlikte ortalama dağıtım kısmi yük ($\beta_{h,d}$ ve t_h) değerinden elde edilir. f_{Sch} ve f_{Abgl} düzeltme faktörleri sistem tasarımı ile ilgili temel parametreleri de dikkate alır.
Entegre pompa yönetimi dolaşım pompasının çalışma süresini düşürürür. Bu, $f_{d,PM}$ faktörünün eşitlik 1.3.15'e konulmasıyla dikkate alınır.

$$W_{h,d,hydr} = \frac{P_{hydr}}{1000} \cdot \beta_{h,d} \cdot (t_h \cdot f_{d,PM}) \cdot f_{Sch} \cdot f_{Abgl} \qquad 1.3.15$$

P_{hydr} : Tasarım noktasındaki pompanın hidrolik gücü, (W)

$\beta_{h,d}$: Ortalama dağıtım kısmi yükü
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki), (h)
f_{Sch} : Hidrolik devreyi hesaba katan düzeltme faktörü
f_{Abgl} : Hidrolik dengelemeyi hesaba katan düzeltme faktörü
$f_{d,PM}$: Entegre pompa yönetimli ısı üreteçleri için düzeltme faktörü

- Entegre pompa yönetimi olmayan ısı üreteçleri için, $f_{d,PM} = 1$.
- Entegre pompa yönetimli ve dış hava sensörleri ile kazan sıcaklık kontrolü yapılan ısı üreteçleri için, $f_{d,PM} = 0{,}75$.
- Entegre pompa yönetimli ve iç hava sensörleri ile kazan sıcaklık kontrolü yapılan ısı üreteçleri için, $f_{d,PM} = 0{,}45$.

Tasarım noktasındaki pompanın hidrolik gücü

Pompanın tasarım noktasındaki hidrolik gücü:

$$P_{hydr} = 0{,}2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \qquad 1.3.16$$

$\dot{V}$: Tasarım noktasındaki hacimsel debi, (m^3/h)
Δp : Tasarım noktasındaki basınç düşümü, (kPa)

Tasarım noktasındaki hacimsel debi, ısıtma devresindeki tasarım ısıtma yükünden ($\dot{Q}_{h,max}$) ve tasarım sıcaklık farkından ($\Delta\theta_{HK}$) elde edilir.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{h,max}}{1{,}15 \cdot \Delta\theta_{HK}} \qquad 1.3.17$$

$\Delta\theta_{HK}$: Tasarım noktasındaki sıcaklık farkı, (K)

Tasarım noktasındaki basınç düşümü, boru sisteminin direnci (yerel kayıplar ile birlikte) ve ek direnç sağlayan bileşenler ile hesaplanır.

$$\Delta p = 0{,}13 \cdot L_{max} + 2 + \Delta p_{FBH} + \Delta p_{WE} \qquad 1.3.18$$

L_{max} : Maksimum boru uzunluğu, (m)
Δp_{FBH} : Döşemeden ısıtmanın basınç düşümü = 25kPa (eğer varsa)
Δp_{WE} : Isı üretecinin basınç düşümü, (kPa)

Ürün verileri mevcut değilse, o zaman

su içeriği < 0,15 l/kW olan ısı üreteçleri için;
$\dot{Q}_{h,max} < 35\ kW$ ise $\Delta p_{WE} = 20 \cdot \dot{V}^2$
$\dot{Q}_{h,max} \geq 35\ kW$ ise $\Delta p_{WE} = 80\ kPa$

su içeriği > 0,15 l/kW olan ısı üreteçleri için;
$\Delta p_{WE} = 1\ kPa$

Dikdörtgen şeklindeki bir binada maksimum boru uzunluğu, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] ye göre binanın veya zonun dış ölçülerinden yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L_G + \frac{B_G}{2} + n_G . h_G + l_d\right) \qquad 1.3.19$$

L_G : Binanın eşdeğer boyu, (m)
B_G : Binanın eşdeğer genişliği, (m)
n_G : Isıtılan kat adedi
h_G : Kat yüksekliği, (m)
l_d : 10 (iki borulu sistemlerde bağlantı parçaları için kabul edilmiş değer), (m)

$l_d = L + B$ (tek borulu sistemlerde bağlantı parçaları için kabul edilmiş değer), (m). 1.3.20

Kabul edilecek boru bölüm uzunlukları hesaplanırken 1.3.2 'de belirtilen sınır koşulları uygulanacaktır.

Düzeltme faktörleri:
Sistemin tipi (hidrolik devre) f_{Sch}

- İki borulu sistemlerde : $f_{Sch} = 1$
- Tek borulu sistemlerde : $f_{Sch} = 8{,}6 \cdot \overline{m} + 0{,}7$

$\overline{m}$: radyatörden geçen kütlesel debi yüzdesi, (%)

Hidrolik dengeleme f_{Abgl}

- Hidrolik olarak dengelemiş ısıtma dağıtım sisteminde : $f_{Abgl} = 1$
- Hidrolik olarak dengelenmemiş ısıtma dağıtım sisteminde : $f_{Abgl} = 1{,}1$

Harcama faktörü

Isı pompasının çalışma performansını değerlendirmek için, harcama faktörü ($e_{h,d,aux}$) eşitlik 1.3.21 kullanılarak hesaplanır. Harcama faktörü, pompanın verimi ve boyutundan aynı zamanda pompanın kısmi yük ve kontrol performansından ileri gelen yıllık elektrik enerjisi harcamasını düzenleyen temel parametreleri dikkate alır. Aylık bazda hesap yapılırken, basitleştirmek için $e_{h,d,aux}$ aylık değeri, $\beta_{h,d}$ aylık değeri kullanılarak hesaplanabilir.

$$e_{h,d,aux} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{h,d}{}^{-1}) \qquad 1.3.21$$

C_{P1} ve C_{P2} Tablo 1.3.12' den alınan sabitlerdir.

f_e, verimlilik faktörüdür ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$f_e = (1{,}25 + \left(\frac{200}{P_{hydr}}\right)^{0,5}) \cdot b$$ değerleri bilinmeyen pompa için

$$f_e = \frac{P_{pumpe}}{P_{hydr}}$$ değerleri bilinen pompa için

b, aşırı boyutlandırma faktörüdür ve aşağıdaki gibi belirlenir:

- gereksinimi karşılayacak şekilde tasarlanmış pompalar için, b = 1
- gereksinimi karşılayamayacak şekilde tasarlanmış pompalar için, b = 2

Mevcut pompalar için, pompa etiketi üzerinde yazan değer P_{pumpe} için yaklaşık değer olarak alınabilir.

Tablo 1.3.12 - Isı pompası harcama faktörünün hesaplanmasında kullanılan C_{P1} ve C_{P2} sabitleri

Pompa kontrolü	C_{P1}	C_{P2}
Kontrol yok	0,25	0,75
Basınç düşümü - Sabit (Δp_{const})	0,75	0,25
Basınç düşümü – Değişken ($\Delta p_{variable}$)	0,90	0,10

Aralıklı işletme

Pompa, sınırlı güçte tanımlanmış kullanım süresinin dışında işletildiğinde veya kapatıldığında aralıklı modda işletilmiş olur. Bu gibi durumlarda ısıtma dolaşım pompasının elektrik enerjisi harcaması aşağıdaki gibi belirlenir:

$$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot \frac{1{,}03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,rL})}{t_h} \qquad 1.3.22$$

$Q_{h,d,aux}$: Elektrik enerjisi harcaması (ilgili aydaki), (kWh)
$W_{h,d,hydr}$: Hidrolik enerji gereksinimi (ilgili aydaki), (kWh)
$e_{h,d,aux}$: Isı pompası çalışması için harcama faktörü
$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)
$f_{P,A}$: Pompa ekonomi modunu (set-back) / kapatmayı dikkate alan düzeltme faktörü
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki), (h)

Pompa ekonomi modunu (set-back) veya kapatmayı dikkate alan düzeltme faktörü aşağıda verilmiştir.

- ekonomi modunda (set-back);

$0 \leq f_{P,A} \leq 1$; varsayılan değer 0,6;

- kapatmada;

$f_{P,A} = 0$

Hesaplama yöntemindeki sapmalar

Bazı uygulamalarda, hesaplama yöntemindeki sapmalar dikkate alınacaktır.

- Tek borulu ısıtma

Toplam kütlesel debi yaklaşık olarak sabittir. Pompa yıl boyunca tasarım noktasında işletilmektedir. Ortalama hidrolik kısmi yük için $\beta_{h,d} = 1$ değeri uygulanır.

- Taşma vanaları

Taşma vanaları, ısı üretecinde minimum su dolaşımını sağlamak için veya bağlı yükte basınç düşümünü sınırlandırmak için kullanılır. Taşma vanasının işlevi sistem basınç kayıplarının etkileşiminden, pompa performans eğrisinden ve vananın tepki basıncından meydana gelmektedir. Ortalama hidrolik gereksinim üzerindeki etkiler eşitlik 1.3.23 yardımı ile tahmin edilebilir.

($\beta'_{h,d}$, ortalama kısmi yük tanımından)

$$\beta_{h,d} = \beta'_{h,d} + \left(1 - \beta'_{h,d}\right) \cdot \frac{\dot{V}_{min}}{\dot{V}} \qquad 1.3.23$$

$\dot{V}$: Tasarım hacimsel debisi, (m^3/h)
$\dot{V}_{min}$: Minimum hacimsel debi, (m^3/h)

1.3.3 Depolama

Isı kaybı

Isıtma devresi bir depolama tankı ile donatılmışsa (ısı üretecinin devreye girip çıkmasını en aza indirmek veya güneş enerjisini depolamak için), depolama kayıpları eşitlik 1.3.24 e göre hesaplanacaktır.

$$Q_{h,s} = f_{Verbindung} \cdot \frac{(\theta_{h,s} - \theta_i)}{45} \cdot d_{h,mth} \cdot q_{B,S} \qquad 1.3.24$$

$Q_{h,s}$: Depolama tankının ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$\theta_{h,s}$: Depolama tankının ortalama sıcaklığı, (°C)
θ_i : Ortalama ortam sıcaklığı, (°C) (bkz. Tablo 1.3.10)
$d_{h,mth}$: Isıtma günleri sayısı (ilgili aydaki)

$q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı, (kWh/d)

Isı üreteci ve depolama tankı aynı mahalde bulunduğunda, ısı üreteci ile depolama tankı arasındaki borulardan olan ısı kaybında $f_{Verbindung} = 1{,}2$ olarak alınacaktır. Ayrı mahalde bulunduklarında boru kayıpları madde 1.3.2 ye göre hesaplanacaktır.
Faktör 1,2 değeri ısı üreteci ile depolama tankı arasındaki borudan olan ek ısı kayıplarını kapsamaktadır. Tampon depolama tankının bekleme ısı kaybı ($q_{B,S}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2 [21] ye (depolama tankı ile deponun bulunduğu ortam arasındaki ortalama sıcaklık farkı 45 K olduğu durumda) göre ölçülecektir. Tampon depolama tankından olan aylık ısı kaybı ($Q_{h,s}$), ölçülen bekleme ısı kaybı, depolama tankının konumu ve ortalama ısıtma devresi sıcaklığı esas alınarak belirlenebilir.
Elektrikli merkezi depolu ısıtıcılar tampon depolama tankları gibi hesaplanacaktır. Bir ya da daha fazla depolu ısıtıcılardan olan bekleme ısı kayıpları fiilen kullanılan depolama tankı esas alınarak belirlenecektir. Varsayılan değerler, depolama kayıpları için belirtilmemiştir. Dağıtım ile kontrol ve yayılım ısıl kayıpları merkezi sıcak su ısıtma sistemindeki gibi hesaplanır.
Depolama tankı bir zonda yer alıyorsa, tanktan olan ısı kaybı mahalin kontrolsüz ısı kazancıdır.

$$Q_{l,h,s} = Q_{h,s} \qquad 1.3.25$$

$Q_{l,h,s}$: Depolama tankından zona olan kontrolsüz ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,s}$: Depolama tankından olan ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Depolama tankının bekleme ısı kaybı ($q_{B,S}$) bilinmiyorsa (örn. Metodoloji Kısım I Bölüm 2 [21] de belirtildiği gibi ölçülmemiştir) depolamadan dolayı olan ısıl kayıpların hesaplanması eşitlik 1.3.26 kullanılarak belirlenebilir.

$$q_{B,S} = 0{,}4 + 0{,}14 \cdot V^{0,5} \qquad 1.3.26$$

$q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı, (kWh/d)
V : Depolama tankının nominal kapasitesi, (l)

Isı pompası ile birlikte işletme durumunda, bekleme ısı kaybını ($q_{B,S}$) belirlemek için gerekli depolama tankı nominal kapasitesi $V = 9{,}5 \cdot \dot{Q}_N$ olarak tahmin edilebilir. Biyokütleli yakma sistemi ile birlikte işletilen depolama tankı hacmi, $\theta_{h,s} = 85°C$ ortalama sıcaklığında $V = 50 \cdot \dot{Q}_N$ olarak alınabilir.
Tampon depolama tankının kapasitesi 1500 l'yi aşarsa, o zaman depolama ayrı ayrı depolama tanklarını kapsayacaktır. Bu durumda en az 1500 l'lik bir depolama tankı ve kalan kapasiteyi karşılayacak başka bir depolama tankının olduğu varsayılacaktır. Bu durumda her depolama tankı için depolama ısıl kayıpları hesaplanır ve toplanır.

Tampon depolama tankı doldurulması için destek enerji

Tampon depolama tankı için ayrı bir sirkülasyon pompası gerekiyorsa, o zaman destek enerjisi eşitlik 1.3.27 kullanılarak belirlenecektir.

$$Q_{h,s,aux} = \frac{P_{pumpe} \cdot t_p}{1000} \qquad 1.3.27$$

$Q_{h,s,aux}$: Pompanın destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
P_{pumpe} : Pompanın nominal güç tüketimi (tasarım verilerinden veya eşitlik 1.3.28 den), (W)
t_p : Pompanın işletme dönemi (ilgili aydaki), (h)

Pompa gücü biliniyorsa tampon depolama tankının işletmesi için destek enerjisi hesaplanabilir. Bu değer örneğin seçilmiş belirli bir pompa esas alınarak belirtilebilir. Tampon depolama tankı pompasının işletme dönemi, ısı üreteci ile aynı zamanda işletiliyorsa $t_p = \beta_{h,s} \cdot 24 \cdot d_{h,mth}$ ile bulunur.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Pompa gücü bilinmiyorsa, eşitlik 1.3.28 kullanılarak kabaca hesaplanabilir. Ayrıca pompanın ısı üreteciyle aynı zamanda çalıştığı kabul edilecektir.

$$P_{pumpe} = 40 + 0{,}03 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \qquad 1.3.28$$

P_{pumpe} : Pompanın nominal güç tüketimi, (W)
L_G : Bina eşdeğer boyu, (m)
B_G : Bina eşdeğer genişliği, (m)
n_G : Isıtılan kat adedi

1.3.4 Isı üreteci

Metodolojinin diğer bölümlerinden (örn. HVAC sistemleri için Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] ye göre) tek başına ısı üretimi için ek gereksinimler varsa bunlarda dikkate alınmalıdır. İstenilen sıcaklık klasik ısıtma sistemlerinin sıcaklıklarından daha yüksekse bu da dikkate alınmalıdır.
Diğer taraftan metodolojinin diğer bölümlerinden (örn. egzoz havası ısı pompası bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 3 veya Metodoloji Kısım III Bölüm 2) ısıtma sistemine ısı veriliyorsa, o zaman ısı üretimi gereksinimleri hesaplanırken bunlarda dikkate alınır.
Geri kalan enerji ihtiyacı ek ısı üreteci (örn. kazan) tarafından karşılanır.

$$Q^*_{h,outg} = Q_{h,outg} - Q_{h,sol} - Q_{rv,h,outg} \qquad 1.3.29$$

$Q^*_{h,outg}$: Ek ısı üretecinin ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg}$: Isıtma dağıtım sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg}$: Mahal ısıtması için konut havalandırma sisteminin üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,sol}$: Mahal ısıtması için güneş enerjisi sisteminin enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)

Bundan sonraki hesaplarda $Q^*_{h,outg}$, $Q_{h,outg}$ yerine kullanılacaktır.
Birkaç ısı üreteci kullanılırsa, enerji üretimi için kullanıldığı sırayla hesaplanacaktır.
Aynı ısı üreteci mahal ısıtması ve kullanım sıcak suyu için kullanılıyorsa, o zaman bundan sonraki hesaplarda, Metodoloji Kısım III Bölüm 4'e göre kullanım sıcak suyu ısıtması amacıyla üretecin işletildiği süreler ısıtma sürelerinden çıkartılacaktır.
Mahal ısıtması, kullanım sıcak suyu ısıtması, konut havalandırması ve HVAC için bina veya bina zonlarının maksimum gerekli ısı üreteç çıktısı, parallel çalışma durumundaki gerekli tüm yüklerin toplamı veya öncelikli işletmedeki en büyük yüktür.

$$\dot{Q}_{N,max} = \max\left(\sum \dot{Q}_{N,gl}, \dot{Q}_{Vorrang}\right) \qquad 1.3.30$$

Aşağıdaki maddeler mahal ısıtma sistemi ile ilgilidir. Aksi belirtilmedikçe, diğer alt sistemler için hesaplar karlılaştırma ile yapılacaktır.

1.3.4.1 Kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtma sistemlerini destekleyen güneş enerjisi sistemleri (birleşik sistemler)

Enerji ihtiyacını karşılamada güneş enerjisi sistemlerinin katkısının hesapları (birleşik sistemler), kabul edilmiş teknik kurallara veya kabul edilmiş simülasyon programlarından elde edilen sonuçlara göre yapılacaktır.
Güneş enerjisi sistemi ikili (bivalent) mahal ısıtma sistemiyle (örn. elektrikli ısıtma çubuğu ile ısı pompasının kullanılması) birleştirilmişse, ısı pompası veya ısıtma çubuğu göz önüne alındığında bu da dikkate alınacaktır.

1.3.4.1.1 Enerji ihtiyacının birleşik güneş enerjisi sistemleri tarafından karşılanması

Birleşik sistemin toplam güneş enerjisi katkısı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{K,sol} = Q_{w,sol} + Q_{h,sol} \qquad 1.3.31$$

$Q_{w,sol}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için güneş enerjisi sisteminin enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{h,sol}$: Mahal ısıtması için güneş enerjisi sisteminin enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)

Kullanım sıcak suyu ısıtması için birleşik sistemin enerji katkısı, Metodoloji Kısım III Bölüm 4 te belirtildiği gibi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_{w,sol} = Q_{K,sol} \cdot f_{K,w} \qquad 1.3.32$$

$f_{K,w}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için birleşik sistem tarafından sağlanan enerji kısmı
Mahal ısıtması için birleşik sistemin enerji katkısı ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_{h,sol} = Q_{K,sol} \cdot (1 - f_{K,w}) \qquad 1.3.33$$

1.3.4.1.2 Birleşik sistemlerin güneş enerjisi katkısı

Bu dokümanda ele alınan birleşik sistemler, birleşik depolama tankı veya bir güneş enerjisi tampon depolama tankı ve kullanım sıcak suyu depolama tankından (çift depolu sistem) oluşmaktadır. Sıcak su depolama tankı, sıcak su ısıtması için kullanılan küçük güneş enerjisi sistemleri ile aynı düzenlemeyi kullanır. Birleşik depolama tankı kullanıldığında, kullanım sıcak suyu ısıtması ya anlık yönteme göre ya da birleşik depolama tankı içine yerleştirilen küçük bir tank vasıtasıyla (tank içinde tank esasına) yapılır. Güneş tampon depolama tankı ya da birleşik depolama tankının güneş enerjisinin desteklediği kısmı, güneş sistemi tarafından sağlanan enerjinin depolanması için kullanılır. Aşağıda anlatılan yöntem, sadece ısı depolamada kayda değer yıllık değişimlere sahip olmayan birleşik sistemlerin hesaplanması için uygundur.

Gerekli parametreler

Birleşik sistemin enerji katkısını belirlemek için aşağıdaki parametrelerin bilinmesi gereklidir.

- kullanım sıcak suyu ısıtması için gerekli toplam yıllık ısı ($Q_{w,outg,a}$) aylık değerlerin toplanmasından elde edilir (kWh)
- kolektör (TS EN 12975-2'ye göre belirlenmiş ürün verileri; varsayılan değerler için Metodoloji Kısım III Bölüm 4 e bakınız (eski sistemler de dahil))

  - A_C : Kolektör yüzey alanı, (m^2)
  - η_0 : Dönüşüm faktörü
  - k_1 : Isı kayıp katsayısı, ($W/m^2\ K$)
  - k_2 : Isı kayıp katsayısı ($W/m^2\ K^2$)
  - IAM (50°) : θ= 50° ışınım geliş açısını dikkate alan geliş açısı dönüştürücüsü
  - c : Etkin ısı kapasitesi, ($kJ/\ m^2K$)

- kolektörün eğimi ve doğrultusu (varsayılan değerler için Metodoloji Kısım III Bölüm 4 e bakınız (eski sistemler de dahil))
  - eğim açısı β ($\beta = 0°$ yatay durumda);
  - güneyden sapma açısı γ ($\gamma = -90°$ doğu).

Konutlar için birleşik sistemlerin kolektör yüzey alanı varsayılan değeri, sıcak sulu sistemlerin kolektör yüzey alanının iki katıdır (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 4). Konut dışı yapılarda kolektörlerin yüzey alanları için varsayılan değerler birleşik sistemler için belirtilmemiştir; bu durumda, proje değerleri kullanılacaktır.

- depolama tankı (ürün verileri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2 [21] veya TS EN 12977-3'e göre belirlenir; eski sistemler de dahil olmak üzere varsayılan değerler için 1.3.3'e bakınız).

  - V_{sto} : Toplam depolama hacmi, (l)
  - $(UA)_s$: Depolama tankının birim sıcaklık farkı için ısı kaybı, (W/K)
  - $(UA)_s^*$: Özgül ısı kaybı, (W/K · l)

- mahal ısıtması için gerekli yıllık toplam ısı ($Q_{h,outg,a}$) aylık değerlerin toplanmasından elde edilir, (kWh)
- kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtması için toplam ısı yükü:

$$Q_{W,ges} = Q_{w,outg} + Q_{h,outg}$$

- güneş yük oranı, (m^2/kWh)

$$slr = \frac{A_C}{Q_{W,ges}} \qquad 1.3.34$$

- mahal ısıtma devresindeki sıcaklık seviyesi (θ_h), (°C)
- depolama tankı (ürün verileri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2 [21] veya TS EN 12977-3'e göre belirlenir; varsayılan değerler için Metodoloji Kısım III Bölüm 4 e bakınız (eski sistemlerde dahil))

Isıl kayıp değerlerinin dönüşümü için, aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$(UA)_s = q_{B,S} \cdot \frac{1000 \cdot 24h}{45\,K} \qquad 1.3.35$$

$(UA)_s$: Depolama tankının birim sıcaklık farkı için ısı kaybı, (W/K)
$q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı, (kWh/d)

Birleşik sistem kullanım sıcak suyu depolama tankı ve güneş enerjisi tampon depolama tankından oluşuyorsa, depolama tanklarının birim sıcaklık farkı için toplam ısı kaybı,

$$(UA)_s^* = \frac{(UA)_{s,dhw} + (UA)_{s,sol}}{V_{dhw,sto} + V_{sto}} \qquad 1.3.36$$

ile hesaplanır.

$(UA)_s^*$: Toplam özgül ısı kaybı, (W/K · l)
$(UA)_{s,dhw}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının birim sıcaklık farkı için ısı kaybı, (W/K)
$(UA)_{s,sol}$: Güneş enerjisi tampon depolama tankı veya birleşik depolama tankının birim sıcaklık farkı için ısı kaybı, (W/K)
$V_{dhw,sto}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının toplam hacmi, (l)
V_{sto} : Toplam depolama tankı hacmi, (l)

Birleşik system, birleşik depolama tankından oluşuyorsa, birleşik depolama tankının birim sıcaklık farkı için toplam ısı kaybı,

$$(UA)_s^* = \frac{(UA)_s}{V_{sto}} \qquad 1.3.37$$

ile hesaplanır.

- referans sistemin güneş enerjisi tampon depolama tankı hacmi

$$V_{sol,ref} = A_C \cdot 70\,l/m^2 \qquad 1.3.38$$

$V_{sol,ref}$: Referans sistemin güneş enerjisi tampon depolama tankı hacmi, (l)
A_C : Kolektör yüzey alanı, (m^2)
70 : Faktör, (l/m^2)

- kullanım sıcak suyu ısıl yükünün toplam ısıl yüke oranı ($f_{K,w}$)

$$f_{K,w} = \frac{Q_{w,outg}}{Q_{W,ges}} = \frac{Q_{w,outg}}{Q_{h,outg} + Q_{w,outg}} \qquad 1.3.39$$

1.3.4.1.3 Birleşik sistemlerin hesaplama yöntemi

Güneş enerjisi sisteminin aylık enerji katkısı, yıllık girdinin aylara dağıtılmasıyla eşitlik 1.3.40 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{K,sol} = f_M \cdot Q_{K,sol,a} \qquad 1.3.40$$

$Q_{K,sol,a}$: Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)
$Q_{K,sol}$: Güneş enerjisi sisteminin enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)
f_M : Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısını ilgili aylara dağıtımını sağlayan faktör

Güneş enerjisi sisteminin yıllık enerji katkısının aylara göre dağıtımını veren referans tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1.3.13 - Yıllık güneş enerjisi katkısının aylara dağıtımını sağlayan faktör

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 sistemin yıllık enerji katkısı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{K,sol,a} = Q_{sys} \cdot f_{NA} \cdot f_{slr} \cdot f_{s,loss} \cdot f_{h,T} \qquad 1.3.41$$

$Q_{K,sol,a}$: Birleşik sistemin yıllık enerji katkısı, (kWh)
Q_{sys} : Referans koşullar için birleşik sistemin yıllık enerji katkısı, (kWh)
f_{NA} : Eğim ve doğrultuyu dikkate alan düzeltme faktörü (yatay ve azimut açıları)
f_{slr} : Güneş yükü oranını dikkate alan düzeltme faktörü
$f_{s,loss}$: Depolama tankı veya tanklarının ısı kayıp miktarlarını dikkate alan düzeltme faktörü
$f_{h,T}$: Mahal ısıtmasının sıcaklık seviyesini dikkate alan düzeltme faktörü

1.3.4.1.3.1 Birleşik sistemlerin yıllık enerji katkısının bir referans sisteme göre belirlenmesi (Q_{sys})

Q_{sys} (kWh) (yıl başına), aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{sys} = (199 \cdot \eta_0 - 16{,}3 \cdot k_1 - 504 \cdot k_2 + 133 \cdot IAM(50°) - 0{,}590 \cdot c - 23{,}5) \cdot A_c \qquad 1.3.42$$

1.3.4.1.3.2 Eğim ve doğrultuyu dikkate alan düzeltme faktörünün (f_{NA}) belirlenmesi

Kolektör alanının eğim ve doğrultusunu hesaba katan düzeltme faktörü (f_{NA}), Tablo 1.3.14' ten alınabilir.

Tablo 1.3.14 - Eğim ve doğrultu için düzeltme faktörü

		Güney doğrultudan sapma açısı								
		Doğu: $\gamma = -90°$				Batı: $\gamma = +90°$				
		$-90°$	$-60°$	$-40°$	$-20°$	$0°$	$20°$	$40°$	$60°$	$90°$
Eğim	$0°$	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

1.3.4.1.3.3 Güneş yükü oranını dikkate alan düzeltme faktörünün (f_{slr}) belirlenmesi

Güneş yükü oranını (f_{slr}) dikkate alan düzeltme faktörü, $f_{K,w}$ ve slr nin fonksiyonu olarak Tablo 1.3.15' den alınabilir.

Tablo 1.3.15 - Güneş yükü oranı için düzeltme faktörü (f_{slr})

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
0,00050	1,312	1,466	1,634	1,852
0,00075	1,162	1,300	1,446	1,642
0,00100	1,056	1,182	1,312	1,492
0,00125	0,973	1,091	1,208	1,376
0,00150	0,906	1,016	1,124	1,281
0,00175	0,849	0,953	1,052	1,021
0,00200	0,799	0,898	0,990	1,132
0,00250	0,717	0,807	0,886	1,016
0,00300	0,649	0,732	0,801	0,921
0,00350	0,592	0,669	0,730	0,841
0,00400	0,543	0,614	0,667	0,771
0,00450	0,499	0,566	0,613	0,710
0,00500	0,460	0,522	0,564	0,655

1.3.4.1.3.4 Depolama tankı veya tanklarının ısı kayıp miktarlarını dikkate alan düzeltme faktörünün belirlenmesi ($f_{s,loss}$)

Gerçek sistemin anlık özgül ısı kaybı bütünüyle referans sistemin anlık özgül ısı kaybına bağlı olacaktır.

$$R_{s,loss} = \frac{(UA)_s^*}{\dfrac{0,0447 \cdot \sqrt{Q_{w,outg}} + 0,14 \cdot \sqrt{V_{sol,ref}}}{0,10187 \cdot Q_{w,outg} + V_{sol,ref}}} \qquad 1.3.43$$

$(UA)_s^*$: Toplam özgül ısı kaybı, (W/K · l)

$V_{sol,ref}$: Referans sistemin güneş enerjisi tampon depolama tankının hacmi, (l) (bkz. Denklem 1.3.38)

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için toplam yıllık ısı gereksinimi, (kWh)

Depolama tankı veya tanklarının ısı kayıp miktarlarını dikkate alan düzeltme faktörü ($f_{s,loss}$), $R_{s,loss}$ un bir fonksiyonu olarak Tablo 1.3.16'dan belirlenebilir.

Tablo 1.3.16 - Depolama tankı veya tanklarının ısı kayıp miktarları için düzeltme faktörü ($f_{s,loss}$)

$R_{s,loss}$	0,250	0,500	0,750	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000
$f_{s,loss}$	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 eşitlikte kullanılabilir.

$$f_{s,loss} = 1,07 - 0,07 \cdot R_{s,loss} \qquad 1.3.44$$

1.3.4.1.3.5 Mahal ısıtmasının sıcaklık seviyesini (tasarım noktasında) dikkate alan düzeltme faktörünün belirlenmesi ($f_{h,T}$)

Mahal ısıtmasının sıcaklık seviyesini dikkate alan düzeltme faktörü ($f_{h,T}$), slr ve θ_h ın fonksiyonu olarak Tablo 1.3.17'den alınabilir.

Tablo 1.3.17 - Mahal ısıtmasının sıcaklık seviyesi için düzeltme faktörü ($f_{h,T}$)

θ_h °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	1,017	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
0	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

1.3.4.1.3.6 Kullanım sıcak suyu ısıtması için kullanılan birleşik sistemin enerji oranı ($f_{K,w}$)

Kullanım sıcak suyu ısıtması için birleşik sistem tarafından gelen enerji oranı $f_{K,w}$ ve slr 'nin fonksiyonu olarak Tablo 1.3.18'den alınabilir.

Tablo 1.3.18 - Kullanım sıcak suyu ısıtması için kullanılan birleşik sistemin 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
0,00050	0,390	0,602	0,732	0,859
0,00075	0,323	0,518	0,645	0,803
0,00100	0,283	0,465	0,589	0,764
0,00125	0,255	0,428	0,550	0,734
0,00150	0,234	0,399	0,519	0,709
0,00175	0,218	0,377	0,495	0,688
0,00200	0,205	0,359	0,475	0,670
0,00250	0,184	0,330	0,443	0,640
0,00300	0,169	0,308	0,418	0,615
0,00350	0,158	0,291	0,399	0,594
0,00400	0,148	0,277	0,382	0,576
0,00450	0,140	0,265	0,369	0,560
0,00500	0,133	0,255	0,357	0,545

1.3.4.1.4 Büyük birleşik sistemlerin hesaplama yöntemi

Büyük birleşik sistemlerin enerji katkısı birçok işletme parametresine bağlıdır. Uzun süreli ısı depolama bu sistemlere bağlanmışsa bu özel bir durumdur. Uzun süreli ısı depolamalı büyük birleşik sistemlerin enerji katkısının hesabı bu dokümanda verilen hesaplama yöntemleriyle mümkün değildir.
Mahal ısıtma yüküne (örn. $f_{K,w} > 0,75$) küçük katkı sağlayan ve düşük güneş yükü oranlarında (örn. $slr < 0,0015\ m^2/kWh$ işletilen büyük birleşik sistemlerin enerji katkısı, bu dokümanda "kullanım sıcak suyu ısıtmasında kullanılan büyük güneş enerjili sistemler" bölümde açıklanan yöntem ile yaklaşık olarak hesaplanabilir.
Güneş enerji sistemleri için bu dokümanda herhangi bir hesap yöntemi tanımlanmadığı durumda simülasyon programları yardımıyla enerji katkısı belirlenebilir.

1.3.4.1.5 Güneş enerjisi sistemindeki pompanın çalışması için gereken destek enerji

Güneş enerjisi sisteminin parametreleri belirlendikten sonra, güneş enerjisi sistemindeki pompanın yüzey alanıyla ilişkili destek enerjisi eşitlik 1.3.45 kullanılarak hesaplanacaktır.

$$Q_{h,g,aux} = \frac{P_{P,sol} \cdot t_{P,sol}}{1000} \qquad 1.3.45$$

$Q_{h,g,aux}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın yüzey alanıyla ilişkili destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$P_{P,sol}$: Güneş enerjisi sitemindeki pompanın nominal güç tüketimi, (W)
$t_{P,sol}$: Güneş enerjisi sistemindeki pompanın ısıtma için çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Tasarım hesaplarının bulunmamasından dolayı yukarıda bahsedilen parametreler bilinmiyorsa, güneş enerjisi sistemindeki pompanın destek enerjisi aşağıdaki sınır koşulları kullanılarak tahmin edilebilir.
Güneş enerjisi sistemindeki pompanın destek enerjisi: $Q_{h,g,aux} = 0{,}05 \cdot Q_{h,sol}$ (kWh) (aylık)

1.3.4.2 Isı pompaları

Aşağıda tanımlanan hesaplama yönteminde, ısı pompasının enerji tüketimine ve yıllık performans faktörü üzerine etki eden fiziksel faktörlerde dikkate alınır.

- ısı pompasının tipi (hava-su, salamura-su, su-su ve hava-hava)
- sistem yapılandırmaları (kullanım sıcak suyu ısıtması ve işletme modu)
- kullanım sıcak suyu ve ısıtma sistemlerine olan üreteç ısı çıktısı
- ısı pompasının performans katsayısına (COP) ve gücüne ısı kaynağındaki ve ısı kuyusundaki sıcaklık dalgalanmalarının etkileri
- kısmi yükte işletmenin etkisi (çevrim kayıpları)
- test düzeneği koşullarında dikkate alınmayan ısı pompasının işletmesi için gerekli destek enerji
- kurulumu yapılan depolama tanklarından dolayı olan sistem kayıplar.

Bu giriş verileri esas alınarak aşağıdaki çıktılar hesaplanır.

- üreteç ısı çıktısını sağlamak için gerekli enerji (elektrik gücü veya yakıt, $Q_{h,f}$)
- ısı pompasının toplam ısıl kayıpları ($Q_{h,g}$)
- ısı pompasının işletilmesi için gerekli destek enerji ($Q_{h,g,aux}$)
- ısı pompasının geri kazanılabilir toplam ısıl kayıpları ($k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux}$)

İçten yanmalı motorla tahrik edilen ısı pompalarında tahrik esnasındaki kayıplar sisteme yerleştirilmiş bir ısı değiştirici vasıtasıyla tekrar kazanılabilir. $Q_{rd,mot,g}$, soğutma sisteminden ve egzoz gazlarından geri kazanılacak ısı için sisteminin tasarımına ve verimine bağlı ısı pompasının karakteristiğidir.
Ürün verisinin olmaması halinde, motoru uygun şekilde soğutmalı gaz motoruyla tahrik edilen ısı pompası için varsayılan değer olarak $p_{rd,mot} = 0{,}4$ alınabilir. Tüm diğer ısı pompaları için, ürün verisinin bulunmaması halinde $p_{rd,mot} = 0$ alınabilir.

$$p_{rd,mot} = \frac{Q_{rd,mot,g}}{Q_{h,f}} \qquad 1.3.46$$

$p_{rd,mot}$: Üretece verilen geri kazanılmış yakıt girdisinin oranı
$Q_{rd,mot,g}$: Motordan geri kazanılan enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,f}$: Üreteç için kullanılan enerji (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.2.1 Hesaplama esasları

Hesaplar, aşağıda açıklanan aylık yönteme göre veya kabul edilmiş hesaplama programı kullanılarak yapılabilir. Bu dokümanda herhangi bir hesaplama yöntemi tanımlanmamışsa, enerji katkısı simülasyon programları yardımıyla belirlenebilir.
Isı pompasının enerji performansı hangi şartlar altında kullanıldığına bağlı olarak çok değişiklik göstermektedir. Özellikle ısı kaynağının ve ısı kuyusunun sıcaklığına doğrudan bağlıdır. Isı kaynağının (örn. dış hava) sıcaklığı herhangi bir ay içinde bile oldukça değişim göstermektedir. Isı pompalarının enerji verimliliğinin değerlendirilmesinde herhangi bir ay için tek adımda hesaplamanın yerine ilgili ay için ısı kaynağındaki sıcaklık dalgalanmaları dikkate alınarak hesap yapılması gerekmektedir.

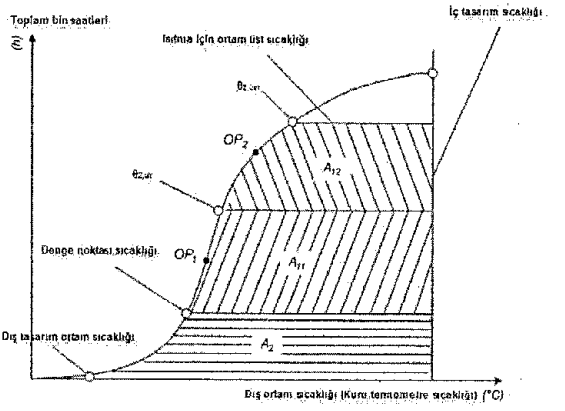
Isı kaynağı dış hava olan ısı pompaları

Isı kaynağı dış hava olan ısı pompalarının hesaplanması yöntemi dış hava sıcaklık dağılımının değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bir ay içinde belirli bir dış hava sıcaklığının ortaya çıkma frekansı 1 K aralıklar için verilir.
Isı pompasının performans katsayısı ve ısıtma kapasitesinin ölçümleri genellikle sadece belli sıcaklık kombinasyonları için mümkündür. Bu nedenle, dış hava sıcaklığının dağılım frekansı sıcaklık sınıflarına (bins) bölünür. Her sıcaklık sınıfı (bin) bir üst sıcaklık değeri θ_{upper} ve bir alt sıcaklık değeri θ_{lower} ile sınırlandırılmıştır. Her sıcaklık sınıfında (bin) ısı pompasının tasarım işletme koşulları her sıcaklık sınıfının merkezindeki işletme noktaları ile tanımlanır.

İşletme noktaları, TS EN 14511 (tüm bölümleri) de belirtilen test koşullarından üretildiği gibi seçilir. İki sıcaklık sınıfı (bins) arasındaki sıcaklık sınırları yaklaşık olarak iki işletme noktası arasının merkezi seçilir ve tam sayıya yuvarlanır.
Her sıcaklık sınıfı (bins) için ısı pompasının ısı çıktısı ve performans katsayısı (COP), TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre test düzeneği ölçümleri esas alınarak değerlendirilir. Her test noktasında ısı pompasının ısı çıktısı ve performans katsayısı (COP),

- kaynak sıcaklığı
- dağıtım borularındaki sıcaklıklar
- ısı pompası yükü

dikkate alınarak ayarlanır.
Isı pompası tarafından sağlanan ısı ve gerekli üreteç ısı çıktısı arasındaki fark ikinci bir üreteç tarafından sağlanması gerekebilir. Isı pompası çalışması ilişkili kayıplar her sıcaklık sınıfı (bin) için hesaplanır.
Bir hesaplama dönemi için (ay) toplam sonuçlar, her sıcaklık sınıfı (bin) sonuçlarından elde edilir. Her sıcaklık sınıfı (bin) ağırlıklandırılır.



Şekil 1.3.2 - Dış hava sıcaklığına göre toplam bin saatlerinin dağılımı

Sıcaklık sınıflarındaki (bins) üreteç ısı çıktısı

Bir aydaki üreteç ısı çıktısı bir ağırlık faktörü (w_i) kullanılarak her sıcaklık sınıfı (bin) (i) üzerine dağıtılır.

$$Q_{h,outg,i} = Q_{h,outg} \cdot w_i \qquad 1.3.47$$

Ağırlık faktörleri eşitlik 1.3.48 vasıtasıyla hesaplanır.

$$w_i = \frac{HDH_{\theta_{upper}} - HDH_{\theta_{lower}}}{HDH_t} \qquad 1.3.48$$

w_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'nin ağırlık faktörü
HDH_t : Mahal ısıtması için ortamın üst sıcaklık sınırına kadar olan ısıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)
$HDH_{\theta_{upper}}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'nin üst sınırındaki sıcaklığa kadar olan ısıtma derece saatleri (heating degree hours), (Kh)
$HDH_{\theta_{lower}}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'nin alt sınırındaki sıcaklığa kadar olan ısıtma derece saatleri (heating degree hours), (Kh)

Aşağıda verilen varsayılan değerler mahal ısıtması için üst ortam sıcaklık sınır değeri bilinmiyorsa kullanılabilir.

- pasif enerji evleri için 10°C
- normal iç sıcaklığı olan ve EnEV 2002/2004 standardının gereklerini sağlayan binalar için 12°C
- tüm diğer binalar için 15°C

θ_x sıcaklığına kadar olan ısıtma derece saatleri eşitlik 1.3.49 vasıtasıyla belirlenir.

$$HDH(\theta_x) = \sum_{\theta=\theta_{min}}^{\theta_x} n_\theta \cdot (\theta_i - \theta) \qquad 1.3.49$$

θ_{min} : İlgili iklim verilerinden alınan minimum dış hava sıcaklığı, (°C)
θ_x : Isıtma derece saatleri sıcaklık sınırı (mahal ısıtması için bu değer ortamın üst sıcaklık sınırından daha yüksek olmayacaktır), (°C)
θ_i : İç ortam ayar sıcaklığı, (°C)
n_θ : θ_x sıcaklığının bir ay içinde ortaya çıkma saat sayısı, (h) (Tablo 1.3.19)

Basitleştirmek için $\theta_i = 20°C$ alınır.

İstanbul için değişik dış hava sıcaklıklarının ortaya çıkma saat sayıları tablo 1.3.19 da verilmiştir. Diğer yerler için ilgili test referans yılları kullanılabilir.

Aşağıdaki yöntem ısı kaynağı dış havadan farklı olan ısı pompaları için kullanılacaktır.

Sabit kaynak sıcaklıkları için;

- Kaynak olarak toprak : 0°C sıcaklık sınıfı (bin) 1 ağırlık faktörüne sahiptir.
- Kaynak olarak yeraltı suyu : 10°C sıcaklık sınıfı (bin) 1 ağırlık faktörüne sahiptir.
- Kaynak olarak ortamdan çekilen hava : 20°C sıcaklık sınıfı (bin) 1 ağırlık faktörüne sahiptir.

Not: Konutlar için ortamdan çekilen havayı kullanan ısı pompaları Metodoloji Kısım III Bölüm 3 de ele alınır. Metodoloji Kısım III Bölüm 3 de üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg}$), gerekli ısı pompası için ek hesaplama olmadan Metodoloji Kısım III Bölüm 1 deki takip eden hesaplamalar için hesaplanır.

Ortamdan çekilen havayı kullanan ısı geri kazanımlı ısı pompaları: Isı geri kazanımından dolayı sıcaklıktaki düşüş dikkate alınır. Isı geri kazanımı egzoz havalı ısı pompasının girişine yerleştirilen üniteler için egzoz havası sıcaklığı söz konusu ısı geri kazanım veriminden ve odanın tasarım sıcaklığından her sıcaklık sınıfı (bin) için her ay için hesaplanır (hiçbir çıkarma olmadan TS EN 308 standarTSdan alınan egzoz havası verimi).
Kabul edilmiş teknik kurallara göre belirlenmiş ısı değiştirici verimi, maksimum olası sıcaklık artışı ile ilişkili besleme havası sıcaklık artışını karakterize eder. Isı değiştiricisinin (WÜT) işletme karakteristiklerinin yanında, elektrik donanımlarından (örn. fanlar, kontroller) yayılan ısı da ısı değiştirici verimini etkiler. Kaçak kayıpları maksimum izin verilebilir sınırlar içerisinde olacaktır ve donanımın yüzeyinden olan ısıl kayıplar da dikkate alınır. Ek olarak, karlanma (frost) sırasında çalışan havalandırma ünitelerinin performansı, havalandırma sistemi kabul edilmiş teknik kurallara uygun bir karlanmasız (frost-free) (ve hijyenik) besleme havası akışını sağlayan, havanın ön ısıtması için toprak ısı değiştirici ile donatılmadığı sürece dikkate alınacaktır. Isı değiştiricisi verimi yukarıdakileri dikkate almazsa ve sabit bir hava akış dengesi sağlamak üzere besleme ve emiş hava debileri uygun donanımlarla ayarlanamazsa, ısı değiştirici verimi %9 oranında azaltılacaktır.

TS EN 308 den alınan egzoz havası verimi ölçümleri aynen kullanılır.

$$\theta_{Fortluft,mth} = \theta_{ex} - (\theta_{ex} - \theta_e) \cdot \eta_{WÜT,mth} \qquad 1.3.50$$

$\theta_{Fortluft,mth}$: Egzoz havası sıcaklığı, (°C)
θ_{ex} : Mahalden çekilen (extract) havanın sıcaklığı, (°C)
θ_e : Dış hava sıcaklığı, (°C)
$\eta_{WÜT,mth}$: Isı geri kazanımı ile ilgili olarak ısı değiştiricisi verimi (ilgili aydaki), (°C)

Varsayılan değerler:

Toprak-besleme havası ısı değiştiricisi olmayan ısı değiştiricisi verimi : $\eta_{WÜR,mth} = 0{,}60$

Toprak-besleme havası ısı değiştiricisi olan ısı değiştiricisi verimi : $\eta_{WÜR,mth} = 0,67$

Sıcaklık sınıfları (bins) için ağırlık faktörleri eşitlik 1.3.48 kullanılarak hesaplanır.
Not: Konutlar için ortamdan çekilen havayı kullanan ısı pompaları Metodoloji Kısım III Bölüm 3 de ele alınır. Metodoloji Kısım III Bölüm 3 de üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg}$), gerekli ısı pompası için ek hesaplama olmadan Metodoloji Kısım III Bölüm 1 deki takip eden hesaplamalar için hesaplanır.

1.3.4.2.2 Isı kaynağı dış hava olan ısı pompaları için ortalama iklim verileri (Türkiye)

İstanbul ili referans alınarak oluşturulan sıcaklık sınıflarının (bins) saat değerlerinin aylara dağılımı Tablo 1.3.19 daki gibidir.
Test noktalarına göre dağıtılmış herbir sıcaklık sınıfındaki (bin) saatlerin toplamı Tablo 1.3.20 deki gibidir.
Bin data tablolarının oluşturulması ile ilgili olarak hesaplama yöntemi Ek A.8 ile açıklanmıştır.

Tablo 1.3.19 - Değişik dış hava sıcaklıklarının ortaya çıkma saat sayısı (referans:İstanbul)

Dış hava sıcaklığı °C	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
-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

Tablo 1.3.20 - Test noktalarına göre dağıtılmış herbir sıcaklık sınıflarındaki (bins) aylık saatlerin toplamı

Ay	Sıcaklık sınıfı (bin)	w-7	w2	w7	w10	w20	Aylık toplam saat sayısı n_{hours}
	Test noktası	-7	2	7	10	20	
	Sıcaklık sınırları °C	-15 ila -2 arası	-2 ila 4 arası	4 ila 8 arası	8 ila 15 arası	15 ila 32 arası	
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

1.3.4.2.3 Kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı

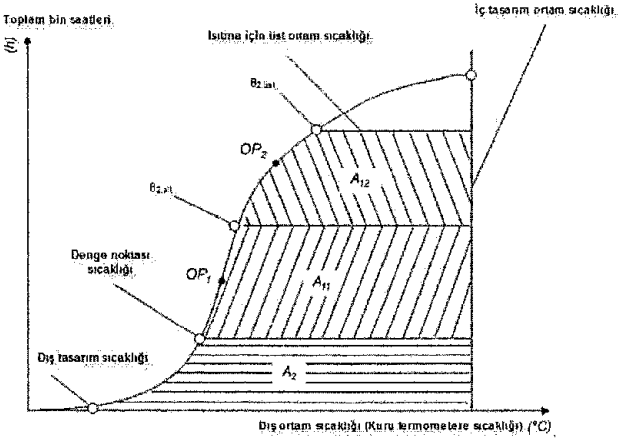
Kullanım sıcak suyu Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de hesaplanır.
Mahal ve kullanım sıcak suyu ısıtma işlemini eş zamanlı olarak yapan ısı pompaları, kullanım sıcak suyu ısıtması, mahal ısıtması ve birleşik işletme için performans katsayılarına sahip olacaktır. Mahal ısıtması ve kullanım sıcak suyu ısıtması için enerji ihtiyacı çalışma sürelerine göre sıcaklık sınıflarına (bins) dağıtılacaktır.
Birleşik işletmedeki çalışma süresinin sınırı, sıcak su ve mahal ısıtma için minimum çalışma süresi ile tanımlanır. Mahal ısıtması veya sıcak su için artık enerji ilgili işletme modlarının performans katsayısı kullanılarak hesaplanacaktır.

1.3.4.2.4 İkinci üreteç tarafından sağlanan ısıtma enerjisinin oranlarının hesaplanması (yedek ısıtma)

İkinci üretecin işletmesi (yedek ısıtma) sistem tasarım kriterine bağlıdır ve işletme moduna (alternatif, paralel veya kısmi paralel işletme) ve denge noktasındaki sırasıyla ısı pompasının kapatma sıcaklığına ve ikinci üretecin açma sıcaklığına göre karakterize edilir. Bu sıcaklıklar kullanılarak ısı pompasının ve yedek ısıtmanın enerji gereksinimi hesaplanabilir.

1.3.4.2.4.1 Alternatif işletme

Alternatif işletmede, belirli dış hava sıcaklığına kadar (devreden çıkma sınırı) (cut-out limit) ısı pompası tüm ısı gereksinimini karşılar. Dış hava sıcaklığı devreden çıkma sınırının altına düşerse, ısı pompası kapanır ve ikinci üreteç tüm ısı gereksinimini karşılar. Denge noktası sıcaklığının altına düşüldüğünde sıcaklık sınıfının (bin) ağırlık faktörü, $\mathrm{HDH}(\theta_{bp}) = \mathrm{HDH}(\theta_{lower})$ alınarak tekrar hesaplanacaktır.
Şekil 1.3.3 ısı pompası (A_{11} ve A_{12} alanları) ve ikinci üreteç (A_2 alanı) tarafından kapsanan sıcaklık sınıflarındaki (bin) dış hava sıcaklıklarının toplam ortaya çıkma sıklıklarını göstermektedir.



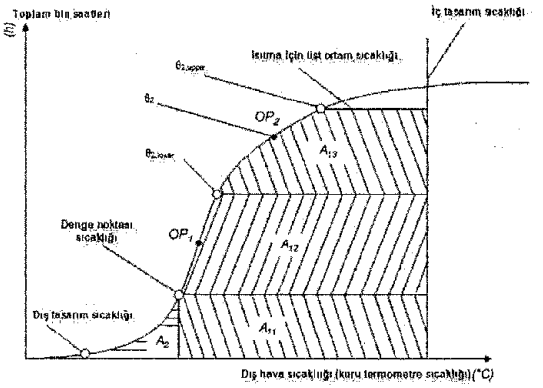
Şekil 1.3.3 - Alternatif işletmede ısı pompasının ve ikinci üretecin (yedek ısıtma) sıcaklık sınıfları(bins) saatleri ve enerji oranları

$$p_{bu,h} = \frac{HDH(\theta_{ltc})}{HDH_t} \qquad 1.3.51$$

$p_{bu,h}$: İkinci üretecin (yedek ısıtma) enerji oranı,
$HDH(\theta_{ltc})$: Denge noktası sıcaklığına (θ_{ltc}) kadar ikinci üretecin (yedek ısıtma) toplam ısıtma derece saatleri, (Kh)
HDH_t : Isıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)
θ_{bp} : Denge noktası sıcaklığı, (°C)

1.3.4.2.4.2 Paralel işletme

Paralel işletmede 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 devreye girer. Her iki üreteç paralel olarak çalışır. İkinci üreteç ısı çıkışı sınırlamasından dolayı ısı pompasının karşılayamadığı kısmı karşılar.
Şekil 1.3.4 ısı pompası (A_{11} , A_{12} ve A_{13} alanları) ve ikinci üreteç (A_2 alanı) tarafından kapsanan sıcaklık sınıflarındaki (bins) dış hava sıcaklıklarının toplam ortaya çıkma sıklıklarını göstermektedir.



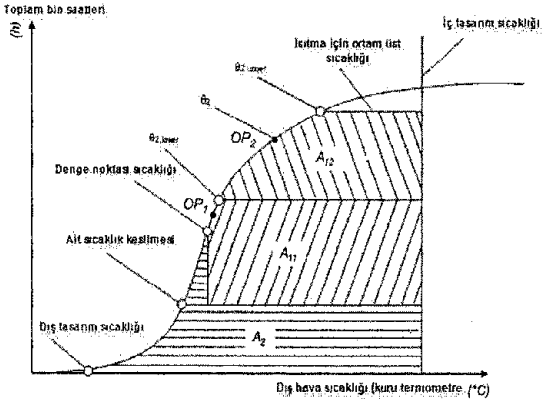
Şekil 1.3.4 - Paralel işletmede ısı pompasının ve ikinci üretecin (yedek ısıtma) sıcaklık sınıfları(bins) saatleri ve enerji oranları

$$p_{bu,h} = \frac{HDH(\theta_{bp}) - (\theta_i - \theta_{bp}) \cdot n_{hours}(\theta_{bp})}{HDH_t} \qquad 1.3.52$$

$p_{bu,h}$: İkinci üretecin (yedek ısıtma) enerji oranı,
θ_{bp} : Denge noktası sıcaklığı, (°C)
θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C)
n_{hours} : İkinci üretecin denge noktası sıcaklığına kadar olan toplam saat sayısı, (h)
$HDH(\theta_{bp})$: Denge noktası sıcaklığına θ_{bp} kadar ikinci üretecin toplam ısıtma derece saatleri, (Kh)
HDH_t : Isıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)

1.3.4.2.4.3 Kısmi paralel işletme

Kısmi paralel işletmede 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 devreye girer. Her iki üreteç paralel olarak çalışır. İkinci üreteç ısı çıkışı sınırlamasından dolayı ısı pompasının karşılayamadığı kısmı karşılar. Isı pompasının alt devreden çıkma sınırına ulaşıldığında, ısı pompası kapanır ve ikinci üreteç tek başına gerekli ısıyı karşılar. Devreden çıkma sınırının altına düşüldüğünde sıcaklık sınıfının (bin) ağırlık faktörü, $HDH(\theta_{itc}) = HDH(\theta_{lower})$ alınarak tekrar hesaplanacaktır.
Şekil 1.3.5 ısı pompası (A_{11} ve A_{12} alanları) ve ikinci üreteç (A_2 alanı) tarafından kapsanan sıcaklık sınıflarındaki (bins) dış hava sıcaklıklarının toplam ortaya çıkma sıklıklarını göstermektedir.



Şekil 1.3.5 - Kısmi paralel işletmede ısı pompasının ve ikinci üretecin (yedek ısıtma) sıcaklık sınıfları(bins) saatleri ve enerji oranları

$$p_{bu,h} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{HDH(\theta_{bp}) - \left((\theta_i - \theta_{bp}) \cdot (n_{hours}(\theta_{bp}) - n_{hours}(\theta_{itc}))\right)}{HDH_t} \qquad 1.3.53$$

$p_{bu,h}$: İkinci üretecin (yedek ısıtma) enerji oranı
θ_{bp} : Denge noktası sıcaklığı, (°C)
θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C)
θ_{itc} : Isı pompası için devreden çıkma sınırı (kapatma sıcaklığı), (°C)
n_{hours} : İkinci üretecin denge noktası sıcaklığına kadar olan toplam saat sayısı, (h)
$HDH(\theta_{bp})$: Denge noktası sıcaklığına θ_{bp} kadar ikinci üretecin toplam ısıtma derece saatleri, (Kh)
HDH_t : Isıtma derece saatlerinin toplam sayısı, (Kh)

İkili kısmi paralel işletmede ikinci üreteç ve ısı pompası tarafından sağlanan enerji eşitlik 1.3.53 kullanılarak belirlenir.

1.3.4.2.5 Tam yükte ısı pompasının performans katsayısı (COP) ve ısı çıktısı

1.3.4.2.5.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları

1.3.4.2.5.1.1 Kaynak sıcaklığı için düzeltme

Isı pompalarının performans katsayısı (COP) ve ısı çıktısı, ilgili sıcaklık sınıfı (bin) için TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre test düzeneği ölçümlerinden alınacaktır. Tüm test noktaları dikkate alınacaktır. Test laboratuvarları tarafından sağlanmayan veriler, TS EN 14511 (tüm bölümleri) den elde edilen ürün verileri ile tamamlanmalıdır.
Varsayılan değerler Ek A'da verilmiştir ve başka veri mevcut değilse kullanılabilir. Ancak bunlar sadece tipik bir ticari ısı pompasının performansını çoğaltır ve belirli bir ünite için artık referansa gerek yoktur. Tek başına ısı pompası işletmesinde, mahal ısıtması için tasarım koşulları altında ısı pompasının gücü maksimum ısı yüküne eşittir.
Belirli bir sıcaklık sınıfındaki (bin) kaynak sıcaklığı kullanılan test noktası sıcaklığına karşılık gelmiyorsa, aşağıda belirtildiği gibi interpolasyon veya ekstrapolasyonla düzeltilecektir. Veri eksikliğinden dolayı interpolasyon mümkün değilse, kaynak ve kuyu sıcaklıkları için düzeltme Ek A da tarif edilen ekserjitik verim yaklaşımı uygulanarak gerçekleştirilir.

Kaynak- dış hava

Sıcaklık sınıfı (bin) dağılımı test noktalarına karşılık geldikçe genellikle düzeltme gerekli değildir. Ancak, düzeltme gerekirse, ara değerler test noktaları arasındaki doğrusal interpolasyon veya ekstrapolasyonla belirlenecektir.

Kaynak – egzoz havası

İnterpolasyon için daha fazla test noktaları mevcut değilse, performans katsayısı (COP), binanın iç ortam sıcaklığıyla uyum sağlayacak şekilde Ek A (ekserjitik verim)'da belirtildiği gibi düzeltilir.

Kaynak – toprak ve yeraltı suyu

Ortalama kaynak sıcaklığı ortalama aylık dış hava sıcaklığından belirlenir.
Genel bağıntı Tablo 1.3.21 de gösterilmiştir. Türkiye'deki ortalama iklim koşulları için veriler Tablo 1.3.22 de verilmiştir. Kaynak sıcaklıkları için veriler ya test kayıtlarından elde edilir ya da varsayılan değerler kullanılır. Ara değerler test noktaları arasındaki doğrusal interpolasyon veya ekstrapolasyonla belirlenecektir.

Tablo 1.3.21 - Ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu için ortalama kaynak sıcaklığı

Ortalama dış hava sıcaklığı °C	Ortalama salamura sıcaklığı °C	Ortalama yeraltı suyu sıcaklığı °C
20	4,5	12,0
10	3,0	10,7
7	2,6	10,2
5	2,3	10,0
2	1,8	9,6
0	1,5	9,3
-2	1,2	9,0
-5	0,8	8,6
-7	0,5	8,4
-10	0,0	8,0

Tablo 1.3.22 - Ortalama aylık dış hava sıcaklığına bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu için ortalama kaynak sıcaklığı

Aylar	Ortalama dış hava sıcaklığı (°C)	Ortalama salamura sıcaklığı (°C)	Ortalama yeraltı suyu sıcaklığı (°C)
Ocak	5	2,3	10,0
Şubat	6	2,4	10,1
Mart	7	2,6	10,3
Nisan	12	3,4	11,0

Mayıs	16	4,1	11,8
Haziran	21	4,7	13,5
Temmuz	23	4,4	14,7
Ağustos	23	4,4	14,7
Eylül	20	4,7	13,0
Ekim	16	4,1	11,8
Kasım	12	3,4	11,0
Aralık	8	2,7	10,4

1.3.4.2.5.1.2 Dağıtım devresi sıcaklığı için düzeltme

Isıtma dağıtımı - sulu

Dağıtımın sıcaklığının fonksiyonu olarak iki düzeltme yapılacaktır.

İlk olarak ısı pompasının performans katsayısı (COP) ortalama aylık besleme sıcaklığının fonksiyonu olarak düzeltilir. Test noktaları daha sonra her sıcaklık sınıfı (bin) için dağıtımın ortalama besleme sıcaklığına doğrusal olarak interpole veya ekstrapole edilir.

Ayrıca, ısı pompası TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre test düzeneği ölçümlerindeki sıcaklık farklarından sapan ısıtma devresi gidiş-dönüş sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farklarıyla işletiliyorsa, ikinci bir düzeltme gereklidir. Bu etki, Tablo 1.3.23'deki düzeltme faktörü ile hesaba katılır.

$$COP'_T = COP \cdot f_{\Delta\theta} \qquad 1.3.54$$

COP'_T : Isı pompasının düzeltilmiş performans katsayısı

COP : TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre test düzeneği ölçümlerinden alınan performans katsayısı; ürün verisi mevcut değilse Ek A'da verilen varsayılan değerler kullanılır.

$f_{\Delta\theta}$: Tablo 1.3.23 den alınan düzeltme faktörü.

$\Delta\theta_M$: TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre test düzeneği ölçümlerinden alınan sıcaklık farkı, test için sınır koşulları bilinmiyorsa varsayılan değer 10 K dir.

$\Delta\theta_B$: Isı pompası çalışırkenki sıcaklık farkı, (K)

Mahal ısıtma modunda $\Delta\theta_B = \Delta\theta_{IIK}$ dır.

Tablo 1.3.23 - Isı pompasının çalışması sırasındaki ve ölçümler sırasındaki sıcaklık farkları sapmalarını hesaba katan düzeltme faktörleri ($f_{\Delta\theta}$)

Çalışmadaki sıcaklık farkı $\Delta\theta_B$	Test düzeneği ölçümlerindeki sıcaklık farkı $\Delta\theta_M$												
	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

Isı dağıtımı- doğrudan oda havasına

Isı çıktısı doğrudan oda havasınaysa (örn. soğutucu akışkanın bir hava ısı değiştiricisinde yoğuşturulmasıyla), o zaman iç ortam ayar sıcaklığı dağıtım sıcaklığı olarak kullanılacaktır. Sıcaklık, test düzeneği ölçümlerine karşılık gelmiyorsa, değer birkaç test noktalarının olduğu yerde ekstrapole edilecektir, fakat tek test noktası varsa, sonuç ekserjitik verim yaklaşımıyla düzeltilecektir (bkz. Ek A).

1.3.4.2.5.2 Elektrikle çalışmayan yanma tahrikli ısı pompaları

Yanma tahrikli ısı pompaları motorla tahrik edilen ve absorbsiyonlu ısı pompalarını kapsar. Hesaplar kabul edilmiş test laboratuvarından alınan test ölçümleri esas alınarak gerçekleştirilecektir. Ürün verisi mevcut değilse, Ek A'da belirtilen değerler hesaplarda kullanılacaktır.

1.3.4.2.6 Kısmi yük işletmesindeki performans katsayısı (COP)

1.3.4.2.6.1 Genel kurallar

Sabit hızlı kompresörlü ısı pompalarının kompresörleri kısmi yükte aç-kapat şeklinde çalışırsa, kompresör çevriminde ısı pompasının performans katsayısını düşüren kayıplar meydana gelir.
Kademeli (örn. kaskad) veya sürekli kontrol edilen değişken kapasiteli üniteler kısmi yük işletmesinde daha verimlidir.
Hesaplarda, kısmi yük işletmesindeki performans katsayıları ve ısı çıktıları her sıcaklık sınıfının (bin) işletme noktası için gereklidir. TS EN 14825 de tanımlandığı gibi en azından %50 yükte ölçülen bir performans katsayısı (COP) gereklidir.
Kısmi yük işletmesindeki performans katsayısı aşağıdaki bağıntıyla verilmiştir.

$$COP_{pl} = COP_{fl} \cdot f_{pl} \qquad 1.3.55$$

COP_{pl} : Kısmi yük işletmesindeki performans katsayısı,
COP_{fl} : Tam yük işletmesindeki performans katsayısı,
f_{pl} : Kısmi yük işletmesini hesaba katan düzeltme faktörü.

Düzeltme faktörü (f_{pl}) ısı pompasının ve dağıtım sisteminin ısıl ataletini aynı zamanda ısı pompasının çalışma süresini dikkate alır. Isı pompasının çalışma süresi yük faktörü (FC) ile hesaba katılır.

Yük faktörü aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir.

$$FC = \frac{t_{ON,g,i}}{t_i} \qquad 1.3.56$$

FC : Yük faktörü,
$t_{ON,g,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
t_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki toplam süre (ilgili aydaki), (h) (dış hava ısı kaynağıysa, bkz. Tablo 1.3.20)

Elektrikle çalıştırılan ısı pompaları için düzeltme faktörü (f_{pl}) radyatörler, konvektörler ve yüzey ısıtması için Ek A'da verilmiştir.
Absorbsiyonlu ısı pompaları için düzeltme faktörü (f_{pl}) Ek A'da c_{dt} olarak verilmiştir.

1.3.4.2.6.2 Isı pompasının çalışma süresi

Isı pompasının çalışma süresi ısı pompasının işletme koşulları altındaki ısı çıktısına (ısı kaynağı sıcaklığı ve ısıtma suyu gidiş ve dönüş sıcaklıklarına) ve gerekli üreteç ısı çıktısına bağlıdır. Isı pompasının her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) çalışma süresi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$t_{ON,g,i} = \frac{Q_{h,outg,i}}{0{,}001 \cdot \Phi_{g,i}} \qquad 1.3.57$$

$t_{ON,g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$Q_{h,outg,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$\Phi_{g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının ısı çıktısı, (W)

Isı pompasının ısı çıktısı test sonuçlarından alınacaktır. Ürün verisi mevcut değilse, ısı pompasının tek başına işletildiği varsayımıyla tasarım koşullarında ısı pompasının ısı çıktısı zonun gerekli maksimum ısı yüküne eşit alınır. İkili işletmede, ısı pompasının maksimum ısı çıktısı projeden alınır. Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) ısı çıktısı Ek A.3'te verilen bağıl ısı çıktısı kullanılarak belirlenecektir.

Aşağıdaki sınır koşulları uygulanır.

$$t_{M,ON} \geq \sum_{T-bins} t_{ON,g,i} \qquad 1.3.58$$

$t_{ON,g,i}$: Isı pompasının mümkün olan maksimum çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Isı pompasının mümkün olan maksimum çalışma süresi Tablo 1.3.20 de verilmiştir. Eşitlik 1.3.58 ilgili sıcaklık sınıflarıyla (bins) orantılı olarak çalışma süresini sınırlar.
Isı pompasının çalışma süresi ısı gereksinimine bağlı olduğundan, ısı pompasının işletme modu dikkate alınır.
Dağıtım sisteminin ortalama aylık besleme sıcaklığı, ısı pompasının maksimum besleme sıcaklığından büyükse, o zaman bu sıcaklık sınıfının (bin) besleme sıcaklığı belirlenecek ve bu sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının çalışma süresi sınırlı olacaktır.
Isı pompalarının hem mahal ısıtması hem de kullanım sıcak suyu ısıtmasında kullanıldığı durumlarda, mahal ısıtması için mümkün olan maksimum çalışma süresi çalışma sürelerinin toplamıyla sınırlı olabilecektir. Kullanım sıcak suyu ısıtması için çalışma süreleri Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de belirtildiği gibi belirlenecektir.
Çalışma süresi eşitlik 1.3.58 den elde edilen mümkün olan maksimum çalışma süresinden büyükse, ısıtma ve kullanım sıcak suyu ısıtması için çalışma süreleri, ısı pompası kontrol sistemi başka koşullar öngörmedikçe aynı saat sayılarıyla azaltılır.

Isı pompasının ısı çıktısı gerçek çalışma süresi ile sınırlıdır.

$$Q_{h,outg,i,WP} = 0{,}001 \cdot t_{ON,g,i,WP} \cdot \Phi_{g,i} \qquad 1.3.59$$

$Q_{h,outg,i,WP}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$t_{ON,g,i,WP}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının gerçek çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$\Phi_{g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının ısı çıktısı, (W)

1.3.4.2.7 Üreteç ısıl kayıpları

Sıcak su tampon depolama tankı
Kurulumu yapılabilir herhangi bir harici tampon depolama tankı madde 1.3.3 de ele alınmıştır.
Tampon depolama tankı ısı pompasının bir parçasıysa, kayıplar eşitlik 1.3.24 kullanılarak hesaplanır ve aşağıdaki gibi herbir sıcaklık sınıfına (bin) dağıtılır.

$$Q_{h,g,s,i} = Q_{h,s} \cdot \frac{t_i}{t_h} \qquad 1.3.60$$

$Q_{h,g,s,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki depolama tankından çevreye olan ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,s}$: Tampon depolama tankının ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh); (ürün verisi mevcut değilse, madde 1.3.3 verilen varsayılan değer kullanılacaktır)
t_i : Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki süre (ilgili aydaki), (h)
t_h : Isıtma saatleri sayısı (ilgili aydaki), (h)

Diğer üreteçlerin ısıl kayıpları
Elektrik tahrikli ısı pompaları için başka kayıplar hesaba katılmamıştır (yani $Q_{h,g,WP} = 0$). Yanma tahrikli ısı pompaları için test düzeneği sonuçları veya üretici firmaların verileri kullanılacaktır.

$$Q_{h,g,i} = Q_{h,g,s,i} + Q_{h,g,WP,i} \qquad 1.3.61$$

$Q_{h,g,i}$: Her bir sıcaklık sınıfı (bin) i'deki üreteç ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.2.8 Toplam enerji tüketiminin hesaplanması

1.3.4.2.8.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları

Mahal ısıtma modunda ısı pompasının destek enerji tüketimi

Elektrik enerjisi tüketimi, aşağıdaki gibi her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) elektrik enerjisi tüketimlerinin toplanmasıyla hesaplanır.

$$Q_{h,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,WP,i} + Q_{h,g,i} - (1 - p_{h,combi}) \cdot k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_{sin,i}} + \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,combi,i} + Q_{h,g,i} - p_{h,combi} \cdot k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_{combi,i}}$$ 1.3.62

$Q_{h,f,1}$ (kWh) : Isı pompasının mahal ısıtma modunda işletilmesinde kullanılan enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg,WP,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de üreteç ısı çıktısı – tek modda (mahal ısıtma) ısı pompası tarafından karşılanan (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg,combi,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de üreteç ısı çıktısı – birleşik modda (mahal ve kullanım sıcak suyu ısıtma) ısı pompası tarafından karşılanan (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,g,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de üreteç ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjisinin oranı ($k_{rd,g} = 0$)
$Q_{h,g,aux,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının mahal ısıtma modunda işletilmesindeki destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$COP_{sin,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de tek modda (mahal ısıtma) ısı pompasının performans katsayısı (ortalama işletme koşullarında)
$COP_{combi,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de birleşik modda (mahal ve kullanım sıcak suyu ısıtma) ısı pompasının performans katsayısı (ortalama işletme koşullarında)
$p_{h,combi}$: Birleşik modda mahal ve kullanım sıcak suyu ısıtmasının oranları (eşzamanlı işletim)
n_{bin} : Sıcaklık sınıfları (bins) sayısı.

1.3.4.2.8.2 Yanma tahrikli ısı pompası

Isı pompasının yakıt girdi enerjisi eşitlik 1.3.63 vasıtasıyla her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) değerler toplanarak hesaplanır.

$$Q_{h,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{Q_{h,outg,i} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux,i}}{COP_i} \cdot f_{Hs/Hi}$$ 1.3.63

$Q_{h,f,1}$: Isı pompası tarafından kullanılan enerji (gaz) (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısıtma sistemi için üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjisinin oranı ($k_{rd,g} = 0$)
$Q_{h,g,aux,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının mahal ısıtma modunda işletilmesindeki destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
COP_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtma modunda ısı pompasının performans katsayısı, (kWh) (ortalama işletme koşullarında)
$f_{Hs/Hi}$: Kullanılan yakıtın üst ısıl değerinin alt ısıl değerine oranı,
n_{bin} : Sıcaklık sınıfları (bins) sayısı.

1.3.4.2.9 Destek enerjisi

$$Q_{h,g,aux} = (\Phi_{prim,aux} + \Phi_{sek,aux}) \cdot 0{,}001 \cdot t_{ON,g,aux}$$ 1.3.64

$Q_{h,g,aux}$: Kullanılan toplam destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$\Phi_{prim,aux}$: Birincil devrenin (primer devre) güç gereksinimi, (W)
$\Phi_{sek,aux}$: İkincil devrenin (sekonder devre) güç gereksinimi, (W)
$t_{ON,g,aux}$: Destek elemanlarını çalışma süreleri (ilgili aydaki), (h)

Destek elemanlarının güç tüketimleri bilinmiyorsa eşitlik 1.3.65 e göre hesaplanır.

$$\Phi_{prim/sek,aux} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta_{aux} \cdot 3600}$$ 1.3.65

$\Phi_{prim,aux}$: Birincil devrenin (primer devre) güç gereksinimi, (W)
$\Phi_{sek,aux}$: İkincil devrenin (sekonder devre) güç gereksinimi, (W)
Δp : Sırasıyla birincil veya ikincil devredeki basınç düşümü, (Pa)

$\dot{V}$: Hacimsel debi, (m^3/h) (ürün verilerinden veya TS EN 14511 (tüm bölümleri) de belirtilen test düzeneği ölçümlerinden alınabilir)

η_{aux} : Dolaşım pompasının verimi (dolaşım pompalarının verimleri TS EN 14511 (tüm bölümleri) de $\eta_{aux} = 0{,}3$ olarak belirtilmiştir)

1.3.4.2.9.1 Birincil devre (ısı kaynağı) (primer devre)

Isı pompası için ısı kaynağı pompasının enerjisi üreteç altsistemlerinde dikkate alınmıştır.
Tüm sıcaklık sınıflarını (bins) boyunca ısı pompasının çalışma sürelerinin toplamı ($t_{on,g,i}$) destek elemanlarının çalışma süreleri ($t_{ON,aux}$) olarak kabul edilecektir.

Havadan suya ısı pompası

Havadan suya ısı pompaları tek bir ünite olarak test edilirken, TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre ölçümler yapılırken kaynak devresindeki fanın destek enerjisi zaten dikkate alınmıştır.

Salamuradan suya ve sudan suya ısı pompası

Salamuradan suya ve sudan suya ısı pompaları olması durumunda, evaporatördeki iç basınç düşümünü telafi etmek için destek enerji, TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre test düzeneği ölçümlerinde performans katsayısında dikkate alınmıştır. Isı kaynağı sistemindeki basınç düşümünü telafi etmek için gerekli kaynak pompa kayıp destek enerjisi eşitlik 1.3.65 kullanılarak dikkate alınmalıdır. Herhangi bir değer mevcut değilse, 40 kPa basınç düşümü kullanılır ve hacimsel debi 3 K sıcaklık farkındaki ısı pompasının nominal gücü kullanılarak belirlenir.

1.3.4.2.9.2 İkincil devre (sekonder devre)

İkincil devre destek enerjisi, sadece tampon depolama tankları veya bir hidrolik ayırıcıyla (denge kabı) entegreli ısı pompaları olması durumunda dikkate alınacaktır. Isı pompasının ikincil devre basınç kaybı TS EN 14511 (tüm bölümleri) e göre performans katsayısının belirlenmesinde zaten dahil edilmiştir. Eşitlik 1.3.18'de $\Delta p_{we} = 0$ alınır.
Isı pompası ve dağıtım sistemi arasında hidrolik ayırıcı varsa (örn. paralel tampon depolama tankı vasıtasıyla), ek depolama tankı doldurma pompası da üreteç altsistemlerine (ısı pompası) atanır. Bu durumda harici basınç düşümünü telafi edecek enerji de dikkate alınacaktır. Herhangi değer mevcut değilse, 10 kPa basınç kaybı kullanılır.
Tüm sıcaklık sınıflarında (bins) ısı pompasının çalışma sürelerinin toplamı ($t_{on,g,i}$) destek elemanlarının çalışma süreleri ($t_{ON,aux}$) olarak kabul edilecektir.

1.3.4.2.10 İkinci üretecin enerji tüketimi (yedek ısıtma sistemi)

$$Q_{h,outg,bu} = \max\left(\sum_i (Q_{h,outg,i} - Q_{h,outg,i,WP}); p_{bu,h} \cdot Q_{h,outg}\right) \qquad 1.3.66$$

$Q_{h,outg,bu}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ikinci üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{h,outg,i,WP}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{h,outg}$: Dağıtım sisteminin enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)

$p_{bu,h}$: İkinci üretecin enerji oranı (yedek ısıtma)

1.3.4.2.11 Toplam enerji tüketimi

Toplam elektrik enerjisi tüketimi (elektrik veya yakıt girdi enerjisi) ısı pompası ve ikinci üretecin enerji girdilerinin toplamıdır.

$$Q_{h,f} = Q_{h,f,1} + Q_{h,f,bu} \qquad 1.3.67$$

$Q_{h,f}$: Mahal ısıtması (ısı pompası ve elekrik gücü olması durumunda yedek ısıtma) için toplam enerji kullanımı (elektrik veya gaz) (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{h,f,1}$: Mahal ısıtma modunda ısı pompasının enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{h,f,bu}$: Mahal ısıtma modunda ikinci üretecin (yedek ısıtma) enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.2.12 Yenilenebilir (rejeneratif) enerji katkısı

Isı desteği için kullanılan yenilenebilir enerji aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$Q_{h,in} = Q_{h,outg} - Q_{h,f} + Q_{h,g} \quad 1.3.68$$

$Q_{h,in}$: Isıtma sistemi için ortam ısısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg}$: Isıtma sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,f}$: Mahal ısıtma modunda ısı pompasının enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,g}$: Kurulum mahaline ısıtma sisteminin üreteç ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.2.13 Üreteç altsistemlerini performans faktörü

Bilgi amaçlı, yıllık performans faktörü, ısıtma sistemi için aylık enerji kullanımlarının toplamı ve enerji harcamaları esas alınarak hesaplanabilir.

$$SPF_{g,t,a} = \frac{\sum_{Monate} Q_{h,outg}}{\sum_{Monate} Q_{h,f} + Q_{h,aux,g}} \quad 1.3.69$$

Aylık performans faktörü aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$SPF_{g,t} = \frac{Q_{h,outg}}{Q_{h,f} + Q_{h,aux,g}} \quad 1.3.70$$

$SPF_{g,t,a}$: Isı pompasının yıllık performans faktörü
$SPF_{g,t}$: Isı pompasının aylık performans faktörü
$Q_{h,outg}$: Isıtma sistemi için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,f}$: Isıtma sistemi için enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.3 Klasik (konvansiyonel) kazanlar

Isı üretim kayıplarının belirlenmesi: ısıtma $Q_{h,g}$

Kazan çıktısı aşağıdaki kısmi yük oranlarını verecek şekilde tasarlanacaktır: $\beta_{h,i} \leq 1$
Sadece bir kazan varsa, β nın değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\beta_h = \frac{\dot{Q}_{d,in}}{\dot{Q}_N} \quad 1.3.71$$

β_h : Kısmi yük oranı
$\dot{Q}_{d,in}$: Isı dağıtım sistemine olan ortalama ısı çıktısı, (kW)
$\dot{Q}_N$: Kazan nominal ısı çıktısı, (kW)

1.3.4.3.1 Çoklu kazan sistemleri

Çoklu kazan sistemlerinin aşağıdaki iki işletme modları arasında bir ayrım yapılacaktır.

Paralel çalışma (öncelikli çalışma olmadan)

Tüm kazanlar ısı ihtiyacını karşılamak için aynı zamanda çalışır. Her kazanın kısmi yük oranı, o zaman toplam ortalama ısı çıktısının kazanların toplam nominal ısı çıktısının oranına karşılık gelir.

$$\beta_{h,i} = \frac{\dot{Q}_{d,in}}{(\sum \dot{Q}_{N,j})} \quad 1.3.72$$

$\beta_{h,i}$: Kısmi yük oranı
$\dot{Q}_{d,in}$: Ortalama ısı çıktısı, (kW)
$\sum \dot{Q}_{N,j}$: Kazanların toplam nominal ısı çıktısı, (kW)

Seri çalışma (öncelikli çalışmanın olduğu)

Kontrolör ayarına göre sırasıyla devreye giren her bir kazanın (i) nominal ısı çıktıları kademe kademe toplanır. Her kademeden sonra bu kazanların ısı çıktılarının toplamı enerji gereksiniminden daha düşük kaldığı sürece kazanlar tam yükte (%100) çalışır.
Kademe kademe eklenen kazanların ısı çıktılarının toplamı gereksinimi geçtiğinde sadece son kazan kısmi yük rejiminde çalışır. Bu n inci kazanın kısmi yük değeri ($\beta_{h,n}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$\dot{Q}_{d,in} < \sum \dot{Q}_{N,n}$ ise;

$$\beta_{h,n} = (\dot{Q}_{d,in} - \sum \dot{Q}_{N,n-1}) / \dot{Q}_{N,n} \qquad 1.3.73$$

$\beta_{h,n}$: Kazanın kısmi yük oranı
$\dot{Q}_{d,in}$: Isı dağıtım sistemine olan ortalama ısı çıktısı, (kW)
$\dot{Q}_{N,n}$: Kazanın nominal ısı çıktısı, (kW)

Tek kazan sistemi, paralel çalışma olması durumunda tüm kazanlar veya sıralı kontrol olması durumunda devreye giren ilk kazan için ısı üretimindeki bekleme süresi ($d_{H,g,i}$) ilgili aydaki ısıtma günleri sayısına ($d_{h,mth}$) karşılık gelir. Seri çalışmada takip eden diğer kazanlar için (çalışmadığında sadece kazan devresinden su tarafı ayrılması varsa) $d_{h,mth} \cdot \beta_{h,n}$ dır.
Bu yöntem, çoklu kazan sistemi kullanılırsa, Metodoloji Kısım III Bölüm 4 e göre sıcak su üretimindeki analojide de kullanılacaktır.

1.3.4.3.2 Yakıt yakan sistemler (kazanlar)

Bu maddede i alt indisi birden fazla kazan olduğu durumlardaki hesaplamalar için kullanılır.
Bir kazanın ısı kaybı ($Q_{h,g}$) ve destek enerjisi ($Q_{h,g,aux}$) kazan nominal ısı çıktısı ($\dot{Q}_N$) 92/42/EEC (Kazan Verimi Direktifi) Direktiflerine göre $\eta_{K100\%}$, $\eta_{Kpl\%}$ ($\eta_{K30\%}$) verimleri, bekleme ısıl kaybı ($q_{B,70}$) ve kazanın destek ünitelerinin elektrik gücü P_{aux} esas alınarak hesaplanır. Bu değerler ya TS EN 304, TS EN 303, TS EN 297 veya TS EN 656 standartlarından ürün verisi ölçümlerinden belirlenir ya da ölçülmüş değerler mevcut değilse varsayılan değerler kullanılabilir. Ayrıca verimler işletme noktasındaki kazan sıcaklığına ayarlanır.
Güneş sistemi tarafından ek bir ısı sağlanırsa, o zaman eşitlik 1.3.29 da $Q_{h,outg}$ $Q^*_{h,outg}$ ile yer değiştirecektir. Her iki durumda da maksimum gerekli işletme sıcaklığı işletme süresince baz olarak kullanılacaktır.

$$\theta_{HK,m} = \max(\theta_{HK,m}, \theta_{h^*}, \theta_{r,Nutz}) \qquad 1.3.74$$

İşletme süresi belirlenirken, farklı proseslerin çalışma sürelerinin aynı veya farklı dönemlerde meydana gelip gelmediği önemlidir. Aşağıdaki eşitliklerde süreler ilişkili sıcaklıklarla birleştirilecektir. Basitleştimek için sadece normal ısıtma işletmesi ele alınmıştır.
Üst ısıl değere (H_s) bağlı ısıtma sisteminin toplam üretim kaybı ($Q_{h,g}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{h,g} = \sum(Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB}) \qquad 1.3.75$$

$Q_{h,g}$: Isıtma sisteminin toplam üretim kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,g,v,i}$: Kazan ısı kaybı, (kWh/d)
$d_{h,rB}$:Tasarım işletme günleri sayısı (ilgili aydaki), (d)

Kazanın günlük üretim kayıpları ($Q_{h,g,v}$) ortalama kazan kısmi yükünün (β_h) ve üreteç testinde baz alınan yük (kısmi yüklü ($\beta_{K,pl}$) (sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda 0,3 e eşit, otomatik beslemeli biyokütle yakmalı sistemlerde 0,3 ila 0,5 arasında) ve tam yüklü ($\beta_{K,100\%} = 1,0$)) rejimlerinin fonksiyonu olarak belirlenir.

$0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$ ise, o zaman

$$Q_{h,g,v,i} = ((\beta_{h,i} / \beta_{K,pl}) . (\dot{Q}_{V,g,pl} - \dot{Q}_{B,h}) + \dot{Q}_{B,h})(t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \qquad 1.3.76$$

$\beta_{h,i}$: Kazanın kısmi yük oranı
$\dot{Q}_{V,g,pl}$: Kazanın kısmi yükte ısıl güç kaybı, (kW)
$\dot{Q}_{B,h}$: Kazanın bekleme modundaki ısıl güç kaybı, (kW)
$t_{h,rL,T}$: Günlük tasarım çalışma süresi, (h)
$t_{w,100\%}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için kazanın günlük çalışma süresi, (h)

$\beta_{K,pl} < \beta_{h,i} < 1$ ise, o zaman

$$Q_{h,g,v,l} = ((\beta_{h,i} - \beta_{K,pl})/(1 - \beta_{K,pl}) \cdot (\dot{Q}_{V,g,100\%} - \dot{Q}_{V,g,pl}) + \dot{Q}_{V,g,pl}) \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \quad 1.3.77$$

$Q_{V,g,100\%}$: Kazanın nominal güçteki ısıl güç kaybı, (kW)

Üretim sürecinin ortalama ısı çıktısı

Üreteç sadece mahal ısıtma sisteminin ısı gereksinimini veya kullanım sıcak su ısıtmasıyla birleştirilmiş mahal ısıtma sisteminin ısı gereksinimini karşılamak zorundaysa, o zaman ortalama ısı çıktısı eşitlik 1.3.78 e göre hesaplanır.

$$\dot{Q}_{d,in} = Q_{h,outg} / (d_{h,rB} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%})) \quad 1.3.78$$

Belirli bir ayda anlık ısıtma gereksinimi yoksa $d_{h,rB} = 0$ olur, o zaman $\dot{Q}_{d,in}$ de sıfır olur.
Üreteç mahal ve kullanım sıcak suyu ısıtmasının yanında başka ısıtma gereksinimlerini (örn. klima santrali) karşılamak zorundaysa, o zaman ortalama ısı çıktısı eşitlik 1.3.79 a göre hesaplanır.

$$\dot{Q}_{d,in} = \sum Q_{h,outg} / (t_{Betrieb,K} - t_{W,100\%}) \cdot d_{Nutz,mth} \quad 1.3.79$$

$\sum Q_{h,outg}$: Toplam ısı çıktısı
$t_{Betrieb,K}$: Sağlanması gereken tüm ısı yüklerini dikkate alan üretecin aylık işletme süresi

Günlük güç kaybının hesaplanması $\dot{Q}_{V,g,100\%}$, $\dot{Q}_{V,g,pl\%}$, $\dot{Q}_{B,h}$

Kazanın beklemedeki ısıl güç kaybı $\dot{Q}_{B,h}$:

$$\dot{Q}_{B,h} = q_{B,\theta} \cdot (\dot{Q}_N/\eta_{k,100\%}) \cdot f_{Hs/Hi} \quad 1.3.80$$

$q_{B,\theta}$: Ortalama kazan sıcaklığında kazan bekleme ısı kaybı,
$\dot{Q}_N$: Kazan nominal ısıl çıktısı, (kW)
$\eta_{k,100\%}$: Tam yükteki kazan verimi
$f_{Hs/Hi}$: Kullanılan yakıtın üst ısıl değerinin alt ısıl değerine oranı

Ortalama kazan sıcaklığında kazan bekleme ısı kaybı ($q_{B,\theta}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$q_{B,\theta} = q_{B,70} \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_i)/(70 - 20) \quad 1.3.81$$

$q_{B,70}$: Bekleme ısı kaybı
$\theta_{HK,m}$: Ortalama kazan sıcaklığı, (°C)
θ_i : Ortam sıcaklığı, (°C) (bkz. Tablo 1.3.10)

Kazanların ortalama işletme sıcaklıkları ($\theta_{HK,m}$) (veya yoğuşmalı cihazlar olması durumunda ortalama dönüş suyu sıcaklığı ($\theta_{RL,m}$)) Tablo 1.3.24 de verilen test sıcaklıklarından saparsa, verimler sıcaklık koşullarındaki değişimler dikkate alınarak ayarlanacaktır. Test sıcaklıkları ($\theta_{g,test}$) Tablo 1.3.24 de verilmiştir.

Tablo 1.3.24 - Kazan sıcaklıkları

Kazan tipi	$\theta_{g,test,100}$ (tam yük) °C	$\theta_{g,test,pl}$ (kısmi yük) °C
Gaz/sıvı		
Standart	70	50
Düşük sıcaklık	70	40
Yoğuşmalı	70	30[a]
Biyokütle		
Standart	70	70

[a] 92/42/EEC direktifi yoğuşmalı kazanlar test edildiğinde dönüş suyu sıcaklığının 30°C olduğunu belirtir.

Test koşulları altında ($\theta_{g,test,100}$; $\theta_{g,test,pl}$) belirlenen kazan verimleri, gerçek işletme sıcaklıkları ($\theta_{HK,m}$ veya $\theta_{RL,m}$) dikkate alınarak aşağıdaki gibi düzeltilecektir.

$$\eta_{k,100\%,Betrieb} = \eta_{k,100\%} + G \cdot (\theta_{g,test,100} - \theta_{HK,m}) \quad 1.3.82$$

$$\eta_{k,pl,Betrieb} = \eta_{k,pl} + H \cdot (\theta_{g,test,pl} - \theta_{HK,m}) \quad 1.3.83$$

Farklı sıcaklıktaki birkaç ısıtma devresi birleştirilmişse, o zaman $\theta_{HK,m}$ veya $\theta_{RL,m}$ için en büyük değer kullanılacaktır.
Kısmi yükte işletilen yoğuşmalı kazanlar için eşitlik 1.3.83 de ortalama kazan sıcaklığı ($\theta_{HK,m}$) yerine ortalama dönüş suyu sıcaklığı ($\theta_{RL,m}$) kullanılır.

Tablo 1.3.25 - Sıcaklık düzeltme faktörleri

Kazan tipi	Faktör G	Faktör H
Standart kazan	0,0000	0,0004
Düşük sıcaklık kazanı	0,0004	0,0004
Yoğuşmalı kazan, gaz yakıtlı	0,0020	0,0020
Yoğuşmalı kazan, sıvı yakıtlı	0,0004	0,0010
Standart biyokütle kazanı	0,0000	0,0040

Kısmi yükteki ısıl güç kaybı:

$$\dot{Q}_{V,g,pl} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{k,pl,Betrieb})/\eta_{k,pl,Betrieb} \cdot \beta_{K,pl} \cdot \dot{Q}_N \quad 1.3.84$$

Tam yükteki ısıl güç kaybı:

$$\dot{Q}_{V,g,100\%} = (f_{Hs/Hi} - \eta_{k,100\%,Betrieb})/\eta_{k,100\%,Betrieb} \cdot \dot{Q}_N \quad 1.3.85$$

Geri kazanılabilir ısıl kayıpların hesaplanması

Isıtılan zon içerisine kurulumu yapılan üreteçlerin yüzeylerinden olan kayıpların ($q_{s,\theta}$) neden olduğu kontrolsüz ısı kazançları aşağıdaki gibi dikkate alınabilir.

gaz yakıtlı atmosferik brülörlü kazan:

$$q_{s,\theta} = 0{,}5 \cdot q_{B,\theta} \quad 1.3.86$$

tüm diğer kazanlar:

$$q_{s,\theta} = 0{,}75 \cdot q_{B,\theta} \quad 1.3.87$$

Böylece hesaplama dönemindeki toplam ışınım kayıpları ($Q_{l,h,g}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{l,h,g} = q_{s,\theta} \cdot \dot{Q}_N / \eta_{k,100\%} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100\%}) \cdot d_{h,rB} \quad 1.3.88$$

Destek enerjisi $Q_{h,g,aux}$

Mahal ısı üretimi için destek enerjisi ($Q_{h,g,aux}$) gidiş-dönüş sıcaklıkları arasında 20 K sıcaklık farkındaki hacimsel debiyi esas alan kazanın destek gücü (P_{aux}) (tam yük, kısmi yük ve bekleme (stand-by) modunda ölçülmüş) ve ortalama kazan kısmi yükü ($\beta_{h,i}$) kullanılarak hesaplanır. Ekonomi modunda (set back), ısı üreteci düşürülmüş sıcaklıkta ve azaltılmış çalışma süreleriyle çalışır. Bu etkiler, herhangi bir olası işlevsel kapatma döneminde olduğu gibi tasarım çalışma süreleriyle dikkate alınır.

$$Q_{h,g,aux} = \sum(P_{h,g,aux,i} \cdot (t_{h,rL} - t_{w,100\%} \cdot d_{mth} \cdot d_{Nutz,a}/365) + P_{aux,SB} \cdot (24 \cdot d_{mth} - t_{h,rL}) \quad 1.3.89$$

$Q_{h,g,aux}$: Mahal ısı üretimi için destek enerjisi, (kWh)
$P_{aux,SB}$: Kazanın bekleme modunda destek güç tüketimi, (kW)
$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)
d_{mth} : Gün sayısı (ilgili aydaki)

$0 < \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$ ise, o zaman

$$P_{h,g,aux,i} = (\beta_{h,i} / \beta_{K,pl}) \cdot (P_{aux,pl,i} - P_{aux,SB}) + P_{aux,SB} \quad 1.3.90$$

$P_{h,g,aux,i}$: Kazan çalışırken destek güç tüketimi, (kW)
$P_{aux,pl,i}$: Kazanın kısmi yükteki destek güç tüketimi, (kW)

$\beta_{K,pl} < \beta_{h,i} < 1$ ise, o zaman

$$P_{h,g,aux,i} = (\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}) / (1 - \beta_{K,pl}) \cdot (P_{aux,100} - P_{aux,pl}) + P_{aux,pl} \quad 1.3.91$$

$P_{aux,100}$: Kazanın tam yükte destek güç tüketimi, (kW)

Otomatik beslemeli merkezi biyokütle kazanları için destek güç tüketimi belirlendiğinde, tampon depolama tankı olan ve olmayan sistemler arasında bir ayrım yapılmalıdır. Tampon depolama tankları olan sistemler için $P_{aux,pl}$ değerinin düzeltilmesi gerekli değildir.
Tampon depolama tankları olmayan sistemler için $P_{aux,pl}$ değeri hesaplama dönemindeki ortalama kazan yükü ($\beta_{h,i}$) ile kısmi yük ölçümlerinin temelini oluşturmuş kazan kısmi yükü ($\beta_{K,pl}$) arasındaki ilişkinin bir fonksiyonu olarak yüksek ateşleme gücü gereksinimini dikkate alan $P_{aux,pl,bio,korr}$ değerine ayarlanacaktır.

$$f_{\beta,Bio} = \beta_{K,pl} / \beta_{h,i} \quad 1.3.92$$

$1 < f_{\beta,Bio} < 3$ için aşağıdaki uygulanır.

$$P_{aux,pl,bio,korr} = P_{aux,pl} \cdot f_{\beta,Bio} \quad 1.3.93$$

$f_{\beta,Bio} \geq 3$ ise aşağıdaki uygulanır.

$$P_{aux,pl,bio,korr} = P_{aux,pl} \cdot 3 \quad 1.3.94$$

Bu düzeltilmiş $P_{aux,pl,bio,korr}$ değeri 1.3.90 ve 1.3.91 eşitliklerinde $P_{aux,pl}$ yerine kullanılır.

Veri bulunmadığında sınır koşulları

Herhangi bir ürün verisi mevcut değilse, aşağıdaki değerler sonraki hesaplamalarda kullanılabilir.
Tam yükteki kazan verimleri ve $\beta_{K,pl} = 0{,}3$ da (nominal gücü 400 kW'a kadar olan kazanlar, ancak kazan nominal gücü 400 kW tan yüksekse nominal gücü 400 kW olan kazanın verimi kullanılacaktır).

$$\eta_{k,100\%} = (A + B \cdot \log(\dot{Q}_N)) / 100 \quad 1.3.95$$

$$\eta_{k,pl} = (C + D \cdot \log(\dot{Q}_N)) / 100 \quad 1.3.96$$

Tablo 1.3.26 - Verim faktörleri

Kazan tipi	Yapım yılı	Faktör A	Faktör B	Faktör C	Faktör D
Çift yakıtlı	1978'den önce	77,0	2,0	70,0	3,0
	1978-1987	79,0	2,0	74,0	3,0
Katı yakıtlı (fosil yakıt)	1978'den önce	78,0	2,0	72,0	3,0
	1978-1994	80,0	2,0	75,0	3,0
	1994 sonrası	81,0	2,0	77,0	3,0
Standart kazanlar					
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	1978'den önce	79,5	2,0	76,0	3,0
	1978-1994	82,5	2,0	78,0	3,0
	1994 sonrası	85,0	2,0	81,5	3,0
Cebri brülörlü ısıtma kazanı	1978'den önce	80,0	2,0	75,0	3,0

	1978-1986	82,0	2,0	77,5	3,0
	1987-1994	84,0	2,0	80,0	3,0
	1994 sonrası	85,0	2,0	81,5	3,0
Brülörü değiştirilebilir (sadece cebri brülörlü ısıtma kazanı)	1978'den önce	82,5	2,0	78,0	3,0
	1978-1994	84,0	2,0	80,0	3,0
Biyokütle kazanı					
sınıf 3	1994 ve sonrası	67,0	6,0	68,0	7,0
sınıf 2	1994 ve sonrası	57,0	6,0	58,0	7,0
sınıf1	1994 ve sonrası	47,0	6,0	48,0	7,0
Düşük sıcaklık kazanları					
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	1978-1994	85,5	1,5	86,0	1,5
	1994 sonrası	88,5	1,5	89,0	1,5
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanları (11 kW, 18 kW ve 24 kW)	1987'den önce	$\eta_{100\%} = \%86$		$\eta_{pl} = \%84$	
	1987-1992	$\eta_{100\%} = \%88$		$\eta_{pl} = \%84$	
Cebri brülörlü ısıtma kazanı	1987'den önce	84,0	1,5	82,0	1,5
	1987-1994	86,0	1,5	86,0	1,5
	1994 sonrası	88,5	1,5	89,0	1,5
Brülörü değiştirilebilir (sadece cebri brülörlü ısıtma kazanı)	1978'den önce	86,0	1,5	85,0	1,5
	1978-1994	86,0	1,5	86,0	1,5
Yoğuşmalı kazanlar	1987'den önce	89,0	1,0	95,0	1,0
	1987-1994	91,0	1,0	97,5	1,0
	1994 sonrası	92,0	1,0	98,0	1,0
Yoğuşmalı kazanlar, geliştirilmiş[a]	1999 ve sonrası	94,0	1,0	103	1,0

[a] Geliştirilmiş yoğuşmalı kazanlar için hesaplarda varsayılan değerler kullanılırsa, kurulumu yapılan kazanın ürün verisinde verilen verim değeri en az yukarıda belirtilen kadar olacaktır.

Mevcut kazanların baca gazı kayıpları biliniyorsa, o zaman sınır koşullarını koruyarak kazan verimi aynı zamanda $\eta_{K,100\%} = \eta_K$ alınıp $\eta_K = 100 - q_A - q_{St}$ ile de yaklaşık olarak değerlendirilir.
Nominal ısı çıktısının ($\dot{Q}_N$) bir fonksiyonu olarak kazanın ışınım kaybı (q_{St}) aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$q_{St} = \left(K \cdot \left(\dot{Q}_N\right)^L\right)/100 \qquad 1.3.97$$

Tablo 1.3.27 - Işınım kayıp faktörleri

Kazan tipi	Yapım yılı (ayrım gerektiğinde)	Faktör K	Faktör L
Çift yakıtlı	1978'den önce	13,5	-0,30
	1978 -1987	11,5	-0,30
Katı yakıtlı (fosil yakıt)	1978'den önce	13,0	-0,30
	1978 ve sonrası	11,0	-0,30
Standart kazanlar			
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	1978'den önce	12,0	-0,35
	1978 ve sonrası	9,0	-0,45
Cebri brülörlü ısıtma kazanı (sıvı/gaz yakıtlı)	1978'den önce	12,0	-0,40
	1978 ve sonrası	9,0	-0,37
Düşük sıcaklık kazanları			
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	-	9,0	-0,45
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanları (11 kW, 18 kW ve 24 kW)	-	9,0	-0,60

Cebri brülörlü ısıtma kazanı (sıvı/gaz yakıtlı)	-	7,0	-0,40
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı/gaz yakıtlı)	-	5,5	-0,40

Nominal ısı çıktısının ($\dot{Q}_N$) bir fonksiyonu olarak kazanın bekleme ısıl kaybı ($q_{B,70}$) aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$q_{B,70} = \left(E \cdot \left(\dot{Q}_N\right)^F\right)/100 \qquad 1.3.98$$

Tablo 1.3.28 - Bekleme ısı faktörleri

Kazan tipi	Yapım Yılı	Faktör E	Faktör F
Çift yakıtlı	1987'den önce	12,5	-0,28
Katı yakıtlı	1978'den önce	12,5	-0,28
	1978-1994	10,5	-0,28
	1994 sonrası	8,0	-0,28
Standart kazanlar			
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	1978'den önce	8,0	-0,27
	1978-1994	7,0	-0,30
	1994 sonrası	8,5	-0,40
Cebri brülörlü ısıtma kazanı (sıvı-gaz yakıtlı)	1978'den önce	9,0	-0,28
	1978-1994	7,5	-0,31
	1994 sonrası	8,5	-0,40
Biyokütle	1994 sonrası	14	-0,28
Düşük sıcaklık kazanları			
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	1994'e kadar (1994 dahil)	6,0	-0,32
	1994 sonrası	4,5	-0,40
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanları (11 kW, 18 kW ve 24 kW)	1994'e kadar (1994 dahil)	$q_{B,70°C} = 0,022$	
Kombi (su depolu)	1994 sonrası	$q_{B,70°C} = 0,022$	
Kombi (entegre ısı değiştiricili)	1994 sonrası	$q_{B,70°C} = 0,012$	
Cebri brülörlü ısıtma kazanı (sıvı-gaz yakıtlı)	1994'e kadar (1994 dahil)	7,0	-0,37
	1994 sonrası	4,25	-0,40
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı-gaz yakıtlı)	1994'e kadar (1994 dahil)	7,0	-0,37
	1994 sonrası	4,0	-0,40
Yoğuşmalı kombi (su depolu)	1994 sonrası	$q_{B,70°C}=0,022$	
Yoğuşmalı kombi (entegre ısı değiştiricili)	1994 sonrası	$q_{B,70°C}=0,012$	

Nominal ısı çıktısının ($\dot{Q}_N$) bir fonksiyonu olarak kazanın destek güç tüketimi (P_{aux}) aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$P_{aux,x} = \left(G + H \cdot \left(\dot{Q}_N\right)^n\right)/1000 \qquad 1.3.99$$

Tablo 1.3.29 - Destek enerji faktörleri

Kazan Tipi	Destek enerjisi güç tüketimi	Faktör G	Faktör H	Faktör n
1994 ve sonrası Cebri brülörlü	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Atmosferik brülörlü 250 kW'a kadar	$P_{aux,100}$	40	0,35	1
	$P_{aux,pl}$	20	0,1	1
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Atmosferik brülörlü 250 kW ve üstü	$P_{aux,100}$	80	0,7	1
	$P_{aux,pl}$	40	0,2	1
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Otomatik pellet beslemeli merkezi kazan[a], tampon depolama tanklı	$P_{aux,100}$	40	2	1
	$P_{aux,pl}$	40	1,8	1
	$P_{aux,SB}$	15	0	0

Otomatik yonga beslemeli merkezi kazan[a], tampon depolama tanklı	$P_{aux,100}$	60	2,6	1
	$P_{aux,pl}$	70	2,2	1
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Tüm diğer kazanlar	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
Çift yakıtlı kazanlar	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	$P_{aux,SB}$	20[b]	0	0
Katı yakıtlı kazanlar	$P_{aux,100}$	0	0	0
	$P_{aux,pl}$	0	0	0
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0
Standart kazanlar	$P_{aux,100}$	40	0,148	1
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	$P_{aux,pl}$	40	0,148	1
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0
Cebri brülörlü ısıtma kazanı (sıvı/gaz yakıtlı)	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0
Düşük sıcaklık kazanları	$P_{aux,100}$	40	0,148	1
Atmosferik brülörlü (gaz yakıtlı)	$P_{aux,pl}$	40	0,148	1
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0
Gaz yakıtlı merkezi ısıtma kazanı	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0
Cebri brülörlü ısıtma kazanı (sıvı/gaz yakıtlı)	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı/gaz)	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,pl}$	0	15	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[b]	0	0

[a] Cebri brülörle birleştirilirse $P_{aux,100}$ ve $P_{aux,pl}$ değerleri %40 daha yüksek alınır.
[b] Elektrikle çalışan kazan kontrolü kullanılırsa geçerlidir, aksi takdirde $P_{aux,SB}$ = 0 alınır.

1.3.4.3.3 Elle beslemeli biyokütle yakma sistemleri

Elle beslemeli biyokütle yakma sistemi ısıtma için kullanılan ana ısı üreteciyse (yani gaz veya sıvı yakıtlı kazan veya ısı pompası gibi başka ana ısı üreteci yoksa) aşağıdaki varsayımlar uygulanır. Ayrıca, ısı üreteçleri ısıtılan zona yerleştirilmiş ise yanma havası girişi doğrudan dışarıdan olacaktır (oda havasından bağımsız çalışma; bu aynı zamanda mevcut çekiş regülatöründen olan dış hava girişini de içerir).
Ayrıca, varsayımlar ısıtacağı apartman veya bina içerisine yerleştirilmiş yakma sistemlerinin işletmesi için uygulanır, yani biyokütle ısı üreteç kaybı (dolaylı kayıp) aslında ısı taşıyıcı akışkan devresine (örn. sıcak sulu ısıtma devresi pompası veya konut havalandırma sisteminin üfleme hava kanalı) eklenir ve ısı daha uzaktaki mahallere taşınır. Isı taşıyıcı devresine minimum ısı çıktısı bina için gerekli nominal ısı yükünün % 20 daha fazlası olan ısı üreteçleri tampon depolama tanklarıyla birlikte işletilecektir.
Biyokütle yakma sisteminin üretim ısı kayıpları ($Q_{h,g}$) ve destek enerjisi 1.3.100 den 1.3.104 e kadar olan eşitliklerle hesaplanır. Hesaplamalar için gerekli parametreler ya TS EN 13240, Metodoloji Kısım I Bölüm 2 [10], TS EN 13229 ve TS EN 303 de belirtildiği gibi ya da ısı üretecine uygun kabul görmüş diğer test yöntemleri kullanılarak belirlenecektir. Değerler mevcut değilse, Tablo 1.3.29 daki değerler kullanılacaktır. Isıyı kurulumunun yapıldığı yerde mahale yayması için tasarlanmış (ısı çıktısı doğrudan ısıtılan zondaki mahallere) ve bu mahallerin ısıtılması amacıyla işletilen biyokütle yakma sistemlerindeki doğrudan kayıplar da aşağıdaki hesaplarda dikkate alınır.
Elle beslemeli biyokütle yakma sisteminin üretim kayıpları ($Q_{h,g}$), işlemin her iki aşamasında sağlanan ısı miktarları ile ağırlıklıklandırılan ($f_{Q,GZ}$) kararlı işletme koşullarındaki ($\eta_{Betrieb}$) ve bir baz çevrim sırasındaki verimlerin (η_{GZ}) fonksiyonu olarak eşitlik 1.3.100 ile hesaplanır. Ayrıca, üreteçler ısıtılan zona yerleştirilmişse kurulum mahalinin (üreteçlerin doğrudan mahalin içine yaymış olduğu mahalin büyüklüğü ile orantılı (f_{ce}) ısı miktarı aşırı olmasından dolayı) aşırı ısınmasının etkisi de dikkate alınır.

$$Q_{h,g} = \left(\left(f_{Q,GZ} \cdot f_{Hs/Hi} / \eta_{GZ} + \left(1 - f_{Q,GZ} + f_{ce}\right) \cdot f_{Hs/Hi} / \eta_{Betrieb}\right) - 1\right) \cdot Q_{h,outg} \qquad 1.3.100$$

$Q_{h,outg}$: Isı üreteci tarafından sağlanacak ısı (ilgili aydaki), (kWh)

$f_{Q,GZ}$: Baz çevrimin ısı oranı (eşitlik 1.3.101 den)
η_{GZ} : Baz çevrimdeki biyokütle yakma sisteminin verimi (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan)
f_{ce} : Aşırı ısınma faktörü (eşitlik 1.3.104 den)
$f_{Hs/Hi}$: Üst ısıl değerin alt ısıl değere oranı
$\eta_{Betrieb}$: Kararlı işletme koşullarında biyokütle yakma sisteminin verimi (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan)

Yukarıda bahsedilen baz çevrim, büyokütle yakma sisteminin bir aşamasıdır, oda sıcaklığında yanmanın başlangıcı ile başlayıp, kararlı işletmeye ulaşıncaya kadar ki yanma ve sonra oda sıcaklığına düşünceye kadar kazanın soğumasıdır.
Baz çevrimin ısı oranı eşitlik 1.3.101 kullanılarak hesaplanır. Üreteç mahal ısıtma modunda iken kullanım sıcak suyunu ısıtmıyorsa, o zaman $Q_{w,outg} = 0$ olacaktır.

$$f_{Q,GZ} = \frac{x_Z \cdot Q_{N,GZ}}{\frac{Q_{h,outg} + Q_{w,outg}}{d_{h,rB}}} \qquad 1.3.101$$

$f_{Q,GZ}$: Baz çevrimin ısı oranı ($f_{Q,GZ} \leq 1$)
x_Z : Günlük çevrimlerin sayısı (eşitlik 1.3.102'den), (d^{-1})
$Q_{N,GZ}$: Baz çevrim sırasında ısı üreteci tarafından sağlanan toplam ısı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (kWh)
$Q_{h,outg}$: Mahal ısıtması için ısı üreteci tarafından sağlanacak aylık ısı, (kWh)
$d_{h,rB}$: Aylık tasarım işletme günleri sayısı
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için ısı üreteci tarafından sağlanacak aylık ısı, (kWh)

Çevrimlerin sayısı hesaplanırken, bunların esas olarak ısıtma devresinin özellikleri ile tanımlandığı varsayılmıştır. (Çevrimlerin sayısı belirlenirken kurulum mahaline doğrudan olan kayıp dikkate alınmamıştır). Ayrıca modülasyonlu üreteçlerin ısı çıktılarının gereksinimi karşılayacak şekilde ayarlanarak işletildiği varsayılır (gereksinimin minimum ısı çıktısından daha büyük olması durumunda; eşitlik 1.3.102 de ortalama ısı çıktısı = minimum ısı çıktısı x 1,2 olarak kabul edilmiştir). Günlük çevrimlerin sayısı aşağıdaki gibi eşitlik 1.3.102 ve 1.3.103 ile elde edilir.

$$x_Z = \frac{1{,}2 \cdot 20971 \cdot z_{HK,m} \cdot \dot{Q}_{N,min} \cdot (1 - f_{\dot{Q}}) \cdot f_{\dot{Q}}}{(V_{S,HK} + V_{HK}) \cdot (\theta_{h,S,max} - \theta_{HK,m})} \qquad 1.3.102$$

x_Z : Günlük çevrimlerin sayısı, (1/d) ($x_Z \geq 1$)
$z_{HK,m}$: Isıtma devresine verilen ısı çıktısının ortalama oranı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan)
$\dot{Q}_{N,min}$: Isı üretecinin minimum ısı çıktısı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan)
$f_{\dot{Q}}$: Performans faktörü (eşitlik 1.3.103 den)
$V_{S,HK}$: Depolama tankındaki ısıtma devresi suyunun hacmi (ürün verisi), (l)
V_{HK} : Dağıtım sistemindeki suyun hacmi (proje verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (l)
$\theta_{h,S,max}$: Tampon depolama tankının maksimum işletme sıcaklığı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (°C)
$\theta_{HK,m}$: Ortalama ısıtma devresi sıcaklığı, (°C)

Ayrı bir kullanım sıcak suyu depolama tankının entegre edildiği (birleşik depolama tankı) ve ısıtma devresi suyuyla kolayca ısı alışverişi yapabilen tampon depolama tanklarının olması durumunda, depolama tankındaki ısıtma devresi suyunun etkin hacmi kullanım sıcak suyu hacminin yarısı kadar artırılabilir. Aksi takdirde hesaplar sadece gerçekten ısıtma devresi tarafından taşınan suyu kullanacaktır (depolama tankında bu zondan akarak geçen suyun hacmi)
Eşitlik 1.3.103 de, ortalama bir günde maksimum gerekli ısı çıktısının (mahal ve kullanım sıcak suyu ısıtması için) biyokütle kazanının ısıtma devresine verdiği ısı çıktısına oranını tanımlamak için bir performans faktörü gösterilmiştir.

$$f_{\dot{Q}} = \frac{\dot{Q}_{d,in} + \frac{Q_{w,outg}}{24 \cdot d_{h,rB} \cdot z_{HK,m}}}{\dot{Q}_{N,min}} \qquad 1.3.103$$

$f_{\dot{Q}}$: Performans faktörü ($f_{\dot{Q}} < 1$)
$z_{HK,m}$: Isıtma devresine verilen ısı çıktısının ortalama oranı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan)

$\dot{Q}_{d,in}$: Binanın ısı dağıtım sistemine olan ortalama ısı kaybı, (kW)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için ısı üreteci tarafından sağlanan aylık ısı, (kWh)
$d_{h,rB}$: Aylık tasarım işletme günleri sayısı
$\dot{Q}_{N,min}$: Üretecin minimum uzun süreli güç çıktısı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (kW)

Merkezi biyokütle yakma sistemi ısıtılan zona yerleştirilir ve kurulumu yapılan mahale ısıtma amaçlı sonraki ihtiyaçlardan doğrudan daha fazla ısı sağlarsa, o zaman basitleştirmek için bu ısının %25'i ısıl kayıp olarak alınır. Bu ısıl kayıp aşırı ısınma faktörü (f_{ce}) ile birlikte dikkate alınır.

$$f_{CE} = \frac{0{,}25 \cdot Q_{CE}}{Q_{h,outg}+Q_{w,outg}} = \frac{0{,}25 \cdot Q_{h}}{Q_{h,outg}+Q_{w,outg}} \left(\frac{\dot{Q}_{N,max} \cdot (1-z_{HK,m})}{\dot{Q}_{h,max}} - \frac{A_{Auf}}{L_G \cdot B_G \cdot n_G} \right) \qquad 1.3.104$$

f_{CE} : Aşırı ısınma faktörü ($f_{CE} \geq 0$)
Q_{CE} : Isı üretecinden olan doğrudan ısı kaybı (kullanılamayan ısı)
$Q_{h,outg}$: Mahal ısıtması için ısı üreteci tarafından sağlanan aylık ısı, (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için ısı üreteci tarafından sağlanan aylık ısı, (kWh)
$Q_{h,b}$: Binanın ısıtılması için yıllık enerji ihtiyacı, (kWh)
$\dot{Q}_{N,max}$: Üretecin maksimum ısı kapasitesi (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (kW)
$z_{HK,m}$: Isıtma devresine verilen ısı çıktısının ortalama oranı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan)
$\dot{Q}_{h,max}$: Bina için gerekli maksimum ısı yükü, (kW)
A_{Auf} : Biyokütle kazanın yerleştirildiği kurulum mahalinin döşeme alanı, (m^2)
L_G : Binanın eşdeğer boyu, (m)
B_G : Binanın eşdeğer genişliği, (m)
n_G : Isıtılan kat sayısı

Kurulum mahalinin alanı aynı zamanda komşu mahaller (bu alanlar düzenli olarak kurulum mahalinden veya komşu mahallerden sıcak havanın girmesi sayesinde ısıtılabiliyorsa, sağlanmış bu hava doğrudan biyokütle kazanı içinde ısıtılmıştır ve bu giren hava kontrol edilebiliyordur) tarafından kaplanan alanları da kapsayabilir.
Bir kontrolör, yanma havası fanı, entegre edilmiş depolama tankı besleme pompası veya otomatik ateşleme için ısıtma çubuğu gibi elektrikli donanımlarla donatılmış biyokütle kazanının destek enerjisi eşitlik 1.3.105 de verilmiştir. Biyokütle yakma sistemi sabit bir dolaşım pompası ile donatılmış ise test (su tarafında harici 10 kPa basınç düşümü var ve kazanın maksimum ısı çıktısında gidiş-dönüş suyu sıcaklıkları arasındaki fark 15 K'den daha az) sırasında çalıştırılacaktır.

$$Q_{h,g,aux} = x_Z \cdot Q_{aux,GZ} \cdot d_{h,rB} + \left(Q_{h,outg} + Q_{w,outg} - x_Z \cdot Q_{N,GZ} \cdot d_{h,mth}\right) \cdot f_{el,Betrieb} \qquad 1.3.105$$

$Q_{h,g,aux}$: Biyokütle kazanı aylık destek enerjisi (ısıtma sezonunda), (kWh)
x_Z : Günlük çevrimlerin sayısı
$Q_{aux,GZ}$: Baz çevrim sırasında gerekli destek enerji (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (kWh)
$Q_{h,outg}$: Mahal ısıtması için kazan tarafından sağlanacak aylık ısı, (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için ısı üreteci tarafından sağlanacak aylık ısı, (kWh)
$f_{el,Betrieb}$: Kararlı işletme koşullarındaki bağıl güç tüketimi
$Q_{N,GZ}$: Baz çevrim sırasında ısı üreteci tarafından sağlanan kullanılabilir ısı (ürün verisi veya Tablo 1.3.30 dan), (kWh)
$d_{h,rB}$: Aylık tasarım işletme günleri sayısı

Ürün verisi bulunmadığında sınır koşulları

Ürün verisi bilinmiyorsa (tamamen veya kısmen), o zaman basitleştirmek için biyokütle kazanının üreteç harcama faktörü ve destek enerjisi Tablo 1.3.30 daki varsayılan değerler kullanılarak hesaplanabilir. Bu amaç için gerekli kazanın nominal ısı çıktısı ($\dot{Q}_{N,max}$) üreticiden herhagi bir veri alınamamışsa madde 1.2.3 den tahmin edilebilir.

Tablo 1.3.30 - Varsayılan değerler

Parametre	Anlam	Birim	Yonga yakılması durumunda
			Doğrudan ve dolaylı kayıp
$\eta_{Betrieb}$	Kararlı işletme koşullarındaki verim	-	0,7

η_{GZ}	Baz çevrimdeki verim	-	$0{,}85 \cdot \eta_{Betrieb}$
$Q_{N,GZ}$	Baz çevrim sırasında kazan tarafından verilen ısı	kWh	$\dot{Q}_{N,max} \cdot 1{,}5\ h$
$z_{HK,m}$	İsi çıktısının ısı dağıtımına oranı	-	0,4
$\dot{Q}_{N,max}$	İşletme sırasında maksimum güç çıktısı	kW	$1{,}3 \cdot \dot{Q}_{N,max}$
$\dot{Q}_{N,min}$	İşletme sırasında minimum güç çıktısı	kW	$0{,}9 \cdot \dot{Q}_{N,max}$
$\dot{Q}_{N,m}$	İşletme sırasında ortalama güç çıktısı	kW	$\dot{Q}_{N,max}$
$\theta_{h,S,max}$	Depolama tankının maksimum doldurma sıcaklığı	K	85
V_{HK}	Isıtma devresinin su hacmi	l	$0{,}8(l/m^2) \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
$Q_{aux,GZ}$	Baz çevrim için destek enerjisi	kWh	0,05[a] veya $0{,}02 + 0{,}02 \cdot \dot{Q}_{N,max}$ [b]
$f_{el,Betrieb}$	Kararlı işletme koşullarında bağıl destek güç tüketimi	W	0,001[a] veya $0{,}011 \cdot \dot{Q}_{N,max}$ [b]

[a] Yalnızca kontrolörlü donanımlar
[b] Fan/ateşleme kaynaklı donanımlar

Destek enerjisi değerleri, mevcut olabilir herhangi bir depolama tankı doldurma pompasının destek enerjisini kapsamaz. Bu, depolama sistemi ele alınırken ayrıca dikkate alınacaktır.
Aşırı ısınma faktörünün (f_{CE}) belirlenmesi için kurulum mahalinin alanının katın net döşeme alanına oranı bilinmiyorsa, varsayılan değer olarak 0,2 kabul edilebilir.

1.3.4.3.4 Merkezi olmayan yakıt yakan sistemler

Merkezi olmayan yakıt yakan sistemlerin olması durumda, net (kullanılabilir) ısı, kontrol ve yayılım, dağıtım ve üretim enerjileri daha sonra takip eden denge hesaplarında kullanılacak bir değer olarak biraraya getirilir. Bu doğrudan ısı üretecinin enerji kullanımına karşılık gelir.

1.3.4.3.4.1 Gaz yakıt yakan mahal ısıtıcıları

Bacalı üniteler

1985'e kadar (1985 dahil) $Q_{h,f} = 1{,}40 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1985 sonrası $Q_{h,f} = 1{,}34 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

Dış duvar üniteleri

1985'e kadar (1985 dahil) $Q_{h,f} = 1{,}47 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1985 sonrası $Q_{h,f} = 1{,}40 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.3.4.2 Sıvı yakıtlı soba - buharlaştırıcı brülörü olan

1985'e kadar (1985 dahil) $Q_{h,f} = 1{,}40 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1985 sonrası $Q_{h,f} = 1{,}34 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.3.4.3 Çinili soba

$Q_{h,f} = 1{,}55 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.3.4.4 Kömür yakıtlı döküm soba

$Q_{h,f} = 1{,}60 \cdot Q_{h,b}$ (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.3.4.5 Büyük kapalı mahallerin ısıtılması

Borulu radyant ısıtıcı (Tip C), merkezi olmayan konvektif hava ısıtıcıları (Tip C)

Borulu radyant ısıtıcılar ve merkezi olmayan konvektif hava ısıtıcıları için ısı üretim kaybı aşağıdaki eşitlikle verilir.

$Q_{h,g} = f \cdot Q_{h,outg}$ (ilgili aydaki) (kWh) 1.3.105

Yukarıdaki eşitlikte aşağıdaki verim faktörleri uygulanacaktır (bkz. Tablo 1.3.31)

Tablo 1.3.31 - Verim faktörü

Nominal ısı çıktısı (kW)	Faktör f
>4 - 25	0,111
>25 - 50	0,099
>50	0,087

Bu ısıtıcıların ısıtılması amaçlanan mahalin içine kurulduğu ve oda havasından bağımsız olduğu ve eşeksenli (konsantrik) hava kanalı / bacaya bağlı olduğu kabul edilecektir.

Seramik radyant ısıtıcılar (Tip A)

Isıtma sistemi genellikle birkaç seramik radyant ısıtıcıdan oluşur. Seramik radyant ısıtıcılı sistemlerin ısı üretim kaybı aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$Q_{h,g} = V_{Abluft,spez} \cdot c_{p,Abluft} \cdot (\theta_{Abluft} - \theta_{Außen}) \cdot t_{h,rL} \qquad 1.3.106$$

$V_{Abluft,spez}$: Özgül yanma havası ihtiyacı = 10 $m^3/(h \cdot kW$ ısı yükü)
$c_{p,Abluft}$: Özgül ısı kapasitesi = 0,361 $Wh/(m^3 \cdot K)$
θ_{Abluft} : Mahalden çekilen havanın sıcaklığı = 18 °C
$\theta_{Außen}$: Ortalama aylık dış hava sıcaklığı, (°C)
$t_{h,rL}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (h)

Seramik radyant ısıtıcıların destek enerjisi

Seramik radyant ısıtıcı ile ısıtılan büyük kapalı mahallerin ısıtma enerjisi ihtiyacı ile ilişkili olarak duvar veya tavan fanlarının destek enerjisi aşağıdaki gibidir.

$$Q_{h,g,aux} = 0{,}0006 \cdot Q_{h,b} \quad \text{(ilgili aydaki) (kWh)} \qquad 1.3.107$$

1.3.4.4 Elektrikli ısıtıcılar

1.3.4.4.1 Merkezi olmayan elektrikli ısıtıcılar

Merkezi olmayan elektrikli ısıtma sistemleri yayılım altsisteminde ele alınmıştır.

1.3.4.4.2 Merkezi elektrikli ısıtıcılar

Merkezi elektrikli ısıtma olması durumunda, aşağıdaki kayıplar kabul edilecektir.

- üreteci ayrı depolama tankı $Q_{h,s} + Q_{h,g} = 0{,}11 \cdot Q_{h,outg}$ (ilgili aydaki) (kWh)
- entegre ısıtıcılı depolama tankı $Q_{h,s} + Q_{h,g} = 0{,}09 \cdot Q_{h,outg}$ (ilgili aydaki) (kWh)

$Q_{h,outg}$: Üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

1.3.4.5 Bölgesel ısıtma ve lokal ısıtma

Konut alt istasyonunun (substation) ısı kayıpları ($Q_{h,g}$) aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$Q_{h,g} = H_{DS} \cdot (\theta_{DS} - \theta_i) \qquad 1.3.108$$

$$H_{DS} = B_{DS} \cdot {\Phi_{DS}}^{1/3} \qquad \Phi_{DS}\ \text{(kW)},\ H_{DS}\ \text{(kWh/K} \cdot \text{a)} \qquad 1.3.109$$

$$\theta_{DS} = D_{DS} \cdot \theta_{prim,DS} + (1 - D_{DS}) \cdot \theta_{sek,DS} \qquad 1.3.110$$

$\theta_{prim,DS}$ ve $\theta_{sek,DS}$ için konut alt istasyonunun (substation) sırasıyla birincil ve ikincil tarafındaki ortalama sıcaklıklar kullanılacak ve $\theta_{sek,DS}$, $\theta_{HK,m}$ e eşit alınacaktır ($\theta_{sek,DS} = \theta_{HK,m}$).
Eşitlikler sayısal değer eşitlikleridir. Yıllık ısı kayıpları (kWh biriminde), konut alt istasyonunun (substation) nominal ısı çıktısı (Φ_{DS}) ($\dot{Q}'_N$ e eşit) (kW biriminde) ve Tablo 1.3.32 ve 1.3.33 den alınan sayısal değerler kullanılarak bulunur.

Tablo 1.3.32 - Konut alt istasyonunun (substation) tipi ve birincil devre sıcaklığının fonksiyonu olarak D_{DS} değerleri

Konut alt istasyonunun (substation) tipi	Tasarım birincil devre sıcaklığı (°C) $\theta_{prim,DS}$	D_{DS}
Sıcak su – düşük sıcaklık	105	0,6
Sıcak su – yüksek sıcaklık	150	0,4
Düşük basınçlı buhar	110	0,5
Yüksek basınçlı buhar	180	0,4

Tablo 1.3.33 - Konut alt istasyonunun (substation) tipi ve yalıtım sınıfının fonksiyonu olarak B_{DS} katsayısı

		TS EN 12828 e göre konut alt istasyonunun (substation) donanımlarının yalıtım sınıfı			
İstasyon tipi	İkincil devrenin yalıtımı	4,0	3,0	2,0	1,0
	Birincil devrenin yalıtımı	5,0	4,0	3,0	2,0
	Sıcak su – düşük sıcaklık	3,5	4,0	4,4	4,9
	Sıcak su – yüksek sıcaklık	3,1	3,5	3,9	4,3
	Düşük basınçlı buhar	2,8	3,2	3,5	3,9
	Yüksek basınçlı buhar	2,6	3,0	3,3	3,7

Prensip olarak sistemi aylık bazda ele almak mümkündür. Bu genel olarak çok karmaşık olduğundan hesaplama dönemi olarak bir yılın seçilmesi tavsiye edilir ve takip eden hesaplarda yıl boyunca değiştirilmemiş ısıl kayıplar dikkate alınacaktır. Bazı durumlarda, yaz ve kış için ayrı değerlerin hesaplanması yararlı olabilir.
Konut alt istasyonunun (substation) destek enerjisi ihmal edilmiştir. Binanın ısıtma sisteminin gidiş suyu sıcaklığı merkezi bir kontrol sistemi tarafından kontrol ediliyorsa, ilgili ayda $Q_{h,gaux} = 10\ kWh$ değeri kabul edilir.

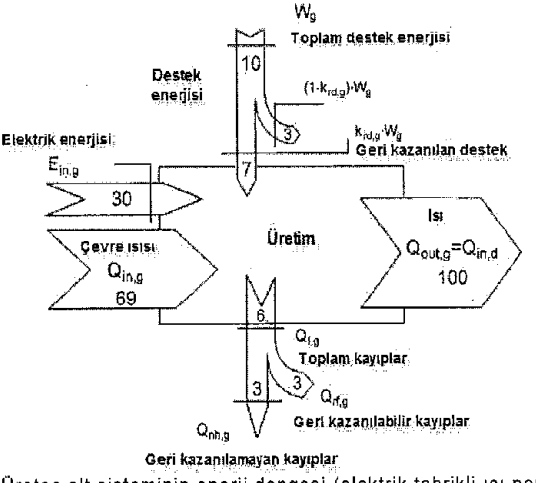
1.3.4.6 Merkezi olmayan birleşik ısı ve güç (kojenerasyon) sistemleri (CHP)

Merkezi olmayan ısı ve güç üretimi Metodoloji Kısım III Bölüm 5 de ele alınmıştır.

EK A

Isıtma ihtiyacını karşılamak için enerji kullanımı

A.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları



Şekil A.1 - Üreteç alt sisteminin enerji dengesi (elektrik tahrikli ısı pompası)

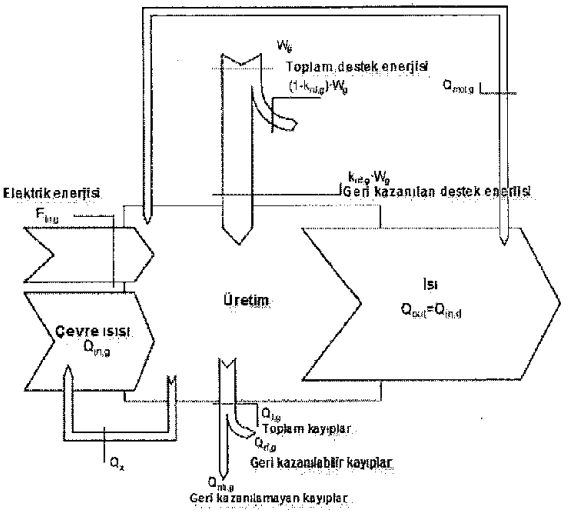
Isıl kayıplar bakımından üreteç alt sistemi enerji dengesi aşağıdaki gibidir.

$$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux} - Q_{h,in} \qquad \text{A.1}$$

$Q_{h,f}$: Isı üreteci (ısı pompası) için verilen enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg}$: Isı dağıtım sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,g}$: Üreteç alt sisteminin kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$k_{rd,g}$: Destek sistemlerinin geri kazanılan enerji oranı,
$Q_{h,g,aux}$: Üretecin çalışması için destek girdi enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,in}$: Ortam ısısı (ilgili aydaki), (kWh)

Destek sistemin geri kazanılan enerji oranları dikkate alınmaz, dolayısıyla $k_{rd,g} = 0$ dır.
Isı pompasının çalışması için enerji ($Q_{h,f}$) TS EN 14511 (tüm bölümler) e göre test düzeneği ölçümlerinden alınır. Dikkate alınanlar, kaynak ve kuyu pompaları (birincil ve ikincil taraflar) için destek enerjisi, ısı pompası buharlaştırıcısı (ısı kaynağı) ve yoğuşturucusundaki (ısıtma) iç basınç düşümünün yanısıra kontrol, kar çözme (desfrost) ve kurulumu yapılabilir herhangi bir yedek ısıtma donanımı (örn. yağ haznesiyle ısıtma) için destek enerjisini telafi etmek.

A.2 Yanma tahrikli ısı pompaları



Şekil A.2 - Üreteç alt sisteminin enerji dengesi (yanma tahrikli ısı pompası)

Yanma tahrikli ısı pompaları için ısıl kayıplar bakımından üreteç alt sistemi enerji dengesi aşağıdaki gibidir.

$$Q_{h,f} = \frac{Q_{h,outg} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{h,g,aux} - Q_{h,in}}{1 + p_{rd,mot}} \qquad \text{A.2}$$

$Q_{h,f}$: Isı üreteci (ısı pompası) için verilen enerji (ilgili aydaki), (kWh)h)
$Q_{h,outg}$: Isı dağıtım sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,g}$: Üreteç alt sisteminin kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$k_{rd,g}$: Destek sistemlerinin geri kazanılan enerji oranı,
$Q_{h,g,aux}$: Üretecin çalışması için destek girdi enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,in}$: Ortam ısısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{rd,mot}$: Üretece sağlanan geri kazanılmış girdi yakıt

Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerji dikkate alınmaz ($k_{rd,g} = 0$).

A.3 Isı pompası hesapları için varsayılan değerler

A.3.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları için performans katsayıları ve varsayılan güç değerleri

Tablo A.1 - Havadan suya ısı pompaları (besleme sıcaklığı 35°C)

Besleme sıcaklığı	35°C				
Dış hava sıcaklığı	-7°C	2°C	7°C	15°C	20°C
Bağıl ısıl çıktısı	0,72	0,88	1,04	1,25	1,36
Performans katsayısı (COP) (bugünkü)	2,70	3,10	3,70	4,30	4,90
Performans katsayısı (COP) (1979'dan 1994'e)	2,40	2,80	3,30	3,60	4,40
Performans katsayısı (COP) (1979 öncesi)	2,20	2,50	3,00	3,20	4,00

Tablo A.2 - Havadan suya ısı pompaları (besleme sıcaklığı 50°C)

Besleme sıcaklığı	50°C				
Dış hava sıcaklığı	-7°C	2°C	7°C	15°C	20°C
Bağıl ısıl çıktısı	0,68	0,84	1,00	1,24	1,29
Performans katsayısı (COP) (bugünkü)	2,00	2,30	2,80	3,30	3,50
Performans katsayısı (COP) (1979'dan 1994'e)	1,80	2,10	2,50	3,00	3,20
Performans katsayısı (COP) (1979 öncesi)	1,60	1,90	2,30	2,70	2,80

Tablo A.3 - Salamuradan suya ısı pompaları (besleme sıcaklıkları 35°C ve 50°C)

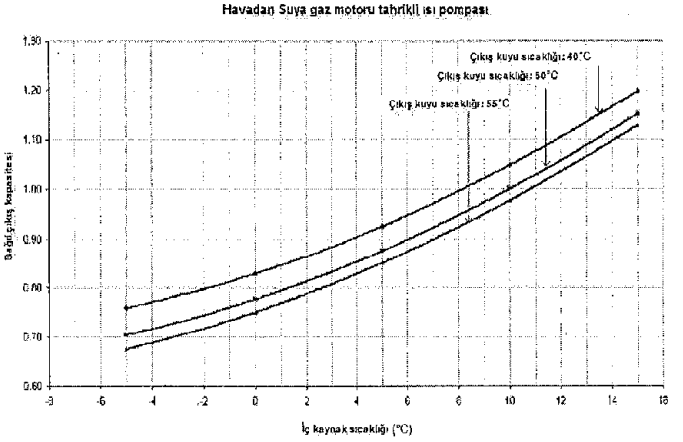
Besleme sıcaklığı	35°C			50°C		
Birincil devre sıcaklığı	-5°C	0°C	5°C	-5°C	0°C	5°C
Bağıl ısıl çıktısı	0,88	1,00	1,12	0,85	0,98	1,09
Performans katsayısı (COP) (bugünkü)	3,70	4,30	4,90	2,60	3,00	3,40
Performans katsayısı (COP) (1979'dan 1994'e)	3,00	3,50	4,00	2,10	2,40	2,80
Performans katsayısı (COP) (1979 öncesi)	2,70	3,10	3,50	1,90	2,20	2,50

Tablo A.4 - Sudan suya ısı pompaları (besleme sıcaklıkları 35°C ve 50°C)

Besleme sıcaklığı	35°C		50°C	
Birincil devre sıcaklığı	10°C	15°C	10°C	15°C
Bağıl ısıl çıktısı	1,07	1,20	1,00	1,13
Performans katsayısı (COP) (bugünkü)	5,50	6,00	3,80	4,10
Performans katsayısı (COP) (1979'dan 1994'e)	4,60	5,00	3,20	3,40
Performans katsayısı (COP) (1979 öncesi)	3,90	4,30	2,70	2,90

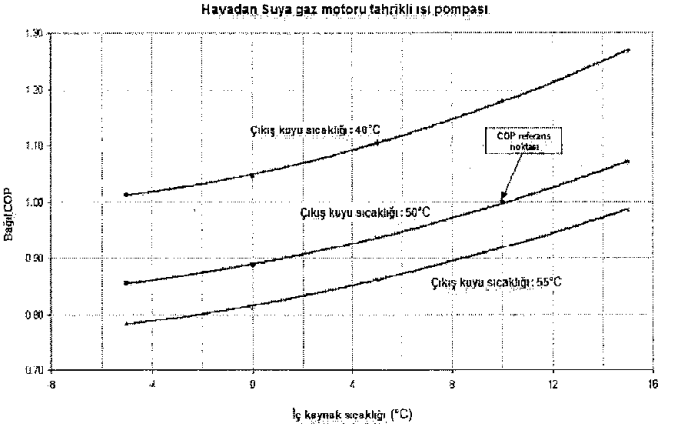
A.4 Motor (gaz yakıtlı) tahrikli ısı pompaları için performans katsayıları ve varsayılan güç değerleri

A.4.1 Havadan suya ısı pompaları



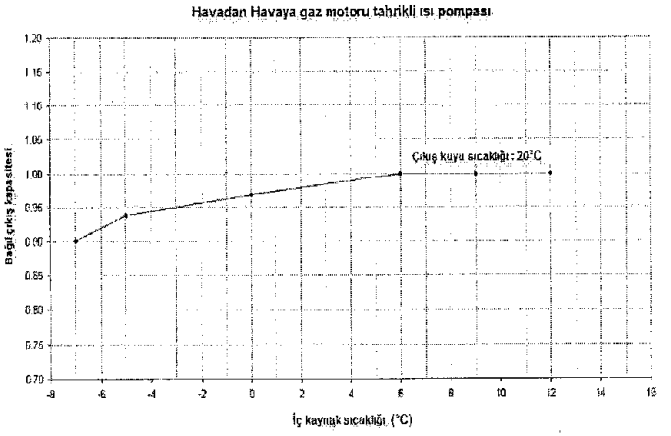
Şekil A.3 – Motor (gaz yakıtlı) tahrikli havadan suya ısı pompalarının çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında ısı çıktıları

A.4.2 Motor (gaz yakıtlı) tahrikli havadan suya ısı pompaları

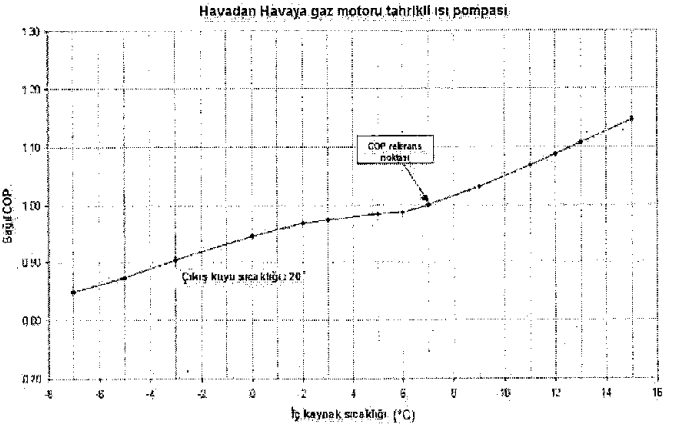


Şekil A.4 - Motor (gaz yakıtlı) tahrikli havadan suya ısı pompalarının çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında standart performans katsayıları (COP)

A.4.3 Havadan havaya ısı pompaları



Şekil A.5 - Motor (gaz yakıtlı) tahrikli havadan havaya ısı pompalarının ısı çıktıları

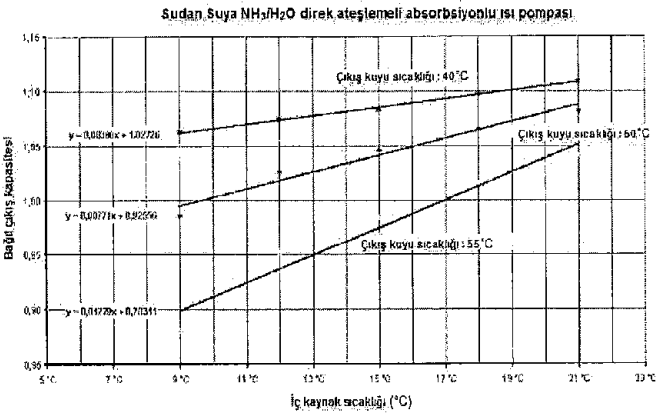


Şekil A.6 - Motor (gaz yakıtlı) tahrikli havadan havaya ısı pompalarının standart performans katsayıları (COP)

A.4.4 Absorbsiyonlu ısı pompaları

A.4.4.1 Isı çıktısı

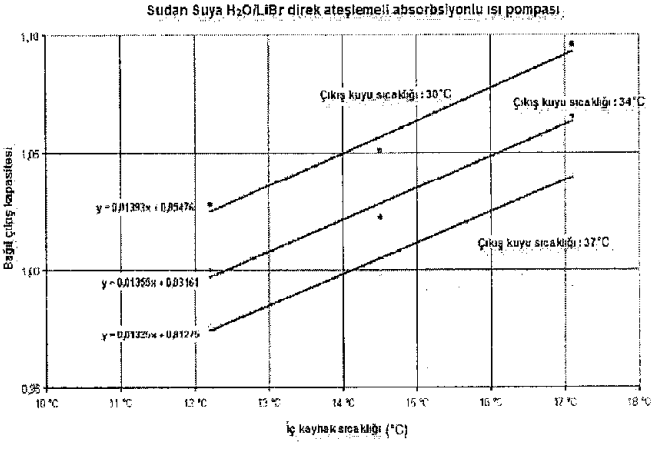
Amonyak / Su (NH_3 / H_2O) ısı pompaları için performans katsayısı (COP) ve varsayılan güç değerleri Sudan suya doğrudan yanmalı Amonyak / Su (NH_3 / H_2O) ısı pompaları



Şekil A.7 - Çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında sudan suya Amonyak / Su (NH_3 / H_2O) absorbsiyonlu ısı pompalarının ısı çıktısı

A.4.4.2 Su / Lityumbromür (H_2O / LiBr) ısı pompaları için performans katsayısı (COP) ve varsayılan güç değerleri

Sudan suya doğrudan yanmalı Su / Lityumbromür (H_2O / LiBr) absorbsiyonlu ısı pompaları



Şekil A.8 - Çeşitli kaynak ve kuyu sıcaklıklarında sudan suya Su / Lityumbromür (H_2O / LiBr) absorbsiyonlu ısı pompalarının ısı çıktısı

A.5 Kısmi yük çalışması için düzeltme faktörü

A.5.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları

Elektrik tahrikli ısı pompalarının performans faktörleri, büyük oranda kısmi yük davranışlarına bağlıdır. Kısmi yük davranışı, ısı dağıtım sisteminin eşdeğer performansından ve kW ısı çıktısı başına sıcak su hacminden etkilenir. Tampon depolama tankları ısı dağıtım sisteminin sıcak su hacminin bir parçası olarak sayılır.
Yük faktörü (FC) eşitlik 1.3.56 ya göre belirlenir.

Tablo A.5 - Radyatörlü elektrik tahrikli ısı pompalarının kısmi yük çalışması için düzeltme faktörü

Isı dağıtım sisteminin 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	80,0	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	96,0	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 - Yüzeyden ısıtma sistemli elektrik tahrikli ısı pompalarının kısmi yük çalışması için düzeltme faktörü

Isı dağıtım sisteminin tipi	Özellik	Boruların aralığı cm	Yük faktörü %									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Yüzeyden ısıtma	hafif	30	95,3	95,4	95,5	95,7	95,9	96,1	96,2	96,9	98,1	99,9
		20	97,1	97,2	97,2	97,3	97,4	97,4	97,6	97,9	98,4	99,9
		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
		20	97,8	97,8	97,9	98	98,1	98,1	98,2	98,4	98,8	99,9
		10	99,1	99,1	99,1	99,1	99,1	99,1	99,2	99,2	99,4	99,9

Ara değerler interpolasyonla bulunabilir.

A.5.2 Modülasyonlu brülörlü absorbsiyonlu ısı pompaları

Tablo A.7 - Absorbsiyonlu ısı pompalarının kısmi yük çalışması için düzeltme faktörü

	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.6 Kaynak ve kuyu sıcaklık düzeltmeleri için hesaplama yöntemi - Belirlenmiş ekserjitik verimli

Bu yöntem, tüm işletme aralığında sürecin termodinamik kalitesinin (niteliğinin) sabit kalması temeline dayanmaktadır. Sürecin termodinamik kalitesi (niteliği) sürecin gerçek performans katsayısının (COP) ideal Carnot performans katsayısına (COP_C) oranı olarak ekserjitik veya Carnot verimi ile ifade edilebilir. Böylece ekserjitik verim aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$\eta_{ex} = \frac{COP}{COP_C} \qquad \text{A.3}$$

η_{ex} : Ekserjitik veya Carnot verimi
COP : Performans katsayısı
COP_C : İdeal Carnot performans katsayısı

İdeal Carnot performans katsayısı (COP_C) eşitlik A.4 kullanılarak belirlenir.

$$COP_C = \frac{T_{hot}}{T_{hot} - T_{cold}} = \frac{\theta_{si} + 273{,}15}{\theta_{si} - \theta_{so}} \qquad \text{A.4}$$

COP_C : İdeal Carnot performans katsayısı
T_{hot} : Sürecin sıcak tarafındaki sıcaklık, (K)
T_{cold} : Sürecin soğuk tarafındaki sıcaklık, (K)
θ_{si} : Kuyu sıcaklığı, (°C)
θ_{so} : Kaynak sıcaklığı, (°C)

Hem kaynak hem de kuyu sıcaklıkları bu bağıntıyla dikkate alınabilir..
Değişen kaynak sıcaklıklarında etkin performans katsayısı (COP_{eff}) eşitlik A.5 kullanılarak hesaplanır.

$$COP_{eff} = COP_{standard} \cdot \frac{COP_{c,eff}}{COP_{c,standard}} \qquad \text{A.5}$$

COP_{eff} : Etkin kaynak sıcaklıklarında performans katsayısı
$COP_{standard}$: Standart koşullar altında performans katsayısı
$COP_{c,eff}$: Etkin kaynak sıcaklıklarında ideal Carnot performans katsayısı
$COP_{c,standard}$: Standart koşullar altında ideal Carnot performans katsayısı

Performans katsayısı üzerindeki sıcaklığın etkisini veya depolama kayıplarını telafi etmek için destek enerjisi tüketimini hesaba katan bir düzeltme faktörü aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$f_T = \frac{COP_{eff}}{COP_{standard}} = \frac{T_{si,out,eff} \cdot (\theta_{si,out,standard} - \theta_{so,in,standard})}{T_{si,out,standard} \cdot (\theta_{si,out,eff} - \theta_{so,in,eff})} \qquad \text{A.6}$$

f_T : Sıcaklığın varsayılan değerden sapmasını hesaba katan düzeltme faktörü
COP_{eff} : Etkin kaynak sıcaklıklarında performans katsayısı
$COP_{standard}$: Standart koşullar altında performans katsayısı
$T_{si,out,eff}$: Kuyu tarafındaki etkin çıkış sıcaklığı, (K)
$T_{si,out,standard}$: Standart koşullarda altında kuyu tarafındaki etkin çıkış sıcaklığı, (K)
$\theta_{so,in,eff}$: Kaynak tarafındaki etkin çıkış sıcaklığı, (°C)
$\theta_{so,in,standard}$: Standart koşullar altında kaynak tarafındaki giriş sıcaklığı, (°C)

Etkin sıcaklık koşulları altında performans katsayısı ve kayıplar (P_{es}) sıcaklık düzeltme faktörü (f_t) kullanılarak standart koşullardaki performans katsayısı ($COP_{w,t}$) ile düzeltilebilir.
Kuyu sıcaklığı (bununla birlikte performans katsayısı) çalışma dönemi sırasında değişir. Performans katsayısı eşitlik A.7 ye göre düzeltilir.

$$COP_c = \frac{\int_{\theta_{cw}}^{\theta_{hw}} \frac{\theta_{si} + 273{,}15}{(\theta_{si} - \theta_{so})} d\theta_{si}}{(\theta_{hw} - \theta_{cw})} \qquad \text{A.7}$$

COP_c : İdeal Carnot performans katsayısı
θ_{cw} : Soğuk su giriş sıcaklığı, (°C)

θ_{hw} : Kullanılan kullanım sıcak suyu sıcaklığı, (°C)
θ_{si} : Isı pompasının kuyu sıcaklığı, (°C)
θ_{so} : Isı pompasının kaynak sıcaklığı, (°C)

İntegral analitik olarak çözülebilir, böylece aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$COP_c = 1 + \frac{(\theta_{so}+273{,}15)}{(\theta_{hw}-\theta_{cw})} \cdot \ln\left(\frac{\theta_{hw}-\theta_{so}}{\theta_{cw}-\theta_{so}}\right) \qquad \text{A.8}$$

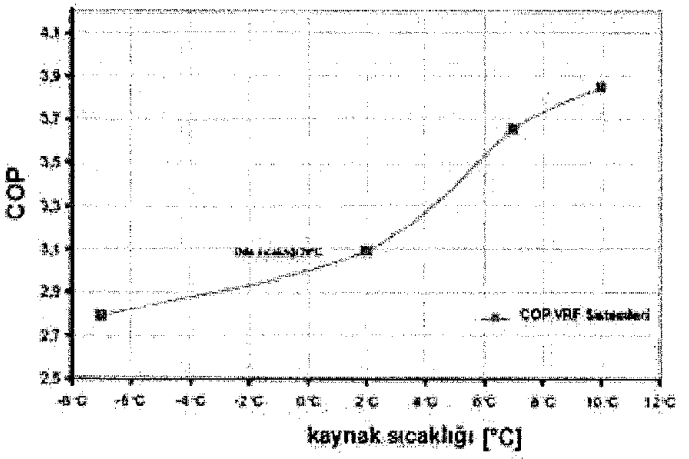
COP_c : İdeal Carnot performans katsayısı
θ_{cw} : Soğuk su giriş sıcaklığı, (°C)
θ_{hw} : Kullanılan kullanım sıcak suyu sıcaklığı, (°C)
θ_{si} : Isı pompasının kuyu sıcaklığı, (°C)
θ_{so} : Isı pompasının kaynak sıcaklığı, (°C)

A.7 Değişken soğutucu akışkan debili sistemler (VRF-VRV): bağıl ısı çıktı performansı

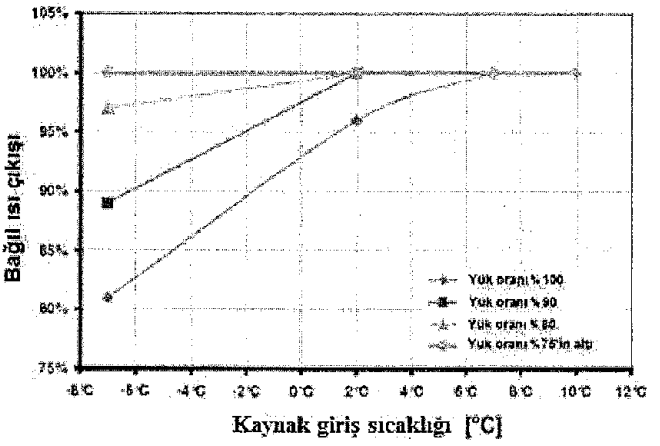
Tablo A.8 - Bağıl ısı çıktı performansı

Dış hava sıcaklığı, (°C)	-7	2	7	10
COP[a]	2,79	3,09	3,65	3,85
Bağıl ısı çıktısı				
Yük oranı 100%	0,81	0,96	1,00	1,00
Yük oranı 90%	0,89	1,00	1,00	1,00
Yük oranı 80%	0,97	1,00	1,00	1,00
Yük oranı 75% 'den az	1,00	1,00	1,00	1,00

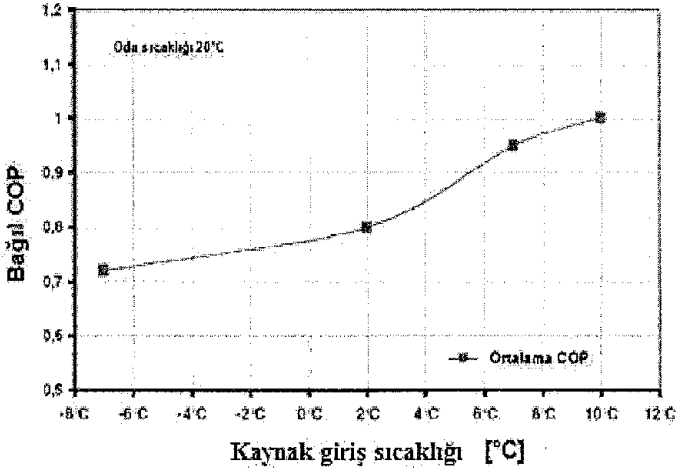
[a] 20°C oda sıcaklığı için COP ve yük oranları %10 ila %100 arasında (kar çözme (defrost) yok)



Şekil A.9 - Değişken soğutucu akışkan debili sistemler (VRF-VRV): %10 ila %100 arasındaki yük oranları için COP (ısıtma modu) değerleri



Şekil A.10 - Değişken soğutucu akışkan debili sistemler (VRF-VRV): Bağıl ısı çıktı performansı



Şekil A.11 - Değişken soğutucu akışkan debili sistemler (VRF-VRV): %10 ila %100 arasıdaki yük oranları için bağıl COP (ısıtma modu) değerleri

A.8 Bin Dataların Hazırlanması

Bin Data tabloları, her bir ay için ayrı ayrı, 1 °C sıcaklık sınıfları için hesaplanır. -50 °C minimum hava sıcaklığı ve +50 °C maksimum hava sıcaklığı olarak kullanılmaktadır. Sıcaklık aralığının geniş olması, çok sıcak ya da çok soğuk sıcaklıklı istasyonların oluşturulan tablolardan hariç tutulmasını engellemektedir.

Her ay ve her sıcaklık θe için, -35 °C ile +50 °C arasındaki θbin değerlerinin aralığı n için, θe'nin, $\Delta\theta bin = \theta bin_{n=n+1} - \theta bin_n = 1$ °C arasında olduğundaki saat sayısını toplayınız.

Örnek:
Ocak ayı tablosu için (-35 °C ile -34 °C sıcaklık aralığı örneği)
Ocak ayı dış sıcaklıkları dikkate alınarak -35 °C'ye eşit ve büyük, -34 °C'den küçük sıcaklıkların görülme saatlerinin sayısı toplanır ve elde edilen sayı 1.3.19 tablosunda ocak ayı sütünu -35 °C satırına yazılır. Aynı işlemler diğer aylar için tekrarlanır ve tablo oluşturulur.
Sembol ifadeleri aşağıdaki gibidir:
h Dikkate alınan aydaki saat sayısıdır
n Bin sayısıdır
$\theta bin_{n=1}$ = -35°C n=1 deki başlangıç bin sıcaklığıdır.

Her sıcaklık sınıfının saatleri (bin) toplamı, Tablo 1.3.20'deki gibi test noktalarına göre dağıtılır.
Tablo 1.3.20 formatında bin dataları üretme kuralı;
Her ay ve aşağıda belirtilen θ bin sıcaklık aralıkları için (-15 ila -2 arası örneği)
1.3.19 tablosundan ilgili ayda elde edilen frekans değerlerinden -15 °C ila – 2 °C'ye eşit sıcaklık aralığındaki değerler toplanarak 1.3.20 tablosunda ocak ayı satırı, 1. bin sütununa yazılır. Aynı işlemler diğer sıcaklık sınıfları ve aylar için tekrarlanarak tablo oluşturulur.

EK B

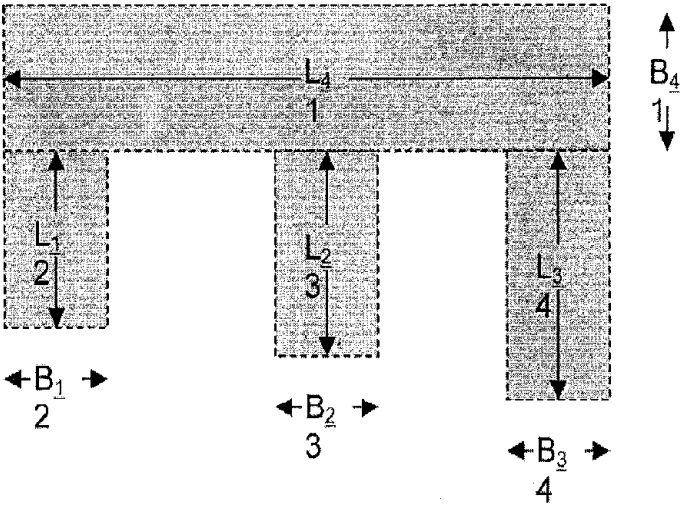
Binaların boyutlandırılması

B.1 Genel bilgi

Binaların boyutlandırılması uzunluk, genişlik ve aynı zamanda katların yükseklikleri ve sayısı ile tarif edilmektedir. Dikdörtgen şeklinde olmayan binalar olması durumunda, burada örnek olarak bir dizi boyutlandırma parametreleri gösterilmektedir.
Toplam bina uzunluğu (L_G) ve genişliğini (B_G) vermesi için tek tek boyutlar toplanır.

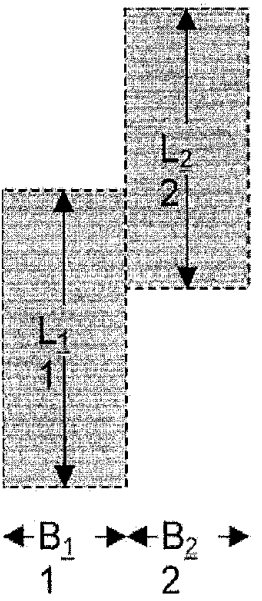
$$L_G = \sum_i L_i \quad \text{ve} \quad B_G = \frac{\sum_i L_i B_i}{L_G} \qquad \text{B.1}$$

Şekil B.1 bina geometrisinin dört örneğini göstermektedir.



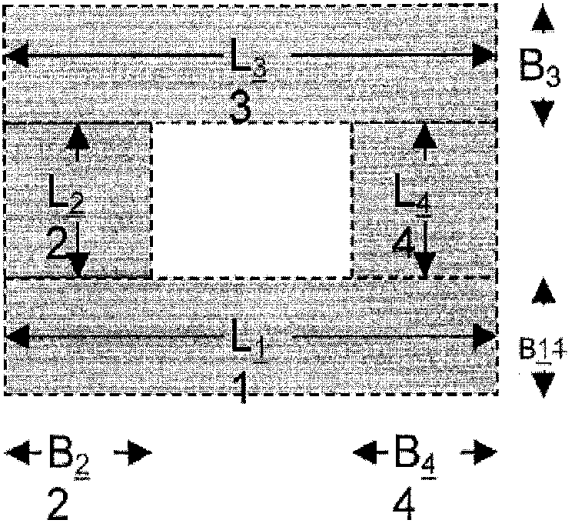
a) Örnek 1

Şekil B.1 Bina geometrisi



b) Örnek 2

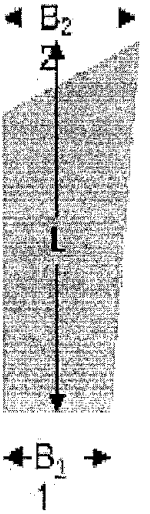
Şekil B.1 Bina geometrisi



c) Örnek 3

Şekil B.1 Bina geometrisi

Alternatif olarak, d örneğindeki gibi ortalama değerler kullanılabilir: $B_G = \frac{\sum_i B_i}{i}$



d) Örnek 4

Şekil B.1 Bina geometrisi

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III .

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

İÇİNDEKİLER

2. SOĞUTMA SİSTEMLERİ
2.1 Hesaplama yöntemleri
2.1.1 Isıtma sistemi için arayüz
2.2 İklimlendirme için enerji ihtiyacı
2.2.1 HVAC sistem elemanları için varsayılan değerler
2.2.2 Mahal şartlandırma (HVAC) sistemi seçimi için notlar
2.2.3 HVAC ısıtma serpantinleri için enerji ihtiyacı
2.2.4 Soğutma serpantinleri enerji ihtiyacı
2.2.5 Soğutma enerji ihtiyacı, mahal şartlandırma (soğutma)
2.2.6 Nemlendirme için enerji ihtiyacı
2.3 Kontrol ve yayılım, dağıtım ve depolama
2.3.1 Havalandırma sistemleri için ısıtma
2.3.2 Net soğutma enerjisi
2.3.3 Mahal şartlandırma için destek enerjisi
2.3.4 Nemlendirme için buhar
2.3.5 Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için destek enerji
2.3.6 Destek enerjisinin diğer biçimleri (yardımcı sürücüler)
2.4 Soğutma ve buhar üretimi için verilen enerji
2.4.1 Soğutma için enerji kullanımı
2.4.2 Buhar üretimi için verilen enerji
2.5 Verilen enerji
2.5.1 Soğutma için soğutma donanımı
2.5.2 Nemlendirme için buhar üretimi
2.5.3 HVAC ve iklimlendirme için destek enerjisi (elektrik)

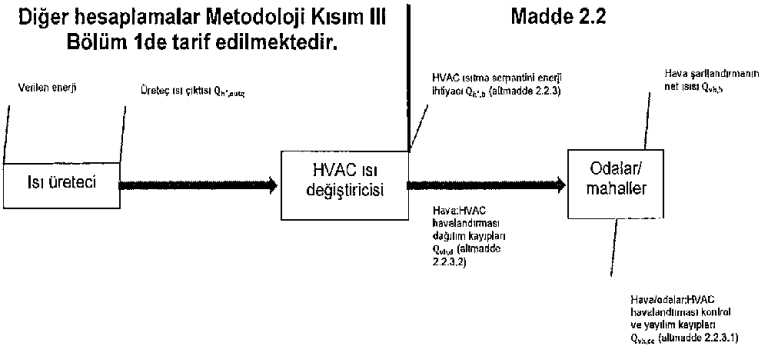
EK A

İKLİMLENDİRME İLE İLİŞKİLİ KARAKTERİSTİKLER
A.1 GENEL

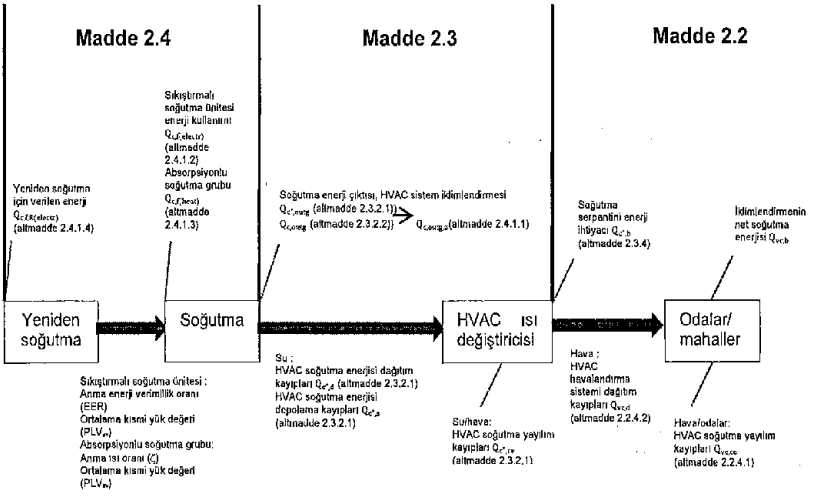
2. SOĞUTMA SİSTEMLERİ

2.1 Hesaplama yöntemleri

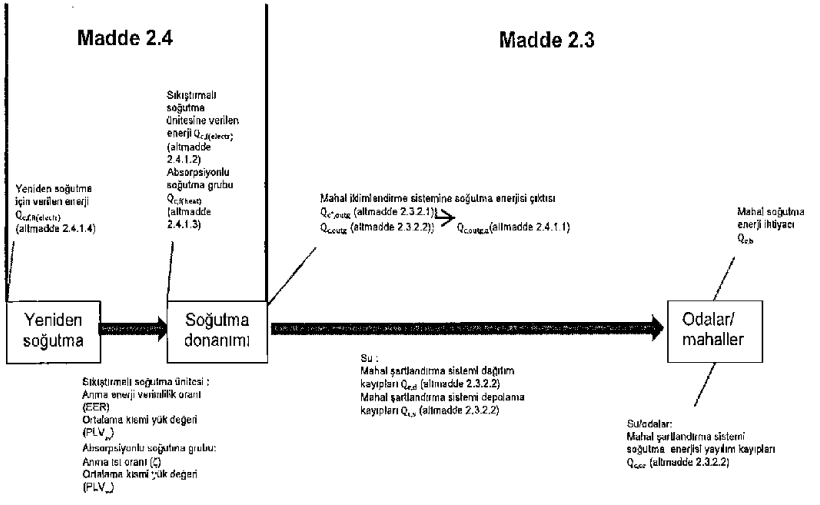
2.1.1'den 2.1.4'e kadar olan şekiller HVAC ısıtma, HVAC soğutma, mahal şartlandırma ve nemlendirme için buhar üretimi alt sistemleri için enerji kullanım (yani verilen enerji) hesaplarının yöntemlerini göstermektedir.



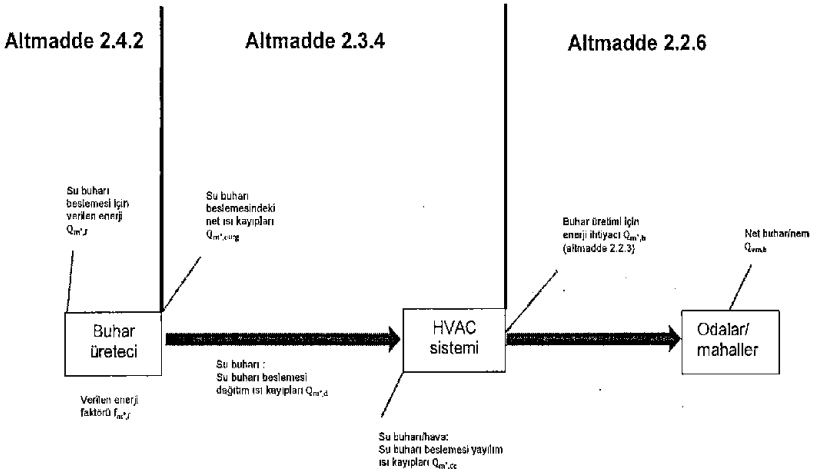
Şekil 2.1.1 - HVAC sistemi-ısıtma



Şekil 2.1.2 - HVAC sistemi-soğutma



Şekil 2.1.3 - Mahal şartlandırma-soğutma enerjisi



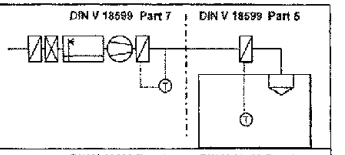
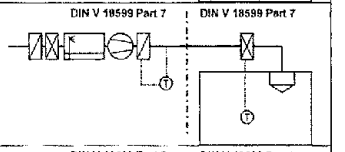
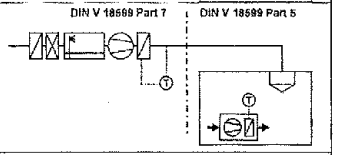
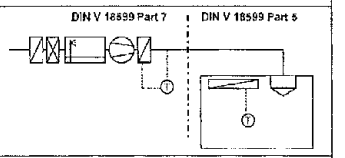
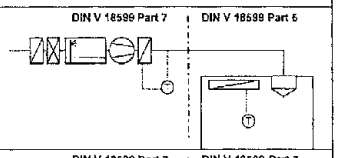
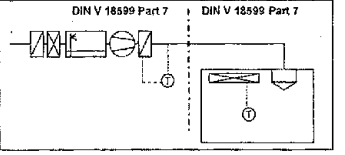
Şekil 2.1.4 - Nemlendirme için buhar üretimi

2.1.1 Isıtma sistemi için arayüz

Bu doküman, ısıtma, havalandırma ve hava şartlandırma ünitesinin (daha sonra HVAC ünitesi olarak anılacaktır) ısıtma serpantinine, net enerji ($Q_{h*,b}$) üretmek için gerekli olan enerjinin nasıl hesaplanacağını açıklamaktadır. Besleme havası sıcaklığı her zaman mahal sıcaklığından daha düşüktür.

Zonun ısıtılması için tüm sistemler Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de tarif edildiği gibi değerlendirilir.

Tablo 2.1.1 - Metodoloji Kısım III Bölüm 1 deki mahal ısıtma ile Metodoloji Kısım III Bölüm 2 deki mahal şartlandırma arasındaki sınırlama

Oda sıcaklığını elde etmek için besleme havasında yeniden ısıtma (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1) İklimlendirme ünitesinde dış havanın (ikincil hava dahil) ön ısıtılması ve yeniden ısıtılması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) Fanların elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])	
Oda sıcaklığını elde etmek için besleme havasında yeniden soğutma (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) İklimlendirme ünitesinde dış havanın (ikincil hava dahil) ana soğutulması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) Fanların elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])	
Oda sıcaklığını elde etmek için indüksiyon donanımı, fanlı konvektörler, hava ısıtıcıları, vs. vasıtasıyla zonda ikincil hava ısıtması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1) İkincil fanların elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1) İklimlendirme ünitesinde dış havanın (ve ikincil hava kısmı) ön ısıtılması ve yeniden ısıtılması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) Merkezi iklimlendirme ünitesi fanlarının elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])	
Oda sıcaklığını elde etmek için indüksiyon donanımı, fanlı konvektörler, hava soğutucuları, vs. vasıtasıyla zonda ikincil hava soğutması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) İkincil fanların elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) İklimlendirme ünitesinde dış havanın (ve ikincil hava kısmı) ana soğutulması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) Merkezi iklimlendirme ünitesi fanlarının elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])	
Oda sıcaklığını elde etmek için konvektörler, ısıtılmış tavanlar, döşemeden ısıtma, gömülü sistemler, vs. vasıtasıyla zonda statik ısıtma (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1) İklimlendirme ünitesinde dış havanın (ve ikincil hava kısmı) ön ısıtılması ve yeniden ısıtılması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) Merkezi iklimlendirme ünitesi fanlarının elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])	
Oda sıcaklığını elde etmek için konvektörler, soğutulmuş tavanlar, döşemeden soğutma, gömülü sistemler, vs. vasıtasıyla zonda statik soğutma (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1) İklimlendirme ünitesinde dış havanın (ve ikincil hava kısmı) ön ısıtılması ve yeniden ısıtılması (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 2) Merkezi iklimlendirme ünitesi fanlarının elektrik enerjisi gereksinimi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])	

2.2 İklimlendirme için enerji ihtiyacı

Merkezi bir HVAC ünitesinde iklimlendirme için enerji ihtiyacı (net enerji) Tablo 2.2.1'de verilen varsayılan değerler dikkate alınarak Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklanan simulasyon karakteristikleri ile hesaplanır.

2.2.1 HVAC sistem elemanları için varsayılan değerler

2.2.1.1 Fanlar

Tablo 2.2.1 fanlar için varsayılan değerleri göstermektedir.

Tablo 2.2.1 - Fanlar için varsayılan değerler

Fanlar SFP 4 (bkz. tst EN 13779)	Fan özgül gücü P_{SFP}	Fan toplam verimi η_{tot} = %60 olduğunda, toplam basınç artışı Δp_{tot} $P_{SFP} = \Delta p_{tot}/\eta_{tot}$
Egzoz havası fanları	1,25 kW/(m³/s)	750 Pa
Isıtmalı besleme havası fanları	1,60 kW/(m³/s)	960 Pa
Besleme havası fanları, (kısmi)	2,00	1200 Pa

iklimlendirme sistemleri	kW/(m³/s)	

Tablo 2.2.1'de verilen değerlerden daha iyi değerler enerji verimliliğini kanıtlamak için hesaplarda kullanılabilir ise, özgül fan gücü (SFP) (Specific Fan Power) değeri tst EN 13779'de açıklandığı gibi kanıtlanabilir.
Değişken hava debili sistemlerde, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi hesaplar için gerekli sabit basıncın toplam basınca oranı; $f_p = 0{,}4$ 'tür

2.2.1.2 Isı geri kazanımı

Tablo 2.2.2 ısı geri kazanım sistem çözümleri için varsayılan değerleri göstermektedir.

Tablo 2.2.2 - Isı geri kazanım sistem çözümleri için varsayılan değerler (kullanılabilir kazançlar)

Isı geri kazanımı	Geri kazanılmış ısı katsayısı η_t, φ	Geri kazanılmış nem katsayısı η_x, ψ
Sabit plakalı ısı değiştiricileri	0,50	-
Sabit plakalı ısı değiştiricileri – çapraz/zıt akışlı	0,65	-
Kompakt entegre akışkan dolaşımlı serpantli ısı değiştirici	0,40	-
Yüksek verimli serpantinli ters akışlı ısı değiştiricileri – entegre akışkan dolaşımlı	0,70	-
Dönel (rotary) ısı değiştiricileri – absorbsiyon malzemesi olmayan	0,70	0
Dönel (rotary) ısı değiştiricileri – absorbsiyon malzemesi olan	0,70	0,70

Enerji performansının kanıtı için planlamada daha iyi değerler kullanılır ise, bu kanıt TS EN 308'e uygun olarak sağlanacaktır. Isıtma göz önüne alındığında, jeotermal ısı değiştiricileri Metodoloji Kısım III Bölüm 3 e (1,4 faktörü ile) göre değerlendirilecektir; ancak soğutma göz önüne alındığında göz ardı edilmelidir.

2.2.2 Mahal şartlandırma (HVAC) sistemi seçimi için notlar

Mevcut dokümanda, ne besleme havası ile mahal havası sıcaklıkları arasındaki farkın, ne de besleme havası debisinin sınırlandırılmasına ilişkin genel geçerli değerlendirme yapmak mümkün değildir.
Havalandırma sistemi tst EN 13779'de tanımlandığı gibi ısıl konforu sağlamalıdır. Minimum ve maksimum besleme havası sıcaklıkları ve debileri tasarım sırasında tanımlanmalı ve belgelendirilmelidir.
İklimlendirme ve havalandırma sistemi tipine ve mahal içerisindeki hava dolaşımına bağlı olarak, terminal ünitesini terk ettiği noktadaki besleme havası sıcaklığı ile zondaki ortalama mahal havası sıcaklığı arasındaki fark aşılmamalıdır.

Tablo 2.2.3 - Mahal şartlandırma sisteminin tipine göre besleme havası sıcaklık farkı için varsayılan değerler (sadece enerji performansının kanıtı için kullanılabilir, tasarım amaçlı değildir.)

Havalandırma sistemi/hava besleme şekli	Çıkış noktasındaki besleme havası sıcaklığı ile ortalama mahal ayar sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı için hesap değerleri	
	Soğutma	Isıtma
Türbülanslı akış, doğrusal (linear) yayıcılar, burgulu (swirl) yayıcı	8 K	6 K
Hava menfezleri	6 K	4 K
Düşük hızlı yayılım	4 K	2 K
Jet lüle (nozül)	8 K	8 K
İndüksiyonlu sistem, birincil havalı fan-coil	10 K (birincil hava)	10 K (birincil hava
Hava soğutmalı tavanlar	10 K	-

2.2.3 HVAC ısıtma serpantinleri için enerji ihtiyacı

Aşağıdaki eşitlik HVAC ısıtma serpantinleri için enerji ihtiyacını hesaplamada kullanılacak genel bir yöntem vermektedir.

$$Q_{h^*,b} = Q_{vh,b} + Q_{vh,ce} + Q_{vh,d} \qquad 2.2.1$$

$Q_{h^*,b}$: Isıtma serpantini için enerji ihtiyacı, (kWh)

$Q_{vh,b}$: İklimlendirmenin net ısısı, (kWh) (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])
$Q_{vh,ce}$: HVAC havalandırma sistemi kontrol ve yayılım kayıpları, (kWh)
$Q_{vh,d}$: HVAC havalandırma sistemi dağıtım kayıpları,(kWh)

2.2.3.1 HVAC havalandırma sistemi kontrol ve yayılım kayıpları (hava dolaşım ısı kayıpları)

Çok çeşitli sistem tasarımları nedeniyle kontrol ve yayılım için standart bir hesaplama yöntemi yoktur. Tasarım boyut hesapları için herhangi bir rehberin olmadığı yerde, hesaplar $\eta_{vh,ce}$ = 0,9 sabit faktörü kullanılarak yapılacaktır.

$$Q_{vh,ce} = \left(1 - \eta_{vh,ce}\right) \cdot Q_{vh,b} \qquad 2.2.2$$

$\eta_{vh,ce}$: Mahale olan kontrol ve yayılım verimi (ısıtma havası dolaşımı)

2.2.3.2 HVAC havalandırma sistemi dağıtım kayıpları (hava taşıma ısı kayıpları)

Besleme hava sıcaklığı, mahal ayar sıcaklığından 10 K yüksek veya düşük olduğu sürece, hava dağıtım sistemi için gerekli olan ısı aşağıdaki gibi kabul edilir.
Binanın ısıl zarfı (soğutulmuş/ısıtılmış zon) içerisindeki hava dağıtımı:

$Q_{vh,d} = 0$ (toplam enerji dengesi bakımından, ısı binanın faydası için)

Kanalların ve donanımların bir kısmının kurulumu ısıl zarfın (soğutulumuş/ısıtılmış zon) dışına yapılmış ise, bu kısımlar zarf dışında kalan yüzey alanı ile ilişkili olarak değerlendirilir. Bu durumda, en az 0,04 W/(m ·K) ısıl iletkenlik katsayısına ve 50 mm kalınlığa sahip yalıtım malzemesi ile kaplandığı varsayılır.

$$Q_{vh,d} = \frac{f_{vh,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{h^*,op,mth}}{1000} \qquad 2.2.3$$

$Q_{vh,d}$: HVAC havalandırma sistemi dağıtım kayıpları, (kWh)
$f_{vh,d}$: Hava dağıtımı (ısıtma) için ısı kayıp katsayısı, 16 W/m^2
$A_{K,A}$: Binanın dışında kalan yüzey alanı, (m^2)
$t_{h^*,op,mth}$: HVAC ısıtma sistemi için gerekli süre (ilgili aydaki),

Besleme havası sıcaklıkları Δt > 10 K olan hava ısıtma sistemleri için $Q_{vh,d}$, ayrı, detaylı olarak hesaplanmalıdır ve bu hesaplar belgelendirilmelidir.

2.2.3.3 Kaçak oranları

Besleme havası sıcaklığı mahal ayar sıcaklığından sadece biraz (yani <10 K) yüksek olduğu sürece, kanal kaçaklarını telafi etmek için gerekli ısı ihmal edilebilir.
Merkezi havalandırma sistemi için tasarım hava debisi değeri tüm zonlar/kullanım birimleri için gerekli hava debilerinin toplamıdır. Isıl zarf içerisinde meydana gelen herhangi bir kaçak için hiçbir ekleme yapılmaz. Besleme havası sıcaklıkları Δt > 10 K olan hava ısıtma sistemlerinin denge hesapları ayrı, ayrıntılı olarak yapılmalıdır ve bu hesaplar belgelendirilmelidir.

2.2.3.4 HVAC ısıtma serpantinleri için sıcak su sistemi sıcaklığı

Planlama amacıyla, HVAC sistemindeki ön ısıtma ve yeniden ısıtma üniteleri için sıcak su besleme sıcaklığı ($\theta_{h^*,op}$), her ay için ortalama değer olarak belirtilecektir. Herhangi bir tasarım verisi yoksa, aşağıdaki varsayılan değer kabul edilir.
$\theta_{h^*} = 70/55\ °C$

2.2.3.5 HVAC ısıtma serpantileri için gerekli süre

HVAC sisteminin merkezi ısıtma serpantinleri için aylık gerekli süre yıllık gerekli süreden aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$t_{h^*,op,mth} = \frac{t_{H,r} \cdot b_{vh,mth}}{b_{vh,a}} \qquad 2.2.4$$

eğer $t_{h^*,op,mth} > t_{RLT-Betrieb,mth}$, ise $t_{h^*,op,mth} = t_{RLT-Betrieb,mth}$;

eğer $t_{h^*,op,mth} < 0{,}1 \cdot t_{RLT-Betrieb,mth}$, ise $t_{h^*,op,mth} = 0{,}1 \cdot t_{RLT-Betrieb,mth}$ (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den)

$$b_{vh,mth} = \frac{Q_{vh,b}}{\dot{Q}_H^*} \qquad 2.2.5$$

$$b_{vh,a} = \sum_1^{12} b_{vh,month} \qquad 2.2.6$$

t_H : Isıtma serpantininin yıllık çalışma süresi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]);
$\dot{Q}^*_{H,max}$: HVAC sisteminin maksimum ısıtma gücü (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]);
b_{vh} : HVAC ısıtma tam kullanım saatleri sayısı (aylık; yıllık)

2.2.4 Soğutma serpantinleri enerji ihtiyacı

Aşağıdaki eşitlik HVAC soğutma serpantinleri enerji ihtiyacını hesaplanmak için genel bir yöntem vermektedir.

$$Q_{c^*,b} = Q_{vc,b} + Q_{vc,ce} + Q_{vc,d} \qquad 2.2.7$$

$Q_{c^*,b}$: Soğutma serpantini için enerji ihtiyacı, (kWh)
$Q_{vc,b}$: İklimlendirme net soğutma enerjisi, (kWh) (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10])
$Q_{vc,ce}$: HVAC havalandırma sistemi kontrol ve yayılım kaybı, (kWh)
$Q_{vc,d}$: HVAC havalandırma sistemi dağıtım kaybı, (kWh)

2.2.4.1 Havanın mahale olan kontrol ve yayılımı için ısı ihtiyacı

Hava debisi ve besleme havası sıcaklıkları tasarım aşamasında zaten havalandırma sistemi ve hava taşıma ve dağıtım modlarının fonksiyonu olarak tanımlanmışsa, gerekli enerjiyle ilgili bağımlılık bu miktarlarla yeterince açıklanmıştır. Tasarım hesapları için herhangi bir rehberin olmadığı yerde, hesaplar $\eta_{vc,ce} = 1$ sabit faktörü kullanılarak yapılır.

$$Q_{vc,ce} = \left(1 - \eta_{vc,ce}\right) \cdot Q_{vc,b} \qquad 2.2.8$$

$\eta_{vc,ce}$: Mahale olan kontrol ve yayılım verimi (soğutma havası taşıma ve dağıtımı)

2.2.4.2 Hava dağıtımı için ısı ihtiyacı (hava taşınması sırasındaki ısı kayıpları)

Besleme hava sıcaklığı mahal ayar sıcaklığından sadece biraz (yani -10 K'den fazla değil) düşük olduğu sürece, hava dağıtım sistemi için gerekli olan ısı aşağıdaki gibi kabul edilir.

Hava dağıtımının binanın ısıl zarfının içinde olması durumunda;

$$Q_{vc,d} = 0$$

Hava dağıtımının binanın ısıl zarfının dışında olması durumunda;

Kanalların ve donanımların bir kısmının kurulumu ısıl zarfın (soğutulumuş/ısıtılmış zon) dışına yapılmış ise, bu kısımlar zarf dışında kalan yüzey alanı ile ilişkili olarak değerlendirilir. Bu durumda, en az 0,04 W/(m ·K) ısıl iletkenlik katsayısına ve 50 mm kalınlığa sahip yalıtım malzemesi ile kaplandığı varsayılır.

$$Q_{vc,d} = \frac{f_{vc,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{c^*,op,mth}}{1000} \qquad 2.2.9$$

$Q_{vc,d}$: HVAC havalandırma sistemi için dağıtım kaybı, (kWh)
$f_{vc,d}$: Soğutma faktörü, 9 W/ m^2 alınır.
$A_{K,A}$: Bina dışındaki hava kanalı yüzey alanı, (m^2)
$t_{c^*,op,mth}$: HVAC soğutması için gerekli süre (ilgili aydaki),

Besleme havası sıcaklığı mahal ayar sıcaklığından sadece biraz (<-10 K) düşük olduğu sürece, kanal kaçaklarını telafi etmek için gerekli ısı ihmal edilebilir.
Merkezi havalandırma sistemi için tasarım hava debisi değeri tüm zonlar/kullanım birimleri için gerekli hava debilerinin toplamıdır. Isıl zarf içerisinde meydana gelen herhangi bir kaçak için hiçbir ekleme yapılmaz.

2.2.4.3 HVAC soğutma serpantinleri için gerekli süre

HVAC sisteminin merkezi soğutma serpantinleri için aylık gerekli süre yıllık gerekli süreden aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$t_{C^*,op,mth} = \frac{t_{C,r} \cdot b_{VC^*,mth}}{b_{VC^*,a}} \qquad 2.2.10$$

$$b_{VC^*,mth} = \frac{Q_{VC^*,b}}{\dot{Q}_{C^*,max}} \qquad 2.2.11$$

$$b_{VC^*,a} = \sum_1^{12} Q_{VC^*,mth} \qquad 2.2.12$$

$t_{C,r}$: Soğutma serpantini bağıl yıllık çalışma süresi (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]);
$\dot{Q}_{C^*,max}$: HVAC sistemi maksimum soğutma gücü (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]);
b_{VC^*} : HVAC soğutma tam kullanım saatleri sayısı (aylık; yıllık)

2.2.5 Soğutma enerji ihtiyacı, mahal şartlandırma (soğutma)

Bina zonu soğutma enerji ihtiyacı ($Q_{c,b}$), net enerjide belirtildiği gibi hesaplanır.

2.2.5.1 Mahal şartlandırma için gerekli süre

Mahal şartlandırma için gerekli süre net enerjideki gibi alınır.
Hesaplarda, aylık soğutma süresi ($t_{C,op}$) için varsayılan bir değer olarak, minimum kullanımda $\beta_{c,grenz}$ = 0,15 mevsimlik çalışma süresi kullanılır. İhtiyaca bağlı mahal soğutma hesapları, Tablo 2.2.4'te verilen minimum kullanım faktörleri kullanılarak yapılacaktır.

Tablo 2.2.4 - İhtiyaca bağlı mahal soğutma için minimum kullanım faktörleri

İklimlendirme sistemi	Minimum kullanım faktörü $\beta_{c,grenz}$
Dış hava iklimlendirme sistemi ile birlikte ek mahal soğutma sistemi (örn. hava-su iklimlendirme sistemi veya ek dış iklimlendirme sistemi ile birlikte mahal iklimlendirme)	0,6
Dış hava iklimlendirme sistemi olmadan mahal soğutma (örn. pencere havalandırmalı mahal iklimlendirme sistemi, pencere havalandırmalı fanlı konvektörler)	0,3

2.2.6 Nemlendirme için enerji ihtiyacı

Merkezi hava nemlendirme için enerji ihtiyacı, genel olarak aşağıdaki iki durum için hesaplanır;

– su ile hava nemlendirme (püskürtmeli, damlamalı, temaslı nemlendirici)
– buhar ile hava nemlendirme (elektrikle üretilen, gaz, sıvı yakıt kullanılarak üretilen veya bölgesel ısıtma buharından)
Aşağıdaki bağıntıda simülasyon karakteristikleri kullanılarak;

$$Q_{m^*,b} = Q_{vm,b} \qquad 2.2.13$$

$Q_{m^*,b}$: Buhar üretecinin net buhar enerjisi
$Q_{vm,b}$: İklimlendirme için net buhar/net nem

Su ile hava nemlendirilmesi durumunda, ısıtma serpantini enerji ihtiyacı ile ilgili proses simülasyon karakteristiklerinde gerekli ısı enerjisi zaten yer almaktadır.
Buharla hava nemlendirmede, kontrol, yayılım ve üretim için basit bir yöntem kullanılacaktır.

2.3 Kontrol ve yayılım, dağıtım ve depolama

2.3.1 Havalandırma sistemleri için ısıtma

HVAC ısıtması için üreteç ısı çıktısı ($Q_{h^*,outg}$), Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklanan yöntem kullanılarak hesaplanır. Doğrudan yanmalı merkezi ikimlendirme tesisleri bu dokümanda ele alınmamıştır.

2.3.2 Net soğutma enerjisi

HVAC soğutma sisteminin ve mahal şartlandırma sisteminin net soğutma enerjisi gerekli her tip enerji için ayrı ayrı hesaplanır ve daha sonra değerler ilgili dağıtım sistemleri ve üretim üniteleri için sırasıyla toplanır.

2.3.2.1 HVAC sistemi için soğutma enerjisi

HVAC sistemi soğutucu enerji çıktısını hesaplamak için aşağıdaki genel eşitlik kullanılır;

$$Q_{c^*,outg} = Q_{c^*,b} + Q_{c^*,ce} + Q_{c^*,d} + Q_{c^*,s} \qquad 2.3.1$$

$Q_{c^*,outg}$: HVAC sistemi soğutucu enerji çıktısı,
$Q_{c^*,b}$: Soğutma serpantini için net enerji,
$Q_{c^*,ce}$: HVAC sistemi için kontrol ve yayılım soğutma enerjisi kaybı,
$Q_{c^*,d}$: HVAC sistemi için dağıtım soğutma enerjisi kaybı,
$Q_{c^*,s}$: HVAC sistemi için depolama soğutma enerjisi kaybı.

Basit soğutma hesaplama yöntemi kullanılır ise, herbir bileşen Tablo 2.3.1'de gösterildiği gibi değerlendirilir.

$$Q_{c^*,ce} = \left(\left(1 - \eta_{c^*,ce}\right) + \left(1 - \eta_{c^*,ce,sens}\right)\right) \cdot Q_{c^*,b} \qquad 2.3.2$$

$Q_{c^*,ce}$: HVAC sistemi için kontrol ve yayılım soğutma enerjisi kaybı,
$\eta_{c^*,ce}$: HVAC sistemi için kontrol ve yayılım soğutma verimi (sabit),
$\eta_{c^*,ce,sens}$: HVAC sistemi için kontrol ve yayılım duyulur soğutma verimi. Bu ifade mevcut hava soğutma donanımlarındaki istenmeyen nem almayı da içine alır. Bu etki Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] deki simülasyon karakteristik değerlerinde dikkate alınmamıştır.

$$Q_{c^*,d} = \left(1 - \eta_{c^*,d}\right) \cdot Q_{c^*,b} \qquad 2.3.3$$

$Q_{c^*,d}$: HVAC sistemi için dağıtım soğutma enerjisi kaybı
$\eta_{c^*,d}$: HVAC sistemi için dağıtım verimi

HVAC sistemi için depolama soğutma enerjisi kaybı ihmal edilir.

$$Q_{c^*,s} = 0 \qquad 2.3.4$$

Hava soğutma ve nem almanın HVAC ünitesine entegre edildiği kombinasyonlarda veya soğutulmuş su sistemleriyle mahal şartlandırma (nem alma seçeneğiyle) veya bireysel oda hava şartlandırıcılar kullanıldığında, mahal şartlandırmanın ve HVAC soğutmasının daha elverişsiz durum faktörü, $\eta_{c^*,ce,sens}$ sadece HVAC sisteminin dış havayı soğutması için bir kez uygulanır. Mahal şartlandırması için böyle durumlarda $\eta_{c^*,ce,sens} = 1$ alınabilir.

Tablo 2.3.1 - HVAC sistemi soğutma faktörleri (ortalama yıllık değer)

Soğutma sistemi	$\eta_{c^*,ce,sens}$			$\eta_{c^*,ce}$	$\eta_{c^*,d}$
Nem ihtiyacı	Hiçbiri	Toleranslı	Toleranssız		
Soğutulmuş su 6/12	0,87	0,94	1,00	0,90	0,95 (borular binanın içinde) 0,90 (borular binanın içinde)
Soğutulmuş su 14/18	1,00	1,00	1,00	0,90	0,95 (borular binanın içinde) 0,90 (borular binanın içinde)

Soğutulmuş su 18/20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Doğrudan genleşmeli (DX)	0,87	0,94	1,00	0,90	0,95 (borular binanın içinde) 0,90 (borular binanın içinde)

Soğutulmuş su giriş sıcaklığı için diğer ara değerler interpolasyonla bulunacaktır.
Birdenfazla üreteç devresi yer alıyorsa, HVAC soğutma sistemi soğutma enerjisi çıktısı her soğutma üreteç sistemi için ayrı ayrı hesaplanmalı ve daha sonra verilen enerji değerlendirmesi madde 2.4.1 de açıklandığı gibi uygulanmalıdır.

2.3.2.2 Mahal şartlandırma için soğutma enerjisi

Mahal şartlandırma sistemi soğutucu enerji çıktısını hesaplamak için aşağıdaki genel eşitlik kullanılır;

$$Q_{c,outg} = Q_{c,b} + Q_{c,ce} + Q_{c,d} + Q_{c,s} \qquad 2.3.5$$

$Q_{c,outg}$: Mahal şartlandırma sistemi soğutucu enerji çıktısı
$Q_{c,b}$: Mahal şartlandırma için net enerji
$Q_{c,ce}$: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve yayılım soğutma enerjisi kaybı,
$Q_{c,d}$: Mahal şartlandırma sistemi için dağıtım soğutma enerjisi kaybı,
$Q_{c,s}$: Mahal şartlandırma sistemi için depolama soğutma enerjisi kaybı,

Basitleştirilmiş soğutma hesap yöntemi çerçevesinde, herbir bileşen Tablo 2.3.2'de gösterildiği gibi değerlendirilir.

$$Q_{c,ce} = \left(\left(1 - \eta_{c,ce}\right) + \left(1 - \eta_{c,ce,sens}\right)\right) \cdot Q_{c,b} \qquad 2.3.6$$

$Q_{c,ce}$: Soğutma sistemi kontrol ve yayılım soğutma enerjisi kaybı
$\eta_{c,ce}$: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve yayılım verimi
$\eta_{c,ce,sens}$: Mahal şartlandırma sistemi için kontrol ve yayılım duyulur verimi (bkz. tablo 2.3.2). Bu mevcut hava soğutma donanımlarındaki istenmeyen nem almayı da içine alır.

$$Q_{c,d} = \left(1 - \eta_{c,d}\right) \cdot Q_{c,b} \qquad 2.3.7$$

$Q_{c,d}$: Soğutma sistemi dağıtım soğutma enerjisi kaybı
$\eta_{c,d}$: Mahal şartlandırma sistemi için dağıtım verimi

Mahal şartlandırma sistemi için depolama soğutma enerjisi kaybı ihmal edilir.

$$Q_{c,s} = 0 \qquad 2.3.8$$

Tablo 2.3.2 - Mahal şartlandırma sistemi için faktörler (ortalama yıllık değerler)

Soğutma sistemi	$\eta_{c,ce,sens}$	$\eta_{c,ce}$	$\eta_{c,d}$
Soğutulmuş su 6/12	0,87	1,00	0,90
Soğutulmuş su 8/14 (örn. fan-coil)	0,90	1,00	0,90
Soğutulmuş su 14/18 (örn. fan-coil, indüksiyon)	1,00	1,00	1,00
Soğutulmuş su 16/18 (örn. soğutulmuş tavan)	1,00	1,00	1,00
Soğutulmuş su 18/20 (örn. gömülü sistemler)	1,00	0,90	1,00

Doğrudan genleşmeli (DX)	0,87	1	0,9 = 1 zaten cihaz içerisinde değerlendirilmişse

Birdenfazla üreteç devresi yer alıyor ise, mahal şartlandırma sistemi soğutma enerjisi çıktısı her soğutma üreteç sistemi için ayrı ayrı hesaplanmalı ve daha sonra verilen enerji değerlendirmesi 2.4.1'de açıklandığı gibi uygulanmalıdır. Soğutma sisteminden olan iç ısı ihmal edilir ve aşağıda dikkate alınmayacaktır.

2.3.3 Mahal şartlandırma için destek enerjisi

Mahal şartlandırma için ikincil hava fanlarının elektrik enerjisi ihtiyacı ($Q_{c,ce,aux}$), cihazın tipi ve herbir cihazın tasarımı ile ilişkili olarak hesaplanır. Belirtilen enerji ihtiyacı çok kademeli hız kontrol cihazı anlamına gelir (fan konvektörlerinin 1000 saat işletme ve soğutma sisteminin tam kapasitede 500 saat kullanımına dayanmaktadır).

$$Q_{c,ce,aux} = \frac{f_{c,ce,aux} \cdot Q_{c,outg} \cdot t_{c,op}}{1000 \cdot h} \qquad 2.3.9$$

$f_{c,ce,aux}$: İkincil hava fanlarının özgül enerji ihtiyacı,
$Q_{c,outg}$: Mahal şartlandırma için soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)
$t_{c,op}$: Mahal şartlandırma ihtiyacı süresi.

Tablo 2.3.3 - Mahal şartlandırmada fanların özgül enerji ihtiyacı için varsayılan değerler

	Anma gücü kW/kW	$f_{c,ce,aux}$ kWh/kWh
Mahal şartlandırıcı: DX iç üniteler, kanallı hava dağıtımı ve özel hava çıkışları	0,030	0,060
Mahal şartlandırıcı: DX iç üniteler, kasetli tavan tipi	0,020	0,040
Mahal şartlandırıcı : DX iç üniteleri , duvar veya parapete monteli	0,020	0,040
Soğutulmuş sulu fan coil, parapet ve tavan montajlı Soğutulmuş su 6 ℃	0,020	0,040
Soğutulmuş sulu fan coil, parapet ve tavan montajlı Soğutulmuş su 14 ℃	0,035	0,070
Soğutulmuş sulu fan coil, tavan montajlı ve kanal yardımıyla hava dağıtımlı Soğutulmuş su 14 ℃	0,040	0,080

Diğer tasarımlar için (örn. hassas klima, vb) ilgili üreticinin verdiği cihaz özellikleri kullanılacaktır. Fanların elektrik gücü, soğutma gücünden (anma veri) elde edilebilir ve enerji ihtiyacı da 1000 saat çalışma saati esasında değerlendirilebilir.

2.3.4 Nemlendirme için buhar

HVAC sistemine buhar sağlayan üretecin ısı yükünü hesaplamak için bilinen bir yöntem yoksa, üretecin ısı yükü aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir;

$$Q_{m^*,outg} = Q_{m^*,b} + Q_{m^*,ce} + Q_{m^*,d} \qquad 2.3.10$$

$Q_{m^*,outg}$: Buhar tedarik sisteminin üreteç ısı yükü;
$Q_{m^*,b}$: Buhar (su-buhar) nemlendirme yükü;
$Q_{m^*,ce} = 0$: Su buharı dağıtımı kontrol ve yayılım ısı yükü;
$Q_{m^*,d} = 0$: Su buharı dağıtımı ısı yükü.

2.3.5 Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için destek enerji

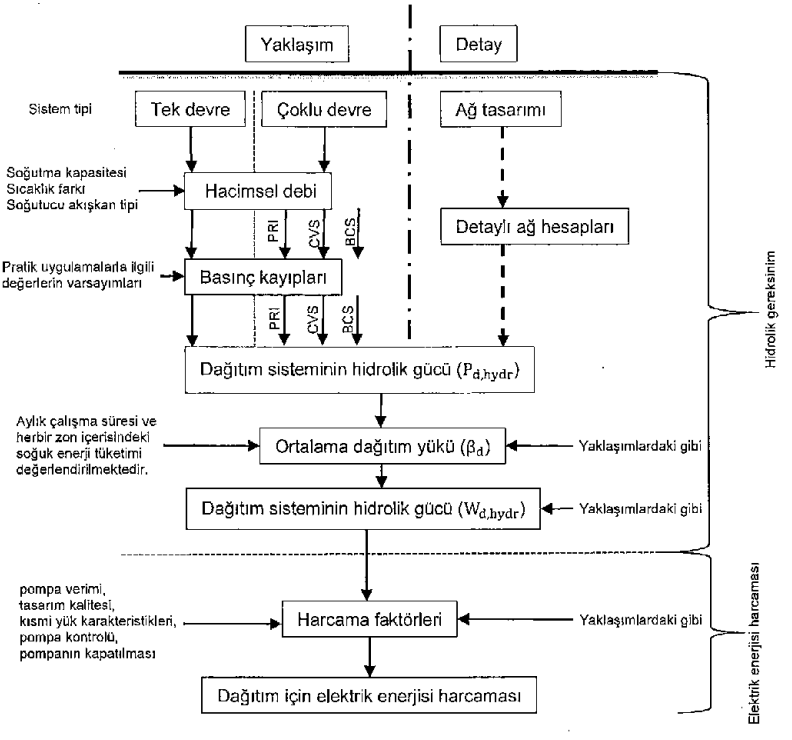
2.3.5.1 Elektrik enerjisi harcaması

Soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımında elektrik enerjisi harcaması için gerekli parametreler Tablo 2.3.4'de verilmiştir

Tablo 2.3.4 - Soğutma suyu ve soğutulmuş su şebekesindeki elektrik enerjisi harcaması için gerekli parametreler

Parametre	Soğutulmuş su şebekesi	Soğutma suyu şebekesi
Soğutma	Soğutucuların soğutma kapasitesi ($\dot{Q}_{c,outg}$)	Soğutma kapasitesi ($\dot{Q}_{c,outg}$)
		EER, Enerji verimlilik oranı ya da soğutma grubunun ısı oranı
Soğutma grubunun kontrolü	Soğutma grupları arasındaki soğutma kapasitesinin ($\dot{Q}_{c,outg}$) dağılımı ve bireysel evaporatörlerin kısmen devre dışı bırakılması	Soğutma grupları arasındaki soğutma kapasitesinin ($\dot{Q}_{c,outg}$) dağılımı ve bireysel kondenserlerin kısmen devre dışı bırakılması
	Soğutma gruplarının kısmi yükte işletilmesinin kontrolü	Soğutma gruplarının kısmi yükte işletilmesinin kontrolü
	Soğuk depolama sistemlerinin kontrolü	Soğutma grubu, soğutma kulesi fanı ve pompa için kontrol stratejileri
	Evaporatör minimum su miktarı	Kondenser minimum su miktarı
Akışkan dağıtımı	Giriş/çıkış sıcaklık farkı	Giriş/çıkış sıcaklık farkı
	Basınç kayıpları - En uzun su yolu - Boru kesitleri - Bağlantı parçaları ve valfler, ısı değiştiricileri - Dağıtım sisteminin hidrolik ayarı	Basınç kayıpları - En uzun su yolu - Boru kesitleri - Bağlantı parçaları ve valfler, ısı değiştiricileri - Tasarım türü (açık ya da kapalı)
	Soğutucu akışkan (su, glikol vb.)	Isı transfer ortamı (su, glikol vb.)
Pompa seçimi	Tasarım kalitesi[a]	Tasarım kalitesi
	Pompa tipi ve verimi	Pompa tipi ve verimi
	Kontrollü ve kontrolsüz pompaların kullanımı	Kontrollü ve kontrolsüz pompaların kullanımı
	Pompa kontrol tipi	Pompa kontrol tipi
Dağıtım devresinin tasarımı[b]	Dağıtım devrelerine soğutma gruplarının atanması	Soğutma kulesine soğutma gruplarının atanması
	Tek ve çift devreli sistemler (birincil ve ikincil devreler)	
	Soğutma gereksinimine karşılık gelen kullanıcı devrelerinin dağılımı (soğutma bölümü ve zon kontrolü)	
	Tüketiciler arasında hidrolik ayar oluşturmak	
	Dağıtım devresinde akışkan karışması ve taşması	
İşletme zamanı/yük profilleri	Bina soğutma yükü saatleri	Soğutucu işletme saatleri
	Soğutma ihtiyacı yokken pompanın kapanması - Bölümler: Merkezi HVAC ve bina zonları - Periyotlar: Gece ve haftasonu olmak üzere mevsimsel kapanma ya da güç azaltılması[c]	- Soğutma ihtiyacı yokken pompanın kapanması (soğutma grubu tarafından) - Serbest konvektif soğutmada soğutma kulesi kullanımı
	Bina otomasyonuna entegrasyon	Bina otomasyonuna entegrasyon
Dağıtım devresinde güç kontrolü	Kütlesel debi kontrolü - İki yollu kısılma vanaları ya da - Üç yollu vanalar ya da - Kontrollü pompalar	Kütlesel debi kontrolü - İki yollu kısılma vanaları ya da - Kontrollü pompalar
	Üç yollu karışım vanaları ile sıcaklık kontrolü	Üç yollu karışım vanaları ile sıcaklık kontrolü
	Pompa ve soğutma sistemi elemanlarının kontrolleri arasındaki etkileşim	Pompa ve soğutma kulesinin kontrollerinin etkileşimi
Diğer destek enerji	Pompalar - Hava nemlendirme için - Dolaylı evaporatif soğutma için	Dolaşım püskürtme pompaları
	Pompalar için ısı geri kazanım sistemlerine akışkan dolaşımının entegrasyonu	Donma korumalı ısıtma
	Basınç bakım ve gaz alma sistemleri	Su hazırlama, dozaj pompaları
	Kondensat pompaları	
	Elektrik motorlu vanalar, elektro ısıl vanalar	

[a] İşletme noktasının tasarım noktasından sapması.
[b] Sistem tasarımı, gerekli pompa gücü, işletme süresi ve pompa kontrol seçeneklerini etkiler.
[c] Süreksiz (kesikli) işletme



Şekil 2.3.1 – Soğutma suyu ve soğutulmuş su için gerekli pompa enerji ihtiyacının hesaplanması yöntemi

Elektrik enerjisi harcamasının saptanmasında kullanılan hesaplama yöntemleri, bina soğutma sisteminin (BCS) ya da merkezi havalandırma sistemi (CVS) hesaplama zonunun anma soğutma yükü esas alınarak, sistemdeki her pompa dağıtım devresi için dikkate alınacaktır. Bu hesaplamalarda, dağıtım devresinin ilgili soğutma veya soğutucu kapasitesi ile birlikte çalışma zamanı da değerlendirildi ve zaman dilimi başına ilgili soğuk enerji veya soğutma enerjisi (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] değerleri alınarak) kullanılmıştır.
Soğutulmuş su dağıtım devreleri aşağıda "soğutma zonları" olarak tanımlanmıştır ve alt simge "Z" ile tanımlanmıştır. Birçok durumda bina zonlarındaki soğutulmuş su dağıtımı çeşitli zonlara (örneğin, birinci ve ikinci devreler) hizmet veren bir merkezi soğutma kaynağı birimi (Z) ile gerçekleştirilir. Bu durumda, soğutma kaynağı birimi (Z) tarafından beslenen herbir zonun soğutucu kapasitesi (örneğin $\dot{Q}_c$ veya $\dot{Q}_{c*}$) ve soğuk enerji gereksinimi (örneğin Q_c veya Q_{c*}) toplanır. Soğutma kaynağı birimi (Z) için gerekli pompa çalışma süresinin soğutmanın gerekli olduğu en uzun süreye eşit olduğu varsayılır.

2.3.5.1.1 Dağıtım için elektrik enerjisi harcaması

Yıllık elektrik enerji harcaması söz konusu dönemlerin enerji harcamaları toplamı olarak belirlenir. Süreler (örneğin yıllık denge yöntemi = 1 yıl, aylık denge yöntemi = 12 ay) "l"alt simgesi ile gösterilir:

$$Q_{Z,aux,d,a} = \sum_{l=1}^{n} Q_{Z,aux,d,l} \qquad 2.3.11$$

$Q_{Z,aux,d,a}$: Soğutma zonu yıllık elektrik enerjisi harcaması, (kWh/yıl)

$Q_{Z,aux,d,l}$: Soğutma bölgesinin elektrik enerji harcaması (kWh /zaman)
n : Bir yıl içerisindeki ilgili zaman dilimleri.

Soğutulmuş su ve soğutma suyu dağıtım sistemlerinin işletilmesi için elektrik enerjisi harcaması basitleştirilmiş bir formda pompanın çalışmasını değerlendirmek için hidrolik gereksinimler ve harcama faktörü esas alınarak belirlenebilir:

$$Q_{Z,aux,d,l} = W_{d,hydr,l} \cdot e_{d,l} \qquad 2.3.12$$

$W_{d,hydr,l}$: Zaman dilimi başına hidrolik enerji gereksinimi, (kWh)
$e_{d,l}$: Zaman dilimi içerisindeki dağıtım için harcama faktörü

2.3.5.2 Dağıtım için hidrolik enerji gereksinimi

Belirli bir zaman dilimi içerisindeki soğutma suyu ve soğutulmuş su dağıtımı için hidrolik enerji gereksinimi, tasarım noktasındaki hidrolik güç, pompa çalışmasındaki süre ve zaman dilimi içerisindeki ortalama dağıtım yükü esas alınarak sistemin dağıtım devresindeki her pompa için ayrı ayrı belirlenir.

$$W_{d,hydr,l} = \frac{P_{d,hydr}}{1000} \cdot \beta_{d,l} \cdot f_{adj} \cdot t_{d,l} \qquad 2.3.13$$

$P_{d,hydr}$: Tasarım noktasında soğutma zonunun hidrolik gücü, (W)
$\beta_{d,l}$: Zaman dilimi içerisindeki ortalama dağıtım yükü
f_{adj} : Hidrolik ayar için düzeltme faktörü
$t_{d,l}$: Zaman dilimi içerisindeki pompa işletme süresi, h.

Tasarım noktasındaki hidrolik güç aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$P_{d,hydr} = 1000 \cdot \Delta p_Z \cdot \frac{\dot{V}_Z}{3600 s/h} \qquad 2.3.14$$

$\dot{V}_Z$: Tasarım noktasındaki soğutma zonunun hacimsel debisi, (m^3/h)
Δp_z : Tasarım noktasındaki soğutma zonu boyunca basınç kaybı, (kPa)

Tasarım noktasındaki hacimsel debi, soğutma kapasitesi, gidiş-dönüş borularındaki sıcaklık farkı ve dağıtım devresinde kullanılan soğutucu akışkanın fiziksel özelliklerinden hesaplanır.

$$\dot{V}_z = \frac{3600\frac{s}{h} \cdot \dot{Q}_Z}{\Delta\theta_{Z,cl} \cdot c_{cl} \cdot \rho_{cl}} \qquad 2.3.15$$

$\dot{Q}_Z$: Tasarım noktasındaki soğutma zonunun soğutma kapasitesi, (kW)
$\Delta\theta_{Z,c,l}$: Tasarım noktasındaki soğutma zonunun gidiş-dönüş borusu arasındaki sıcaklık farkı, (K)
c_{cl} : Soğutucu akışkanın özgül ısı kapasitesi, (kJ/kgK)
ρ_{cl} : Soğutucu akışkanın yoğunluğu, (kg/m^3)

Su soğutmalı soğutma grupları olması durumunda, yeniden soğutma için kapasite $\dot{Q}_Z = \dot{Q}_{R,outg}$ alınarak eşitlik 61 veya 62 ile hesaplanır.
Yeniden soğutma devresindeki ısı enerjisi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_Z = Q_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{SEER}\right) \qquad 2.3.16$$

$Q_{C,outg}$: Soğutma grubu soğuk enerji çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
SEER : Kompresörlü (sıkıştırmalı) soğutma ünitelerinin yıllık soğutma enerjisi verimi oranı; absorpsiyonlu soğutma grupları olması durumunda, ζ_{av} kullanılır.

2.3.5.2.1 Tasarım noktasındaki basınç kayıpları

Tasarım noktasındaki basınç kaybı (Δp), boru sisteminin direncinin (çeşitli bireysel dirençler ile) ve ilave özel dirençlerin fonksiyonudur. Basınç kaybı, en olumsuz besleme hattı kısmı için veya devreye bağlı en olumsuz kullanıcı noktası için belirlenir. Bilinen sistem parametreleri olması durumunda,

hesaplar boru sistemi için detaylı olarak yapılabilir. Alternatif olarak, herbir direncin gerçekçi tahmini değerleri yaklaşım yöntemi için kullanılır.

$$\Delta p_Z = R \cdot L_{max} \cdot (1 + z) + \sum \Delta p_i \qquad 2.3.17$$

R : Birim boy boru basınç kaybı, (kPa/m)
L_{max} : Dağıtım devresindeki maksimum boru uzunluğu, (m)
z : Boru sürtünme kayıplarındaki herbir direncin oranı
Δp_Z : Tasarım noktasında soğutma zonu basınç kaybı, (kPa)
Δp_i : Dağıtım devresindeki bileşenlerin basınç kayıpları, (kPa)

2.3.5.2.2 Δp için yaklaşık değerler

İlgili dağıtım devresinin tasarımına göre, herbir bileşenin basınç kayıpları için aşağıda verilen yaklaşık değerler eşitlik 2.3.17'de kullanılacaktır. Verilen değerler planlamada kullanılması için referans değerlerdir. Tüm durumlarda, minimum ve maksimum boyut değeri, tasarım özellikleri için tanımlanacaktır; bunlar hedeflenen yatırım ve işletme maliyetlerinden belirlenir.
Borulardaki sürtünme kayıpları, uzunluğa, dağıtım şebekesinin şekline (şebeke topolojisi) olduğu kadar ortalama debiye ve boru iç yüzeylerinin pürüzlülüğüne de bağlıdır. kPa/m olarak ifade edilen özgül basınç kaybı, R ve özel dirençlerin payı, z için kabul edilebilecek yaklaşık değerler Tablo 2.3.5 de verilmiştir.

Tablo 2.3.5 - Özgül basınç kaybı R (kPa/m) ve z için yaklaşık değerler

Özgül basınç kaybı, R (kPa/m)	0,25
Bireysel direncin (z) oranı	0,30

Soğutulmuş su boru tesisatının dağıtım devreleri, birincil devreler ve soğutma devrelerinin maksimum boru uzunluğu, soğuk kaynak (örn. soğutma grubu veya ısı değiştirici) ile soğuk kullanma noktasındaki ilgili ısı yayıcı bileşen arasındaki uzaklığın iki katı ile orantılıdır.
Dikdörtgen şeklindeki bir bina için soğutulmuş su dağıtım devrelerinin maksimum boru uzunluğu, binanın dış boyutları kullanılarak yaklaşık olarak bulunabilir (ayrıca bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1, Ek B, ve Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]).

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L + \frac{W}{2} + h_S \cdot n_s + 10\right) \qquad 2.3.18$$

L : Binanın uzunluğu, (m)
W : Binanın genişliği, (m)
h_S : Ortalama kat yüksekliği, (m)
n_s : Kat adedi

Dağıtım devrelerindeki bileşenlerin basınç kayıpları için Tablo 2.3.6 da gösterilen yaklaşık değerler kullanılabilir.

Tablo 2.3.6 – Dağıtım devrelerindeki bileşenlerin basınç kayıpları için kabul edilen değerler

Bileşenler		Basınç kaybı (kPa)	
Levha evaporatör		Δp_{EXS}	40
Borulu 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		bkz. eşitlik (2.3.19)
Valf otoritesi, a=0,4		
3 yönlü vana, sapma		10

Sürekli kontrollü kısma valfinin basınç kaybının belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılır;

$$\Delta p_{CV,continuous} = \frac{a}{1-a} \cdot \Delta p_{EXC} \qquad 2.3.19$$

Bu varsayılan değerler 10 °C sıcaklığındaki, $\nu \approx 1{,}5$ mm^2/s viskoziteli suya uygulanır. Viskozitesi $\nu > 4$ mm^2/s olan bir soğutucu akışkan veya buz-su karışımı kullanılır ise, o zaman dağıtım şebekelerindeki ve ısı değiştiricilerindeki basınç kayıpları ayrıca belirlenecektir. Hat dengelenmesinde kullanılan kontrol vanalarının basınç kayıplarının hesabı ancak ayrıntılı tasarım süreci sırasında yapılabilir.

2.3.5.2.3 Pompa çalışma süreleri

Merkezi havalandırma sistemlerindeki hava soğutma için talep edilen süreler ve soğutma grupları (kondenserin tekrar soğutulması ve evaporatör devresindeki birincil devre pompası) ile aynı anda çalışan pompalar için talep edilen süreler her kullanım ünitesi veya zon için aylık esas alınarak belirlenir. Soğutma zonlarındaki pompaların çalışma süreleri, sistem tasarım konseptine bağlıdır ve zonlardaki soğutma için belirlenmiş süreleri geçebilir. Bu, pompaların gereksinime bağlı açma-kapama teknik koşulunun olmadığı, veya kesintisiz soğutma enerjisi (devreyi düşük sıcaklıkta tutmak için) gerekli olduğu durumlar da olabilir.
Birkaç farklı kullanım üniteleri veya bina zonları, tek ve aynı dağıtım devresi tarafından besleniyor ise, o zaman bu dağıtım devresindeki pompaların çalışma süreleri, en uzun talep süresine sahip zona bağlıdır. Gerekli ilgili soğutma enerjisi, kullanım üniteleri/zonların enerji ihtiyaçlarının toplamıdır.
Dört işletme modu ayırt edilebilir. İşletme modu 1 tamamen talep kontrollü çalışmaya uygulanır, 2'den 4'e kadar olan işletme modları besleme kontrollü çalışmaya uygulanır (bkz. Tablo 2.3.7)

Tablo 2.3.7 – İşletme modları

İşletme modları		İşletme süreleri	İşletme modunu uygulamak için minimum gereksinimler
1	Tam – otomatik, talep kontrollü işletme	$t_{d,l} = t_{c^*,op,l}$ veya $t_{c,op,l}$	Mevcut soğutma gereksinimine göre (örneğin kontrol prosesleri veya bina otomasyon sistemi üzerinden)
2	Mevsimsel kapatma, gece ve hafta sonu kapatması	$t_{d,l} = d_m \cdot (24 - t_{Ni} - 0{,}15 \cdot t_{We})$ $t_{d,l} = t_{RLT-Betrieb}$ (zaman dilimi l = 1 ay için)	Öncelikli hizmetler tarafından pompaların harici olarak açılıp kapanması (örneğin soğutma grupları, zaman röleleri veya bina otomasyon sistemleri)
3	Soğutma gereksinimi olmayan aylarda mevsimsel kapatma	$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (zaman dilimi l = 1 ay için)	Pompaların harici olarak açılıp kapanması (örneğin manuel veya otomatik olarak)
4	Bütün yıl boyunca pompanın çalışması (Talep olmadığı zamanlarda bile)[a]	$t_{d,l} = 8760$ h (zaman dilimi l = 1 yıl için)	-
		$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (zaman dilimi l = 1 ay için[a])	

Burada
$t_{c^*,l}$ veya $t_{c,l}$ zonlarda soğutma gereksinimi olan süre, saat olarak (h);

- merkezi hava soğutma sistemi (CVS): talep süreleri $t_{c^*,op,l}$ - bina soğutması (BCS): talep süreleri $t_{c,op,l}$ t_{Ni} günlük gece kapatma saatleri sayısı, saat/gün olarak (h/d); t_{We} hafta sonu kapatma saatleri sayısı, gece kapatması olmadan, saat/hafta olarak (h/w); d_m aydaki gün sayısı, gün/ay olarak (d/m).
[a] Soğutma gereksinimi olmayan aylardaki enerji gereksinimi, dağıtım devresinde sağlanması gereken minimum hacimsel debi için belirlenecektir (bkz. eşitlik 2.3.21 $\beta'_{d,l} = 0$ için).

2.3.5.2.4 Ortalama dağıtım yükü

Ortalama dağıtım yükü (β_d) sistemdeki herbir pompa veya zon için, tasarım noktasındaki soğutma kapasitesi, zon içerisindeki soğuk enerji ve ilgili zaman dilimi içerisindeki çalışma süresi esas alınarak hesap edilir.

$$\beta_{d,l} = \frac{Q_{Z,outg,l}}{\dot{Q}_Z \cdot t_{d,l}} \qquad 2.3.20$$

$\dot{Q}_Z$: Tasarım noktasındaki zonun soğutma kapasitesi, (kW)
$Q_{Z,outg,l}$: Zonun soğuk enerji gereksinimi, (kWh/zaman dilimi).

– Örneğin, HVAC sisteminin yıllık soğuk enerji gereksinimi ($Q_{c^*,outg}$); aylık değerler 2.3.2.1'e göre hesaplanır.
– Örneğin, bina soğutma sisteminin (BCS) aylık soğuk enerji gereksinimi ($Q_{c,outg}$) 2.3.2.2' ye göre hesaplanır.
– Soğutma ünitesi/soğutma grubunun yıllık soğuk enerji gereksinimi için 2.4.1'e bakınız.

Dağıtım devresinde[1)] taşma cihazları (örneğin vanalar, borular, vb.) kurulumu yapılmış ise, o zaman ortalama hidrolik gereksinimi üzerindeki etkileri aşağıdaki eşitlik kullanılarak değerlendirilir.

$\beta_{d',l}$, belirlenen ortalama yük ile ilişkili olarak

$$\beta_{d,l} = \beta'_{d,l} + \left(1 - \beta'_{d,l}\right) \cdot \frac{\dot{V}_{Z,min}}{\dot{V}_Z} \qquad 2.3.21$$

$\dot{V}_{Z,min}$: Dağıtım devresindeki minimum hacimsel debi, (m^3/h)
$\dot{V}_Z$: Tasarım noktasındaki soğutma zonunun hacimsel debisi, (m^3/h) (bkz. eşitlik 2.3.15)

Minimum hacimsel debi, soğutma zonunun gereksinimi veya geçerli olan yerlerde kullanıcı devresindeki[2)] aşırı basınç boşaltma valfi esas alınarak hesaplanacaktır.
Birincil devrenin[3)] hidrolik olarak ayrılması veya kullanıcı devresinde yönlendirme valflerinin kullanılması durumunda ilgili besleme pompaları için β_d= 1 değeri varsayılan olarak uygulanabilir.
[1)] Örneğin, evaporatöre sabit su akışını garantilemek veya kullanıcı tarafındaki ısı değiştiricisinin basınç kaybını sınırlamak veya şebekeye sürekli soğutma sağlamayı garantilemek için
[2)] Taşma valfinin ilgili fonksiyonu, sistem basınç kaybının etkileşiminin, pompa karakteristiğinin ve valf aktivasyon basıncının bir fonksiyonudur.
[3)] Örneğin, bir hidrolik hat ayırma vanası veya paralel bağlı bir depolama cihazı aracılığı ile.

2.3.5.2.5 Hidrolik ayarlama için düzeltme faktörü (f_{adj})

Hidrolik ayarlamalı şebekeler için; f_{adj} = 1,00
Hidrolik ayarlaması olmayan ağlar için; f_{adj} = 1,25 alınır.

2.3.5.3 Pompa çalışması için harcama faktörü

Sistemde kurulumu yapılan pompaların çalışma davranışları, göz önüne alınan zaman dilimi içerisindeki soğutulmuş su devresi için harcama faktörü kullanılarak değerlendirilir.

$$e_{d,l} = f_e \cdot \left(C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{d,l}^{-1}\right) \qquad 2.3.22$$

f_e : Pompanın verimlilik faktörü
C_{P1} ve C_{P2} : Pompa güç kontrol yöntemlerini dikkate alan sabitler (Tablo 2.3.8'den alınır)

Bu faktörlerin birleştirilmesi ile, harcama faktörü, pompa büyüklüğü, verimi ve kısmi yük ve kontrol karakteristiklerinden türetildiği gibi pompanın yıllık elektrik güç gereksinimini etkileyen temel faktörleri hesaba katmış olur.

Tablo 2.3.8 – Pompa işletme modu ile ilişkili C_{P1} ve C_{P2} değerleri

Sabitler	Pompa işletme modu	
	Kontrollü	Kontrolsüz
C_{P1}	0,25	0,85
C_{P2}	0,75	0,15

2.3.5.3.1 Pompanın verimlilik faktörü (f_e)

Verimlilik faktörü pompanın toplam verimini dikkate alır ve pompa verimi (hidrolik kısım) ile tahrik eden motorun veriminin çarpımının tersine eşittir. Pompanın tasarım noktasındaki elektriksel gücü biliniyor ise, aşağıdaki eşitlik uygulanır.

$$f_e = \frac{P_{Pump}}{P_{d,hydr}} \qquad 2.3.23$$

P_{Pump} : Tasarım noktasındaki pompanın elektriksel gücü

Pompa verileri bilinmiyor ise, o zaman aşağıdaki varsayım yapılabilir.

$$f_e = \left(1{,}25 + \left(\frac{200}{P_{d,hydr}}\right)^{0,5}\right) \cdot f_{adap} \cdot b \qquad 2.3.24$$

f_{adap} : Çalışma noktasına uyarlama (adaptasyon) için düzeltme faktörü
b : Bina kategorisine göre değerlendirme faktörü
Mevcut binalar için; b=1,2
Yeni yapılar için; b=1,0

Eşitlik 2.3.24'den elde edilen f_e nin uygulandığı durumlar;

- Radyal santrifüj pompalar (pompanın nominal tasarım noktasında verimlilik sınıfı 1 olan motora sahip pompalar. Pompa anma tasarım noktasında işletilmiyor ise veya pompanın hidrolik kısmı ile motor doğru eşleşmiyor ise, f_e değerleri daha yüksek olur.)

- Maksimum basınç kayıpları,
$P_{d,hydr} < 0{,}2$ kW için $\Delta p \leq 0.6$ bar
$0{,}2$ kW $\leq P_{d,hydr} \leq 0{,}5$ kW için $\Delta p \leq 1{,}5$ bar
$P_{d,hydr} > 0{,}5$ kW için $\Delta p \leq 4{,}0$ bar

- 20°C'ta viskozitesi $\nu \approx 1$ mm²/s olan su

Viskozitesi $\nu > 1$ mm²/s olan soğutucu akışkan veya buz-su karışımı kullanılır ise, o zaman f_e için varsayılan değerler ayrı ayrı belirlenecektir. Viskozitesi 4 mm²/s $\leq \nu \leq$ 40 mm²/s arasında olan soğutucu akışkanlar için f_e'nin uyarlanmış değeri yukarıda bahsedilen pompa tipleri ve yükleri için hesaplanabilir.

$$f_e = f'_e \cdot \left(1 + \left(\frac{\nu_{cl}^2}{16 \cdot P_{d,hydr}}\right)^{0,4}\right) \qquad 2.3.25$$

ν_{cl} : Soğutucu akışkanın kinematik viskozitesi, (mm²/s)

2.3.5.3.2 Uyarlama için düzeltme faktörü (f_{adap})

Adaptasyon (uyarlama) için düzeltme faktörü gerçek çalışma noktasındaki pompanın güç gereksinimi dikkate alır. Pompanın kurulumu yapılmış durumdaki güç gereksinimi ile tasarım işletme şartlarında optimum çalışan bir pompanın güç gereksinimi arasındaki farkı dikkate alır. Pompanın gerçek çalışma

noktası her zaman tasarım noktasındaki hacimsel debi ile ilişkilidir. Uyarlanamayan pompalar için gerçek çalışma noktası ile tasarım noktası arasında az ya da çok büyük farklar olacaktır. Uyarlanabilir pompalar normal olarak tasarım noktası değerlerine daha yakın olarak ayarlanabilir.

Verileri bilinen/optimal uyarlanmış pompalar için; $f_{adap} = 1{,}00$

Pompa verileri bilinmiyor ise, o zaman aşağıdaki kabuller yapılabilir;
– standart pompalar için; $f_{adap} = 1{,}20$
– hız kontrolü ile uyarlanmış pompalar için; $f_{adap} = 1{,}05$

2.3.5.3.3 İşletim sırasında pompa güç kontrolü

Enerji gereksinimi, değişken hava debisi gereksinimi ile dağıtım devrelerinin hidrolik gereksinimlerini eşleştirmek için pompa gücünün ayarlanması ile azaltılabilir. Pompa kontrolü;

- İç hız kontrolleri (örn. Δp=sabit veya Δp=değişken)
- Dış hız kontrolleri
- Paralel çalışan (örn. ikiz pompalar) pompaların kısmi olarak açılıp kapatılması

ile sağlanabilir.

2.3.5.3.4 Paralel pompa tesisatlarında pompaların açılıp kapatılması

Değişken hava debili sistemlerin dağıtım devrelerinde ve karakteristik eğrileri düz (flat) olan sistemlerde, paralel bağlanmış pompaların kullanımı, kısmi yük uyarlaması için faydalı olabilir. Bu tip dağıtım devrelerinde her bir pompayı gereksinime göre açıp kapamak enerji gereksinimini önemli bir oranda düşürebilir. Paralel pompaların açılıp kapatılması ile debi uyarlaması yapılan $\beta_{d,l} < 0{,}7$ olan sistemlerde harcama faktörünün belirlenmesinde Tablo 2.3.8'deki kontrollü pompa işletimi için verilen değerler kullanılabilir.

2.3.6 Destek enerjisinin diğer biçimleri (yardımcı sürücüler)

2.3.6.1 Isıtma serpantini pompası

Bu dokümanda, ön ısıtma ve yeniden ısıtma serpantinlerine kurulumu yapılan ek pompalar dikkate alınmamıştır.

2.3.6.2 Isı geri kazanımı için pompalar ve sürücüler

2.3.6.2.1 Birleşik (entegre) akışkan dolaşım sistemlerindeki pompalar

Birleşik akışkan dolaşım sistemindeki pompa tarafından kullanılan yıllık elektrik enerjisi ($Q_{hr,f,aux,a}$) 2.3.5 de anlatılan yönteme benzer bir yöntem kullanılarak hesaplanabilir.
Alternatif olarak, aşağıdaki basitleştirilmiş yöntem, ilgili HVAC sisteminin her kullanım ünitesi/zonuna uygulanabilir.

$$Q_{hr,f,aux,a} = \frac{P_{el,av,KVS} \cdot t_{WRG}}{1000} \qquad 2.3.26$$

$$P_{el,av,KVS} = V_{Außenluft} \cdot 0{,}03 \frac{W}{m^3/h}$$ Kontrol edilmeyen pompalar için

$$P_{el,av,KVS} = V_{Außenluft} \cdot 0{,}015 \frac{W}{m^3/h}$$ Hız kontrollü pompalar için

$Q_{hr,f,aux,a}$: Isı geri kazanımı için yıllık destek enerji, (kWh)
t_{WRG} : Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de verildiği gibi ısı geri kazanım pompasının çalışma süresidir;
$V_{Außenluft}$: Isı geri kazanım sisteminin tasarım dış hava hacimsel debisi (genellikle $\dot{V}_{Zu,mech}$).

2.3.6.2.2 Rotor sürücüsü

Dönel ısı değiştiricinin rotorunu sürmek için gereken yıllık destek enerjisi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{hr,f,aux,a} = \frac{P_{el,av,rot} \cdot t_{WRG}}{1000} \qquad 2.3.27$$

Tablo 2.3.9 – Rotor sürücülerinin elektrik gücü

Isı geri kazanım sisteminin tasarım dış hava hacimsel debisi $V_{Außenluft}$ m^3/h	Efektif elektrik gücü, rotor sürücüsü $P_{el,av,rot}$ W
7 500 e kadar	90
> 7 500 ve 25 000 e kadar	180
> 25 000 ve 65 000 e kadar	370
> 65 000	750

Isı geri kazanımı için rotor çalışma süresi 2.3.6.2.1'e göre olacaktır.

2.3.6.2.3 Isı pompaları

Basitleştirilmiş yöntemle ısı pompası dengelerini hesaplamak mümkün değildir. Isı pompalı sistemler için, simülasyon değerleri Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tarif edildiği biçimde ayrıca belirlenecek ve karşılık gelen elektrik enerjisi hesaplanacaktır. Bu yöntemler daha sonra $Q_{hr,f,aux}$ ı hesaplamak için uygulanacaktır.

2.3.6.3 Sulu nemlendirici pompaları

Sulu nemlendirme pompaları tarafından kullanılan yıllık destek enerji ($Q_{mh,f,aux}$), HVAC sistemi çalışma sürelerinin aşağıdaki varsayılan değerleri esas alınarak hesaplanır.

$$Q_{mh,f,aux} = \frac{V_{Außenluft} \cdot P_{el,mh} \cdot t_{VB} \cdot f_{mh}}{1000} \qquad 2.3.28$$

$Q_{mh,f,aux}$: Sulu nemlendirme pompalarının yıllık destek enerjisi, (kWh)

$P_{el,mh}$: Sulu nemlendirme pompalarının m^3/h hacimsel hava debisi başına özgül güç gereksinimi (bkz. Tablo 2.3.10);

t_{VB} : Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tarif edildiği biçimde hesaplanan, hava nemlendirme sisteminin çalışma süresi

f_{mh} : Nemlendirme kontrolü için kısmi yük faktörü

$V_{Außenluft}$: Nemlendirme sisteminin tasarım dış hava hacimsel debisi (genellikle $\dot{V}_{Zu,mech}$)

Tablo 2.3.10 – Sulu nemlendiriciler için varsayılan değerler (ortalama yıllık değerler)

	Kontrol	Güç $P_{el,mh}$ $W/m^3/h$	Kontrol faktörü f_{mh} 6 g/kg	Kontrol faktörü f_{mh} 8 g/kg
Temas tipi ve damlatmalı nemlendiriciler	Kontrol edilmeyen ve valf ile kontrol edilen	0,01	1,00	1,00
Püskürtmeli nemlendiriciler	Kontrol edilmeyen	0,20	1,00	1,00
	Valf ile kontrol edilen	0,20	1,00	1,00
	Kesikli (oransal olarak AÇIK/KAPALI)	0,20	0,35	0,50
	Hız kontrollü	0,20	0,20	0,30
Yüksek basınçlı nemlendiriciler	Hız kontrollü veya kesikli	0,04	0,35	0,50
Hibrid nemlendiriciler	Kesikli	0,02	0,35	0,50

Nemlendirme donanımının ayrıntılı projeleri mevcut ise, 2.3.5'te açıklandığı gibi nemlendirme pompalarının elektrik enerjisi gereksinimi hesaplanabilir.

2.3.6.4 Merkezi HVAC ünitelerinin kontrolleri için elektrik enerjisi harcaması

Çok çeşitli farklı sistemlerin bulunması ve bina otomasyon ve kontrol sistemi ile kuvvetli etkileşimi nedeniyle merkezi HVAC ünitelerinin kontrolü için elektrik enerjisi harcaması bu dokümanda ele alınmamıştır.

2.4 Soğutma ve buhar üretimi için verilen enerji

2.4.1 Soğutma için enerji kullanımı

Soğutma için enerji kullanımı, hem kullanılan teknoloji hem de sistemin kullanımına bağlı olan özel karakteristik değerler esas alınarak hesaplanır. Enerji ihtiyacının saatlik değerlerini esas alarak hesaplanmış olan bu karakteristik değerler Ek A da tablo halinde verilmiştir. Soğutma sistemi için verilen enerjiyi hesaplayabilmek için aşağıda sıralanan parametrelerin bilinmesi gerekir.

– 2.3.2 de açıklandığı gibi HVAC sistemi/mahal şartlandırma sistemi ile bağlantılı olarak iklimlendirme için soğutma enerjisi çıktısı,
– Soğutma ünitesinin tipi,
– Kullanılan soğutucu akışkanın tipi,
– Kullanılan kompresör tipi ve bununla ilişkili kısmi yük kontrolleri,
– Net sıcaklık seviyesi,
– Kullanılan yeniden soğutma şekli ve bununla ilişkili kısmi yük kontrolleri,
– Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tanımlanan bina kullanım şekli.

Karakteristik değer yöntemi kullanılarak, yeniden soğutma için kullanılan destek enerjisini de kapsayan kompresörlü tip soğutma üniteleri için verilen destek enerjisini ve absorbsiyonlu soğutma gruplarına verilen ısıl enerjiyi hesaplamak mümkündür. Soğutma donanım sistemlerinin aşağıdaki tipleri (tabloda gri olarak işaretlenenler dışında) karakteristik değer yöntemi kullanılarak modellenecektir (bakınız Tablo 7).

Tablo 2.4.1 – Karakteristik değer yöntemi ile modellenen soğutma sistemlerine genel bakış

Kompresörlü tip soğutma üniteleri								Absorbsiyonlu soğutma grupları	
Su soğutmalı				Hava soğutmalı				Su soğutmalı	
Dolaylı sistemler (su soğutmalı soğutma grupları)		Doğrudan sistemler (doğrudan buharlaşmalı üniteler)		Dolaylı sistemler (hava soğutmalı soğutma grupları)		Doğrudan sistemler (doğrudan buharlaşmalı üniteler, mahal iklimlendirme)		Dolaylı sistemler (absorpsiyonlu soğutma grupları)	
Islak soğutucular	Kuru soğutucular	Islak soğutucular	Kuru soğutucular	Kompakt tasarım	Ayrık tasarım	Bireysel sistemler	Çoklu sistemler	Islak soğutucular	Kuru soğutucular
Pistonlu ve scroll kompresörler		Pistonlu ve scroll kompresörler		Pistonlu ve scroll kompresörler		Ayrık sistemler	Çoklu – ayrık sistemler	H_2O/LiBr absorpsiyonlu soğutma sistemleri	
Vidalı ve turbo kompresörler		Vidalı ve turbo kompresörler		Vidalı kompresörler		kompakt iklimlendirici	VRF sistem		

Karakteristik değer yöntemi, pek çok farklı konvensiyonel soğutma donanımlarının değerlendirilmesi için uygundur. Karakteristik değer yöntemi tarafından kapsanmayan tüm sistem tipleri ve ayrıntılı enerji çalışmaları (örn. soğuk depolama kullanımı, yüklerin çoklu soğutma ünitelerine dağıtılması) için Ek B de açıklanan ayrıntılı yöntem kullanılacaktır. Bu durumlarda gerekli soğutma enerjisi çıktısı, saatlik enerji ihtiyaç değerlerini esas alan bir saatlik aralıklar için yapılan hesaplamalara uygun bir yöntem kullanılarak belirlenecektir. Soğutma ünitesinin ve yeniden soğutma sürecinin enerji kullanımı, o zaman ayrı bir doğrulama hesabı ile ayrıntılı olarak belirlenecektir. Sonuçlar bu şekilde tanımlanacak ve ilgili modelin esas aldığı koşullar ve sınır koşulları ayrıca belgelenecektir.
Ayrıca, karakteristik değer yöntemi tarafından kapsanmayan soğutma proseslerinin enerji karakteristiklerini, daha kötü karakteristikleri olan bir soğutma ünitesinin değerlerini kullanarak değerlendirmek de mümkündür. Bunu yapmak için, Tablo B.3 veya B.4 de verilen daha kötü kısmi yük davranışı ve kısmi yük aralığı başına daha düşük kısmi yük değerleri olan bir soğutma ünitesi seçilmelidir.
Genellikle, soğutma için enerji kullanımı, soğutma ünitesinin enerji kullanımı ile yeniden soğutma sürecinin enerji kullanımının toplamıdır.

Bu hesaplarda, soğutma ünitesinin enerji kullanımı, ya kompresörlü tip sistemlere verilen elektrik enerjisi ya da absorpsiyonlu soğutma sistemlerine verilen ısıl enerji olarak ayrılacaktır. Sadece elektrik enerjisi yeniden soğutma donanımı için verilen enerji olarak gereklidir.
Soğutma için enerji kullanımı, soğutma servis zonlaması (örn. soğutulan bölgeler) ile ilişkili olarak her planlanmış soğutma ünitesi için ayrı ayrı hesaplanacaktır. Soğutulan bölge, net enerjide tanımlanan bina zonlamasına uymak zorunda değildir.

2.4.1.1 Soğutmanın soğutma enerjisi çıktısı

Tek bir özel soğutma ünitesi tarafından hizmet verilen bina zonları soğutulan bölge olarak adlandırılır. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tanımlanan farklı kullanım profilllerine sahip birkaç kullanım tiplerinin bir ve aynı soğutulan zon içerisinde gerçekleşmesi mümkündür. Diğer taraftan, birkaç bina zonları, özel teknik tesisat hususlarından dolayı veya yapısal nedenlerle gerekli olan zonlama aynı kullanım tipine sahip olabilir. Bir bina zonu içerisinde iklimlendirme soğutma enerjisi, HVAC sistemine veya mahal iklimlendirme sistemine verilir. Tablo 2.4.2 üç farklı kullanım tipi olan ve her kullanım tipi için faklı sayıda bina zonları olan bir ofis binasını örnek alarak zonlama kriterlerini göstermektedir.

Tablo 2.4.2 – Soğutma sağlamak için zonlama örnekleri

Soğutulan bölge								
Kullanım tipi 1 ... n	Kullanım tipi 1 (örn. kişisel büro)				Kullanım tipi 2 (örn. mutfak)		Kullanım tipi 1 (örn. sunucu (server) odası	
Bina zonu 1...j (yapısal açıdan)	Bina zonu 1 (örn. güney zonu, gölgede)		Bina zonu 2 (örn. kuzey zonu, gölgeleme yok)		Bina zonu 1		Bina zonu 1	
HVAC sistemi veya mahal şartlandırma	HVAC sistemi	Mahal şartlandırma	HVAC sistemi	Mahal şartlandırma	HVAC sistemi	Mahal şartlandırma	HVAC sistemi	Mahal şartlandırma
Soğutma sistemi tipi	(örn. soğutmalı kısmi iklimlendirme sistemi)	(örn. soğutulmuş tavan)	(örn. soğutmalı kısmi iklimlendirme sistemi)	Mahal şartlandırma sistemi yok	(örn. soğutmalı kısmi iklimlendirme sistemi)	Mahal şartlandırma sistemi yok	(örn. soğutmalı kısmi iklimlendirme sistemi)	(örn. fanlı konvektör)

Soğutma ünitesinin yıllık soğutma enerjisi çıktısı, herbir kullanım tipi n için ayrı ayrı hesaplanacaktır (bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]). Hizmet verilen bina zonlarından j numaralı olanına karşılık gelen, hizmet veren mahal şartlandırma sistemlerinin soğutması için aylık soğutma enerjisi çıktılarının yıllık toplamı ve hizmet verilen zonun HVAC sisteminin iklimlendirmesindeki aylık enerji çıktılarının yıllık toplamı aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanır.

$$Q_{C,outg,a,n} = Q_{c,outg,a,n} + Q_{c^*,outg,a,n} = \sum_1^j \left(\sum_1^{12} Q_{c,outg,mth,j} + \sum_1^{12} Q_{c^*,outg,mth,j}\right) \qquad 2.4.1$$

$Q_{C,outg,a,n}$: n kullanım tipi başına iklimlendirme için yıllık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)
$Q_{c,outg,a,n}$: n kullanım tipi başına mahal şartlandırma sisteminin soğutulması için yıllık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)
$Q_{c^*,outg,a,n}$: n kullanım tipi başına HVAC sisteminin soğutulması için yıllık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)
$Q_{c,outg,mth,j}$: j zonu başına mahal sartlandırma sisteminin aylık soğutulmas için soğutma enerjisi çıktısı (bkz. 2.3.2.2), (kWh)
$Q_{c^*,outg,mth,j}$: j zonu başına HVAC sisteminin aylık soğutulmas için soğutma enerjisi çıktısı (bkz. 2.3.2.1), (kWh)

İklimlendirmenin soğutması sadece tek bir sistem tipine hizmet veriyor ise (yani ya bir HVAC sistemi ya da mahal şartlandırma sistemi), uygulanamayan terim yerine sıfır yazılır.

Soğutulan bir bölgenin soğutma ünitesinin toplam yıllık soğutma enerjisi çıktısı, tüm n kullanım tiplerinin soğutma enerjisi çıktılarının toplamıdır.

$$Q_{C,outg,a} = \sum_1^n Q_{C,outg,a,n} \qquad 2.4.2$$

$Q_{C,outg,a}$: Yıllık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)

2.4.1.2 Enerji kullanımı, sıkıştırmalı soğutma üniteleri

Soğuk buhar sıkıştırmalı soğutma ünitesinin enerji gereksinimi soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) ve ortalama kısmi yük değeri (PLV_{av}) esas alınarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$EER \cdot PLV_{av} = SEER = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,f,electr}} \qquad 2.4.3$$

EER : Soğutma anma enerji verimlilik oranı, (kW/kW) (bkz. Tablo 2.4.3 ve 2.4.4)
PLV_{av} : Ortalama kısmi yük (bkz. Ek A)
$SEER$: Mevsimsel enerji verimlilik oranı, (kWh/kWh)
$Q_{C,f,electr}$: Sıkıştırmalı soğutma ünitesinin elektrik enerjisi kullanımı, (kWh)

Buradan yola çıkılarak sıkıştırmalı soğutma ünitesinin enerji kullanımı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{C,f,electr} = \frac{Q_{C,outg,a}}{EER \cdot PLV_{av}} \qquad 2.4.4$$

Bu eşitlikte kullanılan soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) tasarım işletme koşullarında nonimal soğutma gücünün (fayda) elektrikli sürücünün güç gereksinimine (harcama) oranını göstermektedir.

$$EER = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{P_{C,electr}} \qquad 2.4.5$$

$\dot{Q}_{C,outg}$: Kompresörlü tip soğutma ünitesinin anma soğutma gücü, (kW)
$P_{C,electr}$: Sürücünün anma elektrik güç gereksinimi, (kW)

Soğutma ünitelerinin enerji verimlilik oranı kısmi yük koşullarında değişir. Değişken koşullar teknolojiye bağlı kısmi yük değerleri (PLV_{av}) ile gösterilir. Bu koşullar, soğutma ünitesinin gerçek kısmi yük karakteristiklerini, soğutma suyu veya dış hava sıcaklığının etkisini ve kısmi yük koşullarında yanlış boyutlandırılmış olabilen ısı değiştiricilerini dikkate alır.
Bir ve aynı kullanım tipi içerisindeki soğutma enerjisi, sadece bir mahal şartlandırma sistemi veya bir HVAC sistemi ile sağlanıyor ise, enerji değerlendirme hesaplarında PLV_{av} doğrudan kullanılabilir. Soğutmanın mahal şartlandırma ve HVAC sistemleri tarafından paralel olarak gerçekleştirildiği yerlerde, PLV_{av} değeri iki sistemin ağırlıklı ortalaması olmalıdır.

$$PLV_{av,n} = \frac{Q_{c,outg,a,n} \cdot PLV_{c,av} + Q_{c^*,outg,a,n} \cdot PLV_{c^*,av}}{Q_{C,outg,a,n}} \qquad 2.4.6$$

$PLV_{av,n}$: Ortalama kısmi yük değeri (kullanım tipine bağlı)

Soğutulan belli bir bölgede, sadece bir kullanım tipi söz konusu ise, kısmi yük değeri ($PLV_{av,n}$) enerji ile ilişkili değerlendirme hesaplarında doğrudan kullanılabilir. Soğutulan belli bir bölgede birkaç kullanım tipinin olması halinde, kısmi yük değeri (PLV_{av}) değeri kullanım tiplerinin ağırlıklı ortalaması olmalıdır.

$$PLV_{av} = \frac{\sum_1^n Q_{C,outg,a,n} \cdot PLV_{av,n}}{Q_{C,outg,a,n}} \qquad 2.4.7$$

2.4.1.2.1 Kompresörlü tip soğutma üniteleri, su soğutmalı

Karakterisitik değerler yöntemi, aşağıda Tablo 2.4.3'de gösterilen kompresör ve kontrol tiplerini değerlendirmek için kullanılabilir.

Tablo 2.4.3 – Karakteristik değer yöntemi tarafından değerlendirilen su soğutmalı kompresörlü tip soğutma ünitelerinin kısmi yük kontrollerinin tipleri

	Su soğutmalı kompresörlü tip soğutma grupları, kısmi yük kontrol tipi
(1)	Çift nokta kontrollü pistonlu veya sarmal (scroll) kompresör (AÇ/KAPA (ON/OFF) işletme)
(2)	Çok kademe kontrollü pistonlu veya sarmal (scroll) kompresör (çoklu kompresör kombinasyonlarında en az 4 güç kontrol kademesi)
(3)	Ayrı ayrı silindir kapama kontrollü pistonlu kompresörler
(4)	Sıcak gaz baypas kontrollü pistonlu veya sarmal (scroll) kompresörler
(5)	Valf kontrollü vidalı kompresörler
(6)	İç akış kontrollü turbo kompresörler

Su soğutmalı soğutma gruplarının soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) tasarımla ve üreticiden üreticiye değişir. Karakteristik değer yönteminde, söz konusu kompresör tipleri için soğutma anma enerji verimlilik oranının varsayılan değerleri Tablo 2.4.4 den alınabilir. Bu EER değerleri belirli sınır koşulları ve 0,044 m^2 K/kW kirletme faktörü için geçerlidir. Eğer kompresör tipi bilinmiyorsa, EER değerleri normal anma soğutma gücü aralıkları esas alınarak hesaplanabilir.
Eğer karakteristik değer yöntemi uygulanıyorsa, sadece Tablo 2.4.4 deki varsayılan değerler kullanılabilir. EER için ürün verilerinin kullanılmasına izin verilmez.
Soğutma anma enerji verimlilik oranı aynı zamanda ilgili soğutma sürecinde kullanılan soğutucu akışkana göre seçilir. Tablo 2.4.4 de iklimlendirme mühendisliğinde genel olarak kullanılan soğutucu akışkanlar listelenmiştir. Soğutucu akışkan tipi bilinmiyorsa, hesaplarda R134a için verilen değerler kullanılacaktır.
R22 tip soğutucu akışkan sadece mevcut sistemlerin enerji performansının değerlendirilmesinde kullanılacaktır. Soğutma suyu sıcaklıkları, yeniden soğutma tipi esas alınarak hesaplanacaktır. Soğutma suyu giriş/çıkış sıcaklıkları, kuru tip soğutucular için 40/45°C (glikol oranı %30) ve evaporatif yeniden soğutucular için 27/33°C olarak varsayılır.
Net sıcaklık seviyesi, tasarım, kullanılan tüketici kontrol ve yayılım teknolojisine göre belirlenir. Bu, tasarım işletme koşulları için belirlenecektir (anma gücünde). Dolaylı sistemlerde (su soğutma üniteleri) soğutulmuş su çıkış sıcaklığı tasarım parametresi olarak uygulanır; doğrudan soğutma sistemlerinde (doğrudan evaporatif sistemler) ortalama buharlaşma sıcaklığı tasarım parametresi olarak uygulanır. Bunlardan sapan değerler için ara değerler, interpolasyonla elde edilebilir.

Tablo 2.4.4 – Su soğutmalı soğutma grupları için soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) varsayılan değerleri

Soğutucu akışkan	Soğutma suyu giriş/çıkış sıcaklıkları °C	Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı °C	Ortalama buharlaşma sıcaklığı °C	Soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) varsayılan değerleri Normal güç aralıkları		
				Pistonlu ve sarmal (scroll) kompresörler 10kW-1500 kW	Vidalı kompresörler 200 kW-2000kW	Turbo kompresörler 500 kW–8000 kW
R134a	27/33	6	0	4,0	4,5	5,2
		14	8	4,6	5,3	5,9
	40/55	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	3,0	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	-	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	3,0	4,1
		14	8	3,8	3,6	4,7

Belirli bir kullanım tipi için ortalama yıllık kısmi yük değeri (PLV_{av}) ve incelenen soğutma grubu tipleri Ek A daki tablolardan alınabilir. Kullanım tipleri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tarif edilen kullanım profillerine karşılık gelir. Fark gösteren kullanımlar için, planlanan kullanım profillerinden birine uyan bir kullanım tipi seçilecektir. Başka veri bilinmiyorsa, kişisel ofislerin – tek kullanıcılı (kullanım tipi 1) kısmi yük değerleri hesaplarda kullanılacaktır.
Belirlenmiş bir soğutma bölgesinde birçok kullanım tipleri varsa, PLV_{av}, eşitlik 2.4.7 kullanılarak hesaplanan ilgili tiplerin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.
Kısmi yük değeri (PLV_{av}) aynı zamanda soğutma uygulaması tipine de bağlıdır (mahal şartlandırması, HVAC). HVAC sistemleri olması durumunda, gerekli iklimlendirme fonksiyonuna göre bir ayırım yapılacaktır. Soğutma, mahal şartlandırma ve HVAC sistemleri ile birlikte aynı anda yapılıyorsa, kısmi yük değeri, eşitlik 2.4.6 kullanılarak hesaplanan ilgili mahal şartlandırma ve HVAC soğutma sistemlerinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.
Su soğutmalı soğutma gruplarının kısmi yük değeri (PLV_{av}) aynı zamanda soğutma suyu kontrol tipine de bağlıdır. Özellikle mevcut sistemlerde, çoğunlukla sabit soğutma suyu şartları kullanılır (bakınız Tablo A.2 den A.15 e kadar; sol sütun: soğutma grubuna soğutma suyu girişi sabit). Kompresör güç kontrollü ve ısıl veya elektronik kontrollü genleşme valfleri bulunan soğutma sistemleri, değişken soğutma suyu koşulları ile işletmeyi mümkün kılar (bakınız Tablo A.2 den A.15 e kadar; sağ sutun: soğutma grubuna soğutma suyu girişi değişken). Eğer dış hava koşulları tasarım koşullarından farklılık gösterirse ve dış hava ve/veya yaş termometre sıcaklığı düşükse, soğutma için gereken enerji gereksinimi azalan soğutma suyu giriş sıcaklığı nedeniyle düşer (PLV_{av} değerinde artışa yol açar). Karakteristik değer yöntemi için saptanan kısmi yük değerleri, bütün güç kontrollü kompresörler için cihaza özel minimum soğutma suyu çıkış sıcaklığı olan 20°C değerini dikkate alır. Eğer soğutma suyu kontrolü ve sabit soğutma suyu şartları planlanıyorsa, PLV_{av} değeri sol sütundan alınır; değişken soğutma suyu şartları planlanıyorsa, sağ sütundan alınır.

2.4.1.2.2 Hava soğutmalı kompresörlü tip soğutma grupları

Karakteristik değer yöntemi, aşağıda Tablo 2.4.5'te gösterilen kompresör ve kontrol tiplerini değerlendirmek için kullanılabilir.

Tablo 2.4.5 – Karakteristik değer yöntemi tarafından değerlendirilen hava soğutmalı kompresörlü tip soğutma gruplarının kısmi yük kontrollerinin tipleri

	Hava soğutmalı kompresörlü tip soğutma grupları, kısmi yük kontrolünün tipi
(A)	Çift nokta kontrollü pistonlu veya sarmal (scroll) kompresör ve tampon depolama (AÇ/KAPA (ON/OFF) işletme)
(B)	Çok kademe kontrollü pistonlu veya sarmal (scroll) kompresör (çoklu kompresör kombinasyonlarında en az 4 güç kontrol kademesi)
(C)	Valf kontrollü vidalı kompresörler

Hava soğutmalı kompresörlü tip soğutma gruplarının soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) tasarımla ve üreticiden üreticiye değişir. Karakteristik değer yönteminde, söz konusu kompresör tipleri için soğutma anma enerji verimlilik oranının varsayılan değerleri Tablo 2.4.6 dan alınabilir. Verilen değerler 32°C (21 °C yaş termometre sıcaklığı) dış hava sıcaklığı ve 0,044 m^2 K/kW kirletme faktörü için geçerlidir. Eğer kompresör tipi bilinmiyorsa, EER değerleri normal anma soğutma gücü aralıkları esas alınarak hesaplanabilir.
Eğer karakteristik değer yöntemi uygulanıyorsa, sadece Tablo 2.4.6 daki varsayılan değerler kullanılabilir. EER için ürün verilerinin kullanılmasına izin verilmez.

Tablo 2.4.6 da iklimlendirme mühendisliğinde genel olarak kullanılan soğutucu akışkanlar listelenmiştir. Soğutucu akışkan tipi bilinmiyorsa, hesaplarda R134a için verilen değerler kullanılacaktır. R22 tip soğutucu akışkan sadece mevcut sistemlerin enerji performansının değerlendirilmesinde kullanılacaktır.
Net sıcaklık seviyesi, tasarım, kullanılan tüketici kontrol ve yayılım teknolojisine göre belirlenir. Bu, tasarım işletme koşulları için belirlenecektir (anma gücünde). Dolaylı sistemlerde (su soğutma üniteleri) soğutulmuş su çıkış sıcaklığı tasarım parametresi olarak uygulanır; doğrudan soğutma sistemlerinde (doğrudan evaporatif sistemler) ortalama buharlaşma sıcaklığı tasarım parametresi olarak uygulanır. Bunlardan sapan değerler için ara değerler, interpolasyonla elde edilebilir.
Hava soğutmalı soğutma grupları için verilen anma enerji verimlilik oranı (EER), sistemin bütün iç destek enerjisi gereksinimlerini, özellikle yeniden soğutma fanlarının elektrik destek enerjisini dikkate alır.

Tablo 2.4.6 - Hava soğutmalı sıkıştırmalı soğutma grupları için soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) varsayılan değerleri

Soğutucu akışkan	Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı °C	Ortalama buharlaşma sıcaklığı °C	Soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER) varsayılan değerleri Normal güç aralıkları	
			Pistonlu ve sarmal (scroll) kompresörler 10kW-1500 kW	Vidalı kompresörler 200 kW-2000kW
R134a	6	0	2,8	3,0
	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

Belirli bir kullanım tipi için ortalama yıllık kısmi yük değeri (PLV_{av}) ve incelenen soğutma grubu tipleri Ek A daki tablolardan alınabilir. Kullanım tipleri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tarif edilen kullanım profillerine karşılık gelir. Fark gösteren kullanımlar için, planlanan kullanım profillerinden birine uyan bir kullanım tipi seçilecektir. Başka veri bilinmiyorsa, kişisel ofislerin – tek kullanıcılı (kullanım tipi 1) kısmi yük değerleri hesaplarda kullanılacaktır.
Belirlenmiş bir soğutma bölgesinde birçok kullanım tipleri varsa, PLV_{av}, eşitlik 2.4.7 kullanılarak hesaplanan ilgili kullanım tiplerinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.
Kısmi yük değeri (PLV_{av}) aynı zamanda soğutma uygulaması tipine de bağlıdır (mahal şartlandırması, HVAC). HVAC sistemleri olması durumunda, gerekli iklimlendirme fonksiyonuna karşılık gelen bir ayırım yapılacaktır. Soğutma, mahal şartlandırma ve HVAC sistemleri ile birlikte aynı anda yapılıyorsa, kısmi yük değeri, eşitlik 2.4.6 kullanılarak hesaplanan ilgili mahal şartlandırma ve HVAC soğutma sistemleri yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.

2.4.1.2.3 Mahal iklimlendirme sistemleri, hava soğutmalı

Karakterisitik değerler yöntemi, aşağıda Tablo 2.4.7'de gösterilen kompresör ve kontrol tiplerini değerlendirmek için kullanılabilir.

Tablo 2.4.7 – Karakteristik değer yöntemi tarafından değerlendirilen hava soğutmalı mahal iklimlendirme sistemlerinin kısmi yük kontrollerinin tipleri

Hava soğutmalı mahal iklimlendirme sistemleri, kısmi yük kontrolünün tipi	
(D)	Tek zonlu sistem için çift nokta kontrolü, kesikli (AÇ/KAPA (ON/OFF) işletme)

(E)	Çok zonlu sistem için çift nokta kontrolü, kesikli (uygun olduğu yerlerde egzoz odası kontrolü veya ayrı ayrı silindir kapatma)
(F)	Tek zonlu sistemler için sürekli kontrol, frekans kontrollü/kesikli, elektronik kontrollü genişleme valfli (inverter kontrol)
(G)	Çok zonlu sistemler için sürekli kontrol, frekans kontrollü/kesikli, elektronik kontrollü genişleme valfli (inverter kontrol)

Değişik sınıflara ait mahal hava şartlandırma sistemlerinin soğutma enerji verimlilik oranının varsayılan değerleri Tablo 2.4.8 ve 2.4.9 dan alınabilir. Tablolarda verilen değerler, 32°C dış hava sıcaklığı (21°C yaş termometre sıcaklığı) ve 26°C mahal sıcaklığı (19°C yaş termometre sıcaklığı) için geçerlidir.
2002/31/EC direktifi mahal hava şartlandırma sistemlerinin enerji bilgi etiketinin olmasını teşvik etmektedir. Karakteristik değer yöntemi ile değerlendirme yaparken Tablo 2.4.8 ve 2.4.9 da verilen değerlerden sadece D enerji verimliliği sınıfına ait varsayılan değerler kullanılabilir. Enerji gereksinimi hesaplanırken, 2002/31/EC direktifine göre belirlenmiş diğer ürün verilerinin anma soğutma enerji verimlilik oranı EER değerleri için kullanılmasına izin verilmez. Bu kısıtlama, mahal hava şartlandırıcılarının enerji kullanımlarının enerji etiketleme kapsamında olmayan soğuk su sistemlerinin enerji kullanımlarıyla karşılaştırılabilmesi için gerekir.

Tablo 2.4.8 – 12 kW'tan küçük hava soğutmalı mahal iklimlendirme sistemlerinin soğutma anma enerji verimlilik oranları (EER)

Hava soğutmalı mahal iklimlendirme sistemleri < 12 kW, 2002/31/EC doğrultusunda, soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER)		
Ünite tipi	**EER**	**Kısmi yük kontrol tipi**
Kompakt iklimlendiriciler, pencere veya duvara monteli	2,6	Kesikli (D)
Ayrık (split) sistemler	2,7	Kesikli (D)
		Frekans kontrollü(F)
Çoklu ayrık (multi-split) sistemler	2,9	Kesikli (E)
		Frekans kontrollü(G)

Tablo 2.4.9 – 12 kW'tan büyük hava soğutmalı mahal iklimlendirme sistemlerinin soğutma anma enerji verimlilik oranları (EER)

Hava soğutmalı mahal iklimlendirme sistemleri > 12 kW, soğutma anma enerji verimlilik oranı (EER)		
Ünite tipi	**EER**	**Kısmi yük kontrol tipi**
Değişken soğutucu akışkan debili VRF sistemleri	3,5	En az bir frekans kontrollü paralel kompresörlü (G)

Belirli bir kullanım tipi için ortalama yıllık kısmi yük değeri (PLV_{av}) ve incelenen soğutma grubu tipleri Ek A daki tablolardan alınabilir. Kullanım tipleri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tarif edilen kullanım profillerine karşılık gelir. Fark gösteren kullanımlar için, planlanan kullanım profillerinden birine uyan bir kullanım tipi seçilecektir. Başka veri bilinmiyorsa, kişisel ofislerin – tek kullanıcılı (kullanım tipi 1) kısmi yük değerleri hesaplarda kullanılacaktır.
Belirlenmiş bir soğutma bölgesinde birçok kullanım tipleri varsa, PLV_{av}, eşitlik 2.4.7 kullanılarak hesaplanan ilgili kullanım tiplerinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.

2.4.1.2.4 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı değişkenleri

Kompresörlü tip soğutma üniteleri tarafından kullanılan elektrik enerjisi ($Q_{C,f,electr}$) net enerjideki hesaplamalarda kullanılması için yıllık toplam olarak hesaplanmalıdır. Bunlar gerekli ise, aylık değerlerin kullanılmasına izin verilir. Yukarıda $Q_{C,f,electr}$ değeri sıkıştırmalı soğutma ünitelerinin kWh olarak yıllık elektrik enerjisi kullanımıdır.

2.4.1.3 Absorpsiyonlu soğutma gruplarının ısıtması için net üreteç enerjisi

Bu altmadde absorpsiyonlu soğutma grubu için ısı üretecinin net üreteç enerjisini hesaplama yöntemini tarif etmektedir. Absorpsiyonlu soğutma grupları, anma ısı oranı (ζ) ve ortalama kısmi yük değeri (PLV_{av}) esas alınarak aşağıdaki eşitlik kullanılarak değerlendirilir.

$$\zeta \cdot PLV_{av} = \zeta_{av} = \frac{Q_{C,outg,a}}{Q_{C,outg,therm}} \qquad 2.4.8$$

ζ : Anma ısı oranı, (kW/kW)
PLV_{av} : Ortalama kısmi yük değeri (yani faktör)
ζ_{av} : Yıllık anma ısı oranı, (kWh/kWh)
$Q_{C,outg,therm}$: Net üreteç ısı çıktısı (ısıl), (kWh)

Bu değerler aşağıdaki gibi absorpsiyonlu soğutma gruplarına ısı sağlayan ısı üretecinin enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılır.

$$Q_{C,outg,therm} = \frac{Q_{C,outg,a}}{\zeta \cdot PLV_{av}} \qquad 2.4.9$$

Bu eşitlikte kullanılan anma ısı oranı (ζ) anma soğutma gücünün (fayda) tasarım işletme koşullarındaki ısıl güce (harcama) oranını göstermektedir.

$$\zeta = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{\dot{Q}_{C,therm}} \qquad 2.4.10$$

$\dot{Q}_{C,outg}$: Absorpsiyonlu soğutma grubunun soğutma gücü, (kW)
$\dot{Q}_{C,therm}$: Anma ısıtma gücü, (kW)

Bu absorpsiyonlu soğutma gruplarının enerji verimlilik oranı kısmi yük koşulları altında değişir. Değişken koşullar, teknolojiye bağlı kısmi yük değerleri (PLV_{av}) ile gösterilmektedir. Bu kısmi yük koşullarında yanlış boyutlandırılmış olan soğutma ünitesinin gerçek kısmi yük karakteristiklerini, soğutma suyu sıcaklığının etkisini ve ısı değiştiricilerini dikkate alır.
Sadece tek kademeli H_2O/LiBr absorpsiyonlu soğutma grupları karakteristik değer yönteminde modellenir.

Tablo 2.4.10 – Karakteristik değer yöntemi tarafından değerlendirilen absorpsiyonlu soğutma gruplarının kısmi yük kontrollerinin tipleri

	Su soğutmalı absorpsiyonlu soğutma grupları, kısmi yük kontrolünün tipi
(7)	Absorpsiyonlu soğutma grupları, ısıtıcı akışkan kontrollü tek kademe

Anma ısı oranı (ζ) ünite tasarımıyla ve üreticiden üreticiye değişir. Karakteristik değer yönteminde, anma ısı oranı Tablo 2.4.11 de verildiği şekilde kullanılacaktır. Bir sutunda veri yoksa sistemin sınır şartlarına izin verilmiyor demektir. Bu ζ değerleri, belirlenmiş sistem sınır şartları ve 0,044 m^2 K/kW kirletme faktörü için geçerlidir.
Tek kademeli absorbsiyonlu soğutma gruplarının anma ısı oranı, bilinen ortalama ısıtıcı ortam sıcaklığı esas alınarak seçilecektir. Ara değerler, interpolasyonla elde edilebilir.
Soğutma suyu sıcaklıkları, kullanılan yeniden ısıtma tipine göre seçilecektir. Soğutma suyu giriş/çıkış sıcaklıkları, kuru tip soğutucular için 40/45°C (glikol oranı %30) ve evaporatif yeniden soğutucular için 27/33°C olarak varsayılır. Genellikle evaporatif yeniden soğutucular önerilir.
Net sıcaklık seviyesi, tasarım, kullanılan tüketici kontrol ve yayılım teknolojisine göre belirlenir. Bu, tasarım işletme koşulları için belirlenecektir (anma gücünde). Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı tasarım parametresi olarak uygulanır. Bunlardan sapan değerler için ara değerler, interpolasyonla elde edilebilir.

Tablo 2.4.11 - Tek kademeli absorbsiyonlu soğutma grupları için anma ısı oranı (ζ)

Tek kademeli H_2O/LiBr absorpsiyonlu soğutma grubu			
Isıtıcı akışkan sıcaklığı gidiş/dönüş °C	**Soğutma suyu giriş/çıkış sıcaklığı °C**	**Soğutulmuş su çıkış sıcaklığı °C**	**Anma ısı oranı 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	0,70
		14	0,72
	40/45	6	-
		14	0,71
130/110	27/33	6	0,71
		14	0,73
	40/45	6	0,70
		14	0,72

Belirli bir bina kullanım tipi için ortalama yıllık kısmi yük değeri (PLV_{av}), Ek A daki tablolardan alınabilir. Kullanım tipleri, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de tarif edilen kullanım profillerine karşılık gelir. Fark gösteren kullanımlar için, planlanan kullanım profillerinden birine uyan bir kullanım tipi seçilecektir. Başka veri bilinmiyorsa, kişisel ofislerin – tek kullanıcılı (kullanım tipi 1) kısmi yük değerleri hesaplarda kullanılacaktır.
Belirlenmiş bir soğutma bölgesinde birçok kullanım tipleri varsa, PLV_{av}, eşitlik 2.4.7 kullanılarak hesaplanan ilgili kullanım tiplerinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.
Kısmi yük değeri (PLV_{av}) aynı zamanda soğutma uygulaması tipine de bağlıdır (mahal şartlandırması, HVAC). HVAC sistemleri durumunda, gerekli hava şartlandırma fonksiyonuna bağlı olarak bir ayırım yapılacaktır. Soğutma, mahal şartlandırma ve HVAC sistemleri ile birlikte aynı anda yapılıyorsa, kısmi yük değeri, eşitlik 2.4.6 kullanılarak hesaplanan ilgili mahal şartlandırma ve HVAC sistemlerinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılır.
Kısmi yük değeri (PLV_{av}) aynı zamanda soğutma suyu kontrolüne de bağlıdır. Ek A da değişik kullanım tipleri için verilen kısmi yük değerleri, bir taraftan evaporatif yeniden soğutma için 27°C, kuru yeniden soğutma için 40°C değerinde kontrol edilen soğutma suyu sıcaklığına karşılık gelir. Diğer taraftan eğer dış hava şartları tasarım şartlarından farklılık gösterirse ve dış hava ve/veya yaş termometre sıcaklığı düşükse, soğutma için gereken enerji gereksinimi azalan soğutma suyu giriş sıcaklığı nedeniyle düşer (PLV_{av} değerinde artışa yol açar). Değişken soğutma suyu giriş sıcaklıklarının kısmi yük değerleri (bakınız Tablo A.2 den A.15 e kadar; sağ sutun: soğutma grubuna soğutma suyu girişi değişken), tek kademeli absorbsiyonlu soğutma grupları için cihaza özel minimum soğutma suyu çıkış sıcaklığı olan 20°C değerini dikkate alır. Eğer soğutma suyu kontrolü ve sabit soğutma suyu şartları planlanıyorsa, PLV_{av} değeri sol sutundan alınır; değişken soğutma suyu şartları planlanıyorsa, sağ sutundan alınır.

2.4.1.4 Gaz tahrikli soğutma üniteleri

2.4.1.4.1 Değişken soğutucu akışkan debili (VRF sistemleri) doğrudan buharlaşmalı sistemler (soğutucu akışkan dağıtımı)

Hesaplamalar 2.4.1.2.3'deki mahal iklimlendirme sistemleri için tarif edilen yönteme benzer şekilde yapılacakatır. Kompresörün tahriki ancak elektrik enerjisi yerine gaz motoru tarafından yapılır.

$$Q_{c,f,gas} = \frac{Q_{c,outg}}{PLV_{av,gas} \cdot EER_{gas}} \qquad 2.4.11$$

$Q_{c,f,gas}$: Kullanılan enerji kaynağı gaz

Gaz tahrikli soğutma sistemleri için aşağıdaki varsayılan değerler kullanılacaktır.

$PLV_{av,gas} = 0{,}95$
$EER_{gas} = 1{,}05$

Gaz motorundan geri kazanılan ısıl enerji, ısı pompaları için tarif edilen yönteme benzer şekilde değerlendirilecektir. Soğutmanın gerekli olduğu aylarda aynı zamanda ısıtma enerjisi de mevcut ise dikkate alınmalıdır ve tüm soğutma enerjisi gaz tahrikli mahal iklimlendirme sistemi tarafından sağlanabilir.

$$Q_{rd,mot} = P_{rd,mot} \cdot Q_{c,f,gas} \quad 2.4.12$$

Ürün verisi yok ise, aşağıdaki varsayılan değer kullanılacaktır.

$P_{rd,mot} = 0,4$

Geri kazanılan ısıl enerjinin su çıkış sıcaklığı (θ_{rd}) 70°C'dır.

Not: Düşük sıcaklıktan dolayı kondenser ısısı burada dikkate alınmaz.

2.4.1.4.2 Doğrudan yanmalı absorpsiyonlu soğutma sistemleri

Daha detaylı bir yöntem mevcut değil ise, absorpsiyonlu soğutma grupları için hesaplamalar Tablo 2.4.12'deki anma ısı oranı ve kısmi yük değerleri (PLV_{av}) (bkz. ek A, kısmi yük kontrolü (7)) kullanılarak 2.4.1.3'de açıklandığı gibi yapılacaktır.

$Q_{c,f,gas} = Q_{C,outg,therm}$
$Q_{C,outg,therm}$: Soğutma için üreteç ısı çıktısı

Absorpsiyonlu soğutma sisteminden geri kazanılan ısı enerji aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{rd} = P_{rd,gas} \cdot Q_{c,f,gas} \quad 2.4.13$$

Soğutmanın gerekli olduğu aylarda aynı zamanda ısıtma enerjisi de mevcut ise dikkate alınmalıdır ve tüm soğutma enerjisi gaz tahrikli mahal iklimlendirme sistemi tarafından sağlanabilir.
Ürün verisi yok ise, aşağıdaki varsayılan değer kullanılacaktır.

$P_{rd,gas} = 1,0$

Geri kazanılan ısıl enerjinin su çıkış sıcaklığı (θ_{rd}) 50°C'dır.

Table 2.4.12 – Doğrudan yanmalı soğutma üniteleri için anma ısı oranı

Doğrudan gaz yanmalı soğutma üniteleri	Anma ısı oranı (ζ)
Amonyak (NH_3)/su, tek kademeli	0,6
Su/LiBr, çift etkili	1,3

2.4.1.5 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı değişkenleri

Buhar ısı enerjisi taşıyıcısı olarak kullanıldığında, absorpsiyonlu soğutma grupları için ısıtma net üreteç enerjisi 2.5.1.2'deki gibi değerlendirilir.
Isı taşıyıcı olarak sıcak su referans alındığında, absorpsiyonlu soğutma grupları için ısıtma net üreteç enerjisi sıcaklık seviye verileri ile birlikte aylık değer ($Q_{C,outg,therm,mth}$) olarak ifade edilir ve Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklanan hesaplamalar için girdi olarak kullanılır. Net üreteç enerjisi hesaplamalarındaki karakteristik değer yöntemi yıllık toplamı verdiğinden dolayı, ilgili yıllık değer aylık değerlere geri çevrilir. Bu yapılırken, aylık net üreteç enerjisi eşitlik 2.4.16'daki gibi aylık net üreteç soğutma çıktısına göre ağırlıklandırılır.
Bu amaçla, herbir n kullanım tipi için aylık net üreteç soğutma çıktıları belirlenmeli ve ondan sonra bunlar soğutulan bölümde meydana gelen kullanım tipleri ile ilişkili olarak birlikte toplanmalıdır.

$$Q_{C,outg,mth,n} = \sum_1^j \left(Q_{c,outg,mth,j} + Q_{c^*,outg,mth,j}\right) \quad 2.4.14$$

$Q_{C,outg,mth,n}$: (n) kullanım tipi başına aylık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)
$Q_{c,outg,mth,j}$: Aylık mahal iklimlendirme için soğutma enerjisi çıktısı, (j) zon başına mahal şartlandırma sistemi, (kWh)
$Q_{c^*,outg,mth,j}$: Aylık soğutma için soğutma enerjisi çıktısı, (j) zon başına HVAC sistemi, (kWh)

$$Q_{C,outg,mth} = \sum_1^n Q_{C,outg,mth,n} \quad 2.4.15$$

$Q_{C,outg,mth}$: Aylık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)

$$Q_{C,outg,therm,mth} = Q_{C,outg,therm,a} \cdot \frac{Q_{C,outg,mth}}{Q_{C,outg,a}} \qquad 2.4.16$$

$Q_{C,outg,therm,mth}$: Aylık net üreteç ısı çıktısı (ısıl), (kWh)
$Q_{C,outg,a}$: Yıllık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)

Sıcak sulu ısıtma şebekelerinde absorpsiyonlu soğutma grupları ısıtması için anma ısı enerjisi gereksinimi, ısı üretecinin toplam ısı çıktısının hesaplanmasına imkan sağlaması için Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklanan hesaplamalar için girdi olarak verilmelidir.

Metodolojinin diğer bölümlerine girdiler ile ilgili olarak aşağıdakilere dikkat edilmelidir.

- sıcak su (Metodoloji Kısım III Bölüm 1) : $Q_{ch,outg} = Q_{c,outg,therm}$
- buhar : $Q_{cm,outg} = Q_{c,outg,therm}$

$$\dot{Q}_{C,outg} = \sum \dot{Q}_{c,max}\,;\ \dot{Q}_{c^*,max} \text{ ile } \dot{Q}_{C,therm} = \frac{\dot{Q}_{C,outg}}{\zeta} \qquad 2.4.17$$

$\dot{Q}_{C,therm}$: Anma ısıtma gücü, (kW)
$\dot{Q}_{C,outg}$: Absorpsiyonlu soğutma grubunun soğutma gücü, (kW)
ζ : Anma ısı oranı, (kW/kW)

2.4.1.6 Yeniden soğutma için enerji kullanımı

Yeniden soğutmanın enerji dengesi değerlendirmesi, yeniden soğutma donanımının özel tasarım ile ilgili elektrik enerjisi gereksinimi ($q_{R,electr}$) ve yeniden soğutma sisteminin ortalama kullanım faktörü ($f_{R,av}$) esas alınarak gerçekleştrilir. Yeniden soğutma sistemi anma gücü ve ortalama çalışma süresi dikkate alınmış ise, yeniden soğutma sisteminin enerji kullanımı aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$Q_{C,f,R,electr} = \dot{Q}_{R,outg} \cdot q_{R,electr} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op} \qquad 2.4.18$$

$Q_{C,f,R,electr}$: Yeniden soğutma sisteminin enerji kullanımı (elektrik), (kWh)
$\dot{Q}_{R,outg}$: Yeniden soğutma sistemi anma gücü, (kW)
$q_{R,electr}$: Yeniden soğutma sisyteminin özgül elektrik enerjisi gereksinimi, (kW/kW)
$f_{R,av}$: Yeniden soğutma için ortalama kullanım faktörü
$t_{R,op}$: Yeniden soğutma sisteminin çalışma süresi, (h)

Kompresörlü tip soğutma üniteleri için;

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{EER}\right) \qquad 2.4.19$$

Absorpsiyonlu soğutma grupları için;

$$\dot{Q}_{R,outg} = \dot{Q}_{c,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{\zeta}\right) \qquad 2.4.20$$

$\dot{Q}_{c,outg}$: Soğutma ünitesinin soğutma gücü, (kW)
EER : Enerji verimlilik oranı, (kW/kW)
ζ : Anma ısı oranı, (kW/kW)

Karakteristik değer yöntemi uygulandığında, buharlaşmalı (evaporatif) yeniden soğutma (açık ve kapalı soğutma suyu devreli) ve kuru (dry) yeniden soğutma sistemleri arasında bir ayrım yapılmalıdır. Tablo 2.4.13, ilave susturuculu ve susturucusuz yeniden soğutma sistemlerinin özgül elektrik enerjisi gereksinimini göstermektedir.

Tablo 2.4.13 - Yeniden soğutma sistemlerinin özgül elektrik enerji gereksinimi ($q_{R,electr}$)

Yeniden soğutma sisteminin tipi	Buharlaşmalı yeniden soğutucu (su püskürtme pompaları dahil)	Kuru yeniden soğutucu

	Kapalı devre	Açık devre	
	$q_{R,elektr}$ kW/kW		
İlave susturucusuz (Aksiyal fan)	0,033	0,018	0,045
İlave susturuculu (Radyal fan)	0,04	0,021	-

Buharlaşmalı yeniden soğutma sistemlerinin ortalama kullanım faktörü ($f_{R,av}$), $f_{R,VK}$ faktörü (hem açık hem de kapalı devrelere uygulanabilir) olarak Ek A'daki tablolardan ve ilgili bina kullanım tipi için aynı tablolardaki $f_{R,TK}$ faktörü kuru yeniden soğutma sistemleri için de alınabilir. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi kullanım tipleri kullanım profillerine karşılık gelmektedir. Sapan kullanımlar olması durumunda, planlanan kullanım profiline karşılık gelen bir kullanım tipi seçilmelidir. Başka bir veri bilinmiyor ise, hesaplarda kişisel ofislerin (tek kullanıcı) (kullanım tipi 1) kısmi yük değerleri kullanılmalıdır. Soğutma ünitesinin değerlendirilmesi için belirtilen tasarım soğutma suyu sıcaklığı seviyesine karşılık gelen değerler uygulanacaktır. Yeniden soğutma için soğutma suyu sıcaklık kontrol modu ile ilişkili ve ilgili soğutma ünitesinin PLV değeri ile ilintili karakteristik değerler alınacaktır.
Tek ve aynı kullanım tipi içerisinde soğutma enerjisi sadece mahal şartlandırma veya HVAC sistemi ile tedarik ediliyor ise, kullanım faktörü ($f_{R,av}$) enerji değerlendirme hesaplarında doğrudan kullanılabilir. Soğutmanın mahal şartlandırma ve HVAC sistemleri ile paralel olarak elde edilmesi durumunda, karakteristik değerler ilgili mahal şartlandırma ve HVAC soğutma sistemlerinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılmalıdır.

$$f_{R,av,n} = \frac{Q_{C,outg,a,n} \cdot f_{R,av} + Q_{c^*,outg,a,n} \cdot f_{R,av}}{Q_{C,outg,a,n}} \qquad 2.4.21$$

$f_{R,av,n}$: Kullanım tipine bağlı yeniden soğutma için ortalama kullanım faktörü,
$Q_{C,outg,a,n}$: n kullanım tipi başına yıllık soğutma enerjisi çıktısı, (kWh)
$Q_{c,outg,a,n}$: Soğutma için yıllık soğutma enerjisi çıktısı, mahal şartlandırma sistemi, n kullanım tipi başına, (kWh)
$Q_{c^*,outg,a,n}$: Soğutma için yıllık soğutma enerjisi çıktısı, HVAC sistemi, n kullanım tipi başına, (kWh)

Yukarıdaki;

$$Q_{C,outg,a,n} = Q_{c,outg,a,n} + Q_{c^*,outg,a,n} \qquad 2.4.22$$

dir.
Belirli bir soğutulan bölgede sadece tek bir kullanım tipi olur ise, kullanım yük faktörü ($f_{R,av}$) enerji ile ilgili değerlendirme hesaplarında doğrudan kullanılabilir. Belirli bir soğutulan bölgede birkaç kullanım tipinin olması halinde, karakteristik değerler ilgili kullanım tipinin yüzde oranlarına göre ağırlıklandırılmalıdır.

$$f_{R,av} = \frac{\sum_1^n Q_{C,outg,a,n} \cdot f_{R,av,n}}{Q_{C,outg,a,n}} \qquad 2.4.23$$

Yeniden soğutma sistemi çalışma süresi ($t_{R,op}$), kullanım tipi başına aylık soğutma serpantini talep sürelerinin yıllık toplamının ve/veya mahal iklimlendiricilerinin aylık talep sürelerinin maksimumu olarak kabul edilir.

$$t_{R,op,n} = \mathrm{Max}\left(\sum_1^{12} t_{c^*,op,mth}\,;\, \sum_1^{12} t_{c,op,mth}\right)_n \qquad 2.4.24$$

$t_{c^*,op,mth}$: Soğutma serpantininin aylık talep süresi, (h)
$t_{c,op,mth}$: Mahal iklimlendirme sisteminin aylık talep süresi,(h)
$t_{R,op,n}$: Kullanım tipine bağlı olarak yeniden soğutma sisteminin yıllık çalışma süresi, (h)

Tek ve aynı soğutulan bölge içinde birkaç farklı kullanım tipleri var ise, çalışma süresi tüm kullanım tiplerinin yeniden soğutma sistemi çalışma süresinin maksimum değeri olarak belirlenmelidir.

$$t_{R,op} = \mathrm{Max}(t_{R,op,n}) \qquad 2.4.25$$

2.4.1.6.1 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı değişkenleri

Yeniden soğutma sistemine verilen elektrik enerjisi ($Q_{C,f,R,electr}$) net enerjide tanımlanan hesaplarda kullanılması için yıllık toplam olarak sağlanır.

$Q_{C,f,R,electr}$: Yeniden soğutma sisteminin yıllık enerji kullanımı (elektrik), (kWh)

2.4.1.7 Soğutma ve dağıtım için enerji kullanımının kısımları

Dolaylı soğutma sistemleri olması durumunda, soğutma, dağıtım ve kontrol ve yayılımdan oluşan tüm soğutma sisteminin enerji karakteristikleri değerlendirilirken Tablo 2.4.14'deki enerji kısımları dikkate alınmalıdır. Aksi belirtilmedikçe, tabloda verilen enerji kısımlarının hesaplanması bu dokümanda açıklanmaktadır.

Tablo 2.4.14 – Dolaylı soğutma sistemlerinin (soğutma grupları) enerji karakteristiklerini değerlendirmek için enerji kısımları

Dolaylı sistemler (soğutma grupları)		Kompresörlü tip soğutma grupları			Absorpsiyonlu soğutma grupları	
		Su soğutmalı		Hava soğutmalı	Su soğutmalı	
		Buharlaşmalı soğutucu	Kuru soğutucu	Kompakt tasarım	Buharlaşmalı soğutucu	Kuru soğutucu
Üretim	Soğutma ünitesi	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,therm}$ (bkz. 2.4.1.3)	$Q_{C,f,therm}$ (bkz. 2.4.1.3)
	Yeniden soğutma sistemi	$Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.4)	$Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.4)	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.4)	$Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.4)
Dağıtım	Soğutulmuş su	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)
	Soğutma suyu	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)
	Sıcak su	N/A	N/A	N/A	$Q_{h,d,aux}$ (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1)	$Q_{h,d,aux}$ (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 1)
Kontrol ve yayılım	Yayılım (sadece mahal şartlandırma)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)

Doğrudan soğutma sistemlerinin olması durumunda, soğutma enerjisi üretimi ve dağıtımından oluşan tüm soğutma sisteminin enerji karakteristikleri değerlendirilirken Tablo 2.4.15'deki enerji kısımları dikkate alınmalıdır.

Tablo 2.4.15 – Doğrudan soğutma sistemlerinin (doğrudan buharlaşmalı üniteler) enerji karakteristiklerini değerlendirmek için enerji kısımları

Doğrudan soğutma sistemleri (doğrudan buharlaşmalı üniteler)		Kompresörlü tip soğutma üniteleri					
		Su soğutmalı		Hava soğutmalı (mahal iklimlendiricileri)			
		Buharlaşmalı soğutucu	Kuru soğutucu	Kompakt iklimlendirici	Bireysel sistem	Çoklu sistem	Inverter/VRF çoklu sistem
Üretim	Soğutma ünitesi	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)	$Q_{C,f,electr}$ (bkz. 2.4.1.2)
	Yeniden soğutma sistemi	$Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.4)	$Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.4)	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil
Dağıtım	Dağıtım, soğuk	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil
	Dağıtım, sıcak	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{Z,aux,d}$ (bkz. 2.3.5)	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil	$Q_{C,f,electr}$ içinde dahil

Kontrol ve yayılım	Yayılım (sadece mahal şartlandırma)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)	$Q_{c,ce,aux}$ (bkz. 2.3.3)

2.4.2 Buhar üretimi için verilen enerji

Buhar üretimi için, buhar nemlendirme sistemi tipine bağlı ve aşağıdaki faktörleri dahil etmesi gereken birkaç sabit faktör vardır.

- sulu çamurun alınması
- bekleme modunda işletmeye bağlı kayıp, dağıtm kayıpları, ceketli ısıtma vs.

Sonuç, aşağıdaki birincil enerji açısından değerlendirilen buhar üretimi için bireysel enerji taşıyıcılarının enerji kullanımıdır. Buhar üreteçlerinin değerlerinin detaylı hesaplanması için başka yöntemler yok ise, buhar tedariki için verilen enerji ($Q_{m^*,f}$) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{m^*,f} = Q_{m^*,outg} \cdot f_{m^*,f} \qquad 2.4.26$$

$Q_{m^*,outg}$: Buhar temini için üreteç ısı çıktısı (2.3.4'de açıladığı gibi)

Tablo 2.4.16 – Buhar üretimi için verilen enerji faktörleri

Buharlı nemlendirici tipi	Nihai enerji faktörü $f_{m^*,f}$
Elektrotlarla veya elektrik dirençleri ile ısıtma – ham su	1,16
Gaz yakmalı – ham su (üst ısıl değere göre)	1,51
Yağ (Fuel-Oil) yakmalı – ham su (üst ısıl değere göre)	1,45
Ceketli ısıtıcısı olmayan uzaktan buhar ısıtma (üst ısıl değere göre)	1,44
Ceketli ısıtıcısı olan uzaktan buhar ısıtma (üst ısıl değere göre)	1,55

Burada açıklanan yöntem ısıl soğutma gruplarının enerji ihtiyacını değerlendirmek için de kullanılabilir.

2.5 Verilen enerji

2.5.1 Soğutma için soğutma donanımı

Soğuk enerji karakteristiklerini hesaplamadaki basitleştirilmiş yöntemde, verilen enerji üretim yöntemlerinin bir fonksiyonu olarak doğrudan hesaplanır.
Soğuk üretimi ile ilgili karakteristik değer yöntemi yıllık değerlere dayanmaktadır. Eşitlikler aynı zamanda bir ay için değerlerin elde edilmesinde kullanılabilir; o yıldaki yıllık değerin aylara tam olarak dağıtımı imkansızdır.

2.5.1.1 Kompresörlü tip soğutma grupları için elektrik enerjisi

Bölgesel soğutma sistemleri olması durumunda, donanıma göre EER and PLV_{av} değerleri, bölgesel soğutma enerjisi tedarikçisinden alınır. Alternatif olarak, donanım tipi hakkında bilgi tedarikçiden temin edilebilir ve sonra madde 2.4'de bina için açıklanan yöntem uygulanabilir (binada sanal soğutma enerjisi üretimi).
Madde 2.4.1'de açıklandığı gibi, mahal iklimlendiricileri ve kompresörlü tip soğutma grupları için yıllık elektrik enerjisi tüm soğutma sağlayan ünitelerin toplamı olarak hesaplanır.

$Q_{c,f,j,electr} = \sum Q_{c,f}$ (bkz. 2.4.1.4)

Madde 2.4.1'de açıklandığı gibi karakteristik değer yönteminde, karakteristik değerler zaten üretim kayıplarını dikkate almaktadır, bu yüzden $Q_{c,g} = Q_{c^*,g} = 0$ dir.
Yenilenebilir (rejeneratif) enerji tarafından katkı sağlanan soğutma enerjisi üretiminin paylaşımı aşağıdaki gibi belirlenir.

$Q_{c,reg} = Q_{c,outg} - Q_{c,f}$ veya $Q_{c^*,reg} = Q_{c^*,outg} - Q_{c^*,f}$ veya $Q_{C,reg} = Q_{C,outg} - Q_{C,f}$

2.5.1.2 Absorpsiyonlu soğutma gruplarının ısıtması için buhar

110°C sıcaklığının altındaki ısıl enerji Metodoloji Kısım III Bölüm 1 ve 2.4.1.3.1'de açıklandığı gibi değerlendirilir.

$Q_{c,f,j,therm} = Q_{c,f}$ (bkz. 2.4.1.3)

Birincil enerji açısından, bu buhar temini bölgesel ısıtmayla aynı şekilde işlem görür.

2.5.2 Nemlendirme için buhar üretimi

$Q_{m^*,f,j(Dampf)} = \sum Q_{m^*,f}$ (bkz. 2.4.2)

Birincil enerji açısından, harici buhar üretimi bölgesel ısıtmayla aynı şekilde işlem görür.

2.5.3 HVAC ve iklimlendirme için destek enerjisi (elektrik)

HVAC, soğutma grupları ve mahal şartlandırma sistemleri için yıllık toplam destek enerjisi, tüm HVAC sistemleri, mahal şartlandırma ve HVAC soğutması için soğutma grupları, tüm kullanım üniteleri ve soğutulan bölgeler için kullanılan destek enerjilerinin toplamıdır. Destek enerjisini aylık esas alınarak hesaplamak gerekli ise ve bu dokümanda açıklanan yöntemlere (örn. sulu nemlendirciler için pompalar, ısı değiştiricilerin yardımcı sürücüleri) göre imkansız ise, HVAC sistemi için ısıl enerjiyi orantılı olarak dağıtmaya müsaade edilmiştir.

$$Q_{C,aux} = \sum Q_{c^*,aux,a} + \sum Q_{c,aux,a} = \sum Q_{c,ce,aux,a} + \sum Q_{Z,aux,d,a} + \sum Q_{hr,f,aux,a} + \sum Q_{mh,f,aux,a} + \sum Q_{C,f,R,electr} \quad 2.5.1$$

$\sum Q_{c,ce,aux,a}$ (bkz. 2.3.3)

$\sum Q_{Z,aux,d,a}$ (bkz. 2.3.5.1.1)

$\sum Q_{hr,f,aux,a}$ (bkz. 2.3.6.2.1)

$\sum Q_{mh,f,aux,a}$ (bkz. 2.3.6.3)

$\sum Q_{C,f,R,electr}$ (bkz. 2.4.1.6.1)

2.5.3.1 Buhar temini için destek enerjisi

Buhar temini için destek enerjisi basitleştirilmiş buhar üretim değerlendirme yönteminde dikkate alınmamıştır.

$Q_{m^*,aux} = 0$

2.5.3.2 Destek enerjinin diğer biçimleri ve geri kazanılan enerji

Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] deki hesaplama yöntemindeki simülasyon programlarından elde edilen enerji karakteristiklerini katan yöntemleri belirtmektedir. Prensip olarak bu, diğer proseslerde dikkate alınması gereken geri kazanılan enerji veya enerji değerleri ile sonuçlanır. Bu, aşağıdaki gibi sistemleri kapsayabilir.

- Isı pompası ve soğutma grubu ile entegre edilmiş merkezi HVAC üniteleri
- Serbest (free) taşınımlı soğutma için soğutma kulesinin kullanımı
- Soğutma gruplarından egzoz ısısının kullanımı, vs.

Bu karakteristik değerleri belirlemek için uygun simülasyon programları kullanılır ise, bunlar aylık değerler olarak hesaplanabilir ve aşağıdaki gibi yönteme dahil edilebilir.

$\sum Q_{Y,aux}$: Ek prosesler için destek elektrik enerjisi
$Q_{r,d}$: Geri kazanılan ısıl enerji
$\theta_{r,d}$: Geri kazanılan ısıl enerjinin sıcaklığı

EK A

İKLİMLENDİRME İLE İLİŞKİLİ KARAKTERİSTİKLER

A.1 GENEL

Ek A tablo biçiminde soğutma proseslerinin enerji ile ilgili değerlendirilmesinde kullanılacak iklimlendirme soğutması ile ilişkili kısmı yük karakteristiklerini içermektedir. Karakteristik tabloları, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi konut dışı binalar için kullanım profillerine göre çeşitli kullanım tipleri ile ilişkilidir.
Tablo A.1 Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de verilen kullanım profilleri ile karakteristik tabloları arasındaki ilşkiyi göstermektedir.

Tablo A. 1 – Kullanım tipleri arasındaki ilişkiler ve karakteristik tabloları

Kullanım tipi	Kullanıcı profili, konut dışı binalar	Enerji ile ilgili değerlendirme (kullanım tipi olarak)	Tablo
1	Kişisel ofis (tek kişilik)	1	A.2
2	Grup çalışma ofisi (2 ila 6 çalışma alanı)	1	A.2
3	Açık ofis (7 ve üstü çalışma alanı)	1	A.2
4	Toplantı, seminer ve konferans odası	1	A.2
5	Lobi / giriş holü	1	A.2
6	Perakende mağaza/alışveriş merkezi (soğutulmuş ürünleri olmayan)	6	A.3
7	Perakende mağaza/alışveriş merkezi (soğutulmuş ürünleri olan)	6	A.3
8	Derslik (okullar)	8	A.4
9	Konser ve sergi salonları	9	A.5
10	Hastane odası veya yatakhane	10	A.6
11	Otel yatak odası	11	A.7
12	Kantin	12	A.8
13	Restoran	13	A.9
14	Mutfak (konut dışı binalardaki)	13	A.9
15	Mutfak (hazırlık odası veya depo)	13	A.9
16	Tuvalet ve sağlık tesisleri (konut dışı binalardaki)	1	A.2
17	Diğer yaşanabilir 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, montaj, üretim alanları	22	A.11
23	İzleyici ve dinleyici alanları (tiyatro ve müsabaka alanları)	23	A.12
24	Fuaye (tiyatro ve müsabaka alanları)	23	A.12
25	Sahne (tiyatro ve müsabaka alanları)	25	A.13
26	Fuar / kongre binası	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 depolar)	6	A.3
31	Spor salonu (tribün olmayan)	31	A.15
32	Garajlar (ofisler ve özel kullanım için)	-	-
33	Garajlar (halka açık)	-	-

Tablo A.2 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipleri : 1,2,3,4,5,16,17,18,20)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{sv}	f_{RLVK}	PLV_{sv}	f_{RLTK}	PLV_{sv}	f_{RLVK}	PLV_{sv}	f_{RLTK}
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,12	0,92	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,92	0,10	0,92	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,92	0,10	0,92	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,11	0,92	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,31	0,12	1,26	0,08	1,54	0,37	1,74	0,63
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	1,33	0,09	1,27	0,08	1,57	0,29	1,75	0,70
			WRG: var	1,33	0,10	1,27	0,08	1,56	0,31	1,74	0,71
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,33	0,10	1,27	0,08	1,56	0,30	1,75	0,65
			WRG: ısı ve nem	1,32	0,11	1,26	0,08	1,55	0,36	1,73	0,68
(3)	Mahal soğutma			0,82	0,13	0,79	0,09	0,96	0,40	1,09	0,65
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	0,73	0,10	0,70	0,08	0,86	0,31	0,95	0,72
			WRG: var	0,75	0,11	0,72	0,08	0,88	0,34	0,99	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,75	0,10	0,71	0,08	0,88	0,33	0,98	0,67
			WRG: ısı ve nem	0,77	0,12	0,74	0,09	0,91	0,38	1,02	0,71
(4)	Mahal soğutma			0,56	0,13	0,56	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	0,45	0,10	0,45	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,48	0,11	0,48	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,47	0,11	0,47	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,51	0,12	0,51	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			1,01	0,12	0,97	0,09	1,19	0,38	1,79	0,64
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	0,87	0,09	0,83	0,08	1,02	0,30	1,53	0,72
			WRG: var	0,91	0,10	0,87	0,08	1,06	0,33	1,58	0,73
		Toleranss... nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,90	0,10	0,86	0,08	1,05	0,32	1,58	0,67
			WRG: ısı ve nem	0,95	0,11	0,91	0,08	1,11	0,37	1,66	0,70
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,21	0,38	1,37	0,64
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	-	-	-	-	1,07	0,30	1,19	0,71
			WRG: var	-	-	-	-	1,11	0,32	1,23	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,10	0,32	1,23	0,66
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,15	0,37	1,29	0,70
(7)	Mahal soğutma			1,07	0,12	1,09	0,08	1,35	0,37	1,46	0,64
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleransl	WRG: yok	0,99	0,09	0,95	0,08	1,28	0,30	1,29	0,73
			WRG: var	1,01	0,10	0,97	0,08	1,30	0,33	1,31	0,74
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,01	0,10	0,96	0,08	1,29	0,31	1,31	0,67
			WRG: ısı ve nem	1,04	0,11	1,00	0,08	1,32	0,36	1,34	0,70

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{sv}
(A)	Mahal soğutma			1,32
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	1,37
			WRG: var	1,35
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,36
			WRG: ısı ve nem	1,34
(B)	Mahal soğutma			1,43
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	1,50
			WRG: var	1,48
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,49
			WRG: ısı ve nem	1,46
(C)	Mahal soğutma			1,14
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	1,09
			WRG: var	1,10
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,09
			WRG: ısı ve nem	1,11
(D)	Mahal soğutma			1,24
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,37
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleransl	WRG: yok	1,21
			WRG: var	1,23
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,23
			WRG: ısı ve nem	1,28

Tablo A.3 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipleri : 6,7,28,29,30)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,13	0,92	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,93	0,10	0,93	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,12	0,92	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,30	0,12	1,25	0,09	1,53	0,41	1,71	0,73
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,33	0,09	1,27	0,08	1,56	0,29	1,74	0,71
			WRG: var	1,33	0,10	1,27	0,08	1,56	0,31	1,74	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,33	0,10	1,27	0,08	1,56	0,32	1,74	0,70
			WRG: ısı ve nem	1,31	0,11	1,26	0,09	1,54	0,37	1,72	0,73
(3)	Mahal soğutma			0,80	0,13	0,77	0,09	0,94	0,44	1,05	0,76
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,73	0,10	0,69	0,08	0,86	0,31	0,95	0,73
			WRG: var	0,75	0,10	0,71	0,09	0,88	0,33	0,98	0,74
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,74	0,11	0,71	0,08	0,87	0,34	0,97	0,72
			WRG: ısı ve nem	0,77	0,12	0,74	0,09	0,91	0,40	1,01	0,75
(4)	Mahal soğutma			0,55	0,14	0,55	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,45	0,10	0,45	0,09	-	-	-	-
			WRG: var	0,47	0,11	0,47	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,47	0,11	0,47	0,09	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,50	0,13	0,50	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,99	0,12	0,95	0,09	1,16	0,42	1,73	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,87	0,10	0,83	0,08	1,02	0,30	1,51	0,72
			WRG: var	0,89	0,10	0,85	0,08	1,05	0,32	1,56	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,89	0,10	0,85	0,08	1,05	0,33	1,56	0,71
			WRG: ısı ve nem	0,94	0,11	0,90	0,09	1,10	0,38	1,63	0,74
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	-	0,42	1,33	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	-	0,30	1,19	0,72
			WRG: var	-	-	-	-	-	0,32	1,22	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	-	0,33	1,22	0,71
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	-	0,38	1,27	0,74
(7)	Mahal soğutma			1,06	0,12	1,07	0,09	1,33	0,41	1,43	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,99	0,09	0,94	0,08	1,27	0,30	1,28	0,73
			WRG: var	1,01	0,10	0,96	0,08	1,29	0,32	1,30	0,74
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,00	0,10	0,96	0,08	1,28	0,33	1,30	0,72
			WRG: ısı ve nem	1,03	0,11	0,99	0,09	1,31	0,38	1,32	0,75

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,32
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,36
			WRG: var	1,35
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,35
			WRG: ısı ve nem	1,33
(B)	Mahal soğutma			1,44
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,49
			WRG: var	1,48
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,49
			WRG: ısı ve nem	1,46
(C)	Mahal soğutma			1,14
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,08
			WRG: var	1,09
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,09
			WRG: ısı ve nem	1,11
(D)	Mahal soğutma			1,24
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,84
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,38
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,34
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,19
			WRG: var	1,22
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,22
			WRG: ısı ve nem	1,26

Tablo A.4 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 8)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,YK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,YK}$
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,11	0,92	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,93	0,09	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,93	0,11	0,93	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,32	0,11	1,26	0,09	1,54	0,34	1,72	0,74
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,34	0,09	1,27	0,08	1,57	0,26	1,74	0,78
			WRG: var	1,33	0,10	1,27	0,08	1,56	0,28	1,73	0,78
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,32	0,10	1,26	0,08	1,55	0,29	1,73	0,76
			WRG: ısı ve nem	1,32	0,10	1,26	0,08	1,55	0,32	1,72	0,78
(3)	Mahal soğutma			0,79	0,12	0,75	0,09	0,92	0,37	1,03	0,76
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,73	0,10	0,69	0,08	0,85	0,28	0,95	0,79
			WRG: var	0,76	0,10	0,72	0,08	0,89	0,30	0,98	0,79
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,76	0,11	0,72	0,09	0,89	0,31	0,99	0,77
			WRG: ısı ve nem	0,77	0,11	0,73	0,09	0,90	0,34	1,00	0,79
(4)	Mahal soğutma			0,52	0,12	0,52	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,45	0,10	0,45	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,48	0,11	0,48	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,48	0,11	0,48	0,09	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,49	0,12	0,49	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,96	0,11	0,92	0,09	1,12	0,35	1,66	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,86	0,09	0,82	0,08	1,01	0,28	1,50	0,79
			WRG: var	0,90	0,10	0,85	0,08	1,05	0,29	1,56	0,78
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,90	0,10	0,85	0,08	1,05	0,30	1,56	0,77
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,11	0,88	0,09	1,08	0,33	1,59	0,78
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,16	0,35	1,29	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,06	0,27	1,18	0,78
			WRG: var	-	-	-	-	1,10	0,29	1,22	0,78
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,09	0,30	1,22	0,77
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,12	0,33	1,24	0,78
(7)	Mahal soğutma			1,04	0,11	1,05	0,09	1,32	0,35	1,41	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,98	0,09	0,94	0,08	1,27	0,28	1,27	0,79
			WRG: var	1,00	0,10	0,96	0,08	1,29	0,29	1,29	0,79
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,00	0,10	0,95	0,08	1,28	0,30	1,29	0,78
			WRG: ısı ve nem	1,02	0,10	0,97	0,08	1,30	0,33	1,31	0,79

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,36
			WRG: var	1,34
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,33
			WRG: ısı ve nem	1,33
(B)	Mahal soğutma			1,45
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,49
			WRG: var	1,46
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,45
			WRG: ısı ve nem	1,45
(C)	Mahal soğutma			1,12
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,08
			WRG: var	1,09
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,08
			WRG: ısı ve nem	1,10
(D)	Mahal soğutma			1,24
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,83
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,38
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,28
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,18
			WRG: var	1,20
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,19
			WRG: ısı ve nem	1,23

Tablo A.5 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 9,26)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	f_{RVK}	PLV_{av}	f_{RTK}	PLV_{av}	f_{RVK}	PLV_{av}	f_{RTK}
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,11	0,92	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,93	0,09	0,93	0,07	-	-	-	-
			WRG: var	0,93	0,09	0,93	0,07	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,09	0,93	0,07	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,10	0,92	0,08	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,31	0,11	1,25	0,08	1,54	0,35	1,73	0,70
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,34	0,09	1,28	0,07	1,58	0,24	1,77	0,71
			WRG: var	1,34	0,09	1,27	0,07	1,58	0,25	1,77	0,71
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,33	0,09	1,27	0,07	1,57	0,25	1,76	0,71
			WRG: ısı ve nem	1,32	0,10	1,26	0,07	1,56	0,31	1,75	0,73
(3)	Mahal soğutma			0,80	0,12	0,77	0,08	0,95	0,38	1,06	0,72
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,72	0,09	0,69	0,07	0,85	0,27	0,95	0,73
			WRG: var	0,73	0,09	0,70	0,07	0,86	0,27	0,96	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,72	0,09	0,68	0,07	0,84	0,28	0,95	0,72
			WRG: ısı ve nem	0,75	0,10	0,72	0,08	0,89	0,33	0,99	0,74
(4)	Mahal soğutma			0,54	0,12	0,54	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,44	0,09	0,44	0,07	-	-	-	-
			WRG: var	0,45	0,10	0,45	0,07	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,43	0,10	0,43	0,07	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,48	0,11	0,48	0,08	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,99	0,11	0,95	0,08	1,17	0,36	1,75	0,71
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,86	0,09	0,82	0,07	1,02	0,26	1,53	0,72
			WRG: var	0,88	0,09	0,84	0,07	1,03	0,26	1,55	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,85	0,09	0,81	0,07	1,00	0,27	1,51	0,72
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,10	0,88	0,07	1,08	0,32	1,62	0,74
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,19	0,36	1,34	0,71
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,07	0,26	1,19	0,72
			WRG: var	-	-	-	-	1,08	0,26	1,21	0,71
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,05	0,26	1,18	0,71
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,12	0,32	1,26	0,74
(7)	Mahal soğutma			1,06	0,11	1,07	0,08	1,34	0,36	1,44	0,71
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,99	0,09	0,95	0,07	1,28	0,26	1,29	0,73
			WRG: var	1,00	0,09	0,95	0,07	1,29	0,26	1,30	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,98	0,09	0,94	0,07	1,27	0,26	1,28	0,72
			WRG: ısı ve nem	1,03	0,10	0,98	0,07	1,31	0,31	1,33	0,74

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,38
			WRG: var	1,37
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,37
			WRG: ısı ve nem	1,35
(B)	Mahal soğutma			1,45
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,52
			WRG: var	1,51
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,52
			WRG: ısı ve nem	1,49
(C)	Mahal soğutma			1,14
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,09
			WRG: var	1,10
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,07
			WRG: ısı ve nem	1,10
(D)	Mahal soğutma			1,25
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,84
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,39
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,21
			WRG: var	1,22
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,18
			WRG: ısı ve nem	1,26

Tablo A.6 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 10)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,12	0,92	0,10	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,93	0,10	0,93	0,09	-	-	-	-
			WRG: var	0,93	0,11	0,93	0,10	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,12	0,93	0,11	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,12	0,92	0,10	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,31	0,11	1,26	0,10	1,53	0,44	1,65	0,88
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,33	0,10	1,27	0,09	1,56	0,37	1,67	0,89
			WRG: var	1,32	0,11	1,26	0,10	1,55	0,40	1,66	0,89
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,31	0,12	1,25	0,10	1,53	0,41	1,65	0,89
			WRG: ısı ve nem	1,32	0,11	1,26	0,10	1,54	0,42	1,66	0,89
(3)	Mahal soğutma			0,79	0,12	0,75	0,11	0,92	0,47	0,99	0,89
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,75	0,10	0,71	0,10	0,87	0,40	0,94	0,90
			WRG: var	0,77	0,11	0,74	0,10	0,90	0,42	0,96	0,90
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,78	0,13	0,74	0,11	0,91	0,44	0,97	0,89
			WRG: ısı ve nem	0,77	0,12	0,74	0,10	0,90	0,45	0,97	0,90
(4)	Mahal soğutma			0,52	0,13	0,52	0,11	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,47	0,11	0,47	0,10	-	-	-	-
			WRG: var	0,49	0,12	0,49	0,10	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,51	0,13	0,51	0,11	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,50	0,13	0,50	0,11	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,95	0,12	0,91	0,10	1,11	0,46	1,55	0,89
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,89	0,10	0,85	0,09	1,04	0,39	1,46	0,89
			WRG: var	0,92	0,11	0,88	0,10	1,07	0,41	1,50	0,89
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,12	0,88	0,11	1,08	0,43	1,51	0,89
			WRG: ısı ve nem	0,93	0,11	0,89	0,10	1,09	0,44	1,52	0,89
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,14	0,45	1,23	0,89
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,08	0,38	1,16	0,89
			WRG: var	-	-	-	-	1,11	0,41	1,19	0,89
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,12	0,42	1,20	0,89
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,12	0,44	1,21	0,89
(7)	Mahal soğutma			1,04	0,11	1,04	0,10	1,31	0,46	1,34	0,89
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,00	0,10	0,95	0,09	1,28	0,39	1,24	0,90
			WRG: var	1,02	0,11	0,97	0,10	1,30	0,41	1,26	0,90
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,02	0,12	0,97	0,10	1,29	0,43	1,25	0,89
			WRG: ısı ve nem	1,03	0,11	0,98	0,10	1,30	0,44	1,26	0,90

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,32
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,35
			WRG: var	1,33
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,32
			WRG: ısı ve nem	1,33
(B)	Mahal soğutma			1,44
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,48
			WRG: var	1,45
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,44
			WRG: ısı ve nem	1,45
(C)	Mahal soğutma			1,11
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,08
			WRG: var	1,09
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,09
			WRG: ısı ve nem	1,10
(D)	Mahal soğutma			1,24
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,83
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,37
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,26
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,20
			WRG: var	1,22
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,21
			WRG: ısı ve nem	1,24

Tablo A.7 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 11)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,93	0,09	0,93	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,93	0,09	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,93	0,09	0,93	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,08	0,93	0,07	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,93	0,09	0,93	0,08	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,34	0,09	1,27	0,08	1,57	0,36	1,73	0,70
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,34	0,09	1,28	0,08	1,57	0,32	1,73	0,71
			WRG: var	1,34	0,08	1,28	0,08	1,57	0,32	1,73	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,34	0,08	1,28	0,07	1,58	0,32	1,73	0,71
			WRG: ısı ve nem	1,34	0,09	1,27	0,07	1,57	0,35	1,73	0,73
(3)	Mahal soğutma			0,76	0,10	0,72	0,08	0,89	0,38	0,98	0,72
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,72	0,09	0,69	0,08	0,85	0,34	0,93	0,72
			WRG: var	0,73	0,09	-0,70	0,08	0,86	0,35	0,94	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,72	0,09	0,69	0,07	0,85	0,35	0,94	0,72
			WRG: ısı ve nem	0,73	0,09	0,70	0,08	0,86	0,39	0,95	0,75
(4)	Mahal soğutma			0,48	0,10	0,48	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,45	0,09	0,45	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,45	0,09	0,45	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,45	0,09	0,45	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,46	0,10	0,46	0,08	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,92	0,09	0,88	0,08	1,08	0,37	1,58	0,71
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,86	0,09	0,81	0,08	1,00	0,33	1,47	0,72
			WRG: var	0,87	0,09	0,83	0,08	1,02	0,34	1,49	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,86	0,08	0,82	0,07	1,01	0,34	1,48	0,72
			WRG: ısı ve nem	0,88	0,09	0,84	0,08	1,04	0,37	1,51	0,74
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,12	0,37	1,24	0,71
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,06	0,33	1,16	0,72
			WRG: var	-	-	-	-	1,07	0,34	1,17	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,06	0,34	1,17	0,72
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,08	0,37	1,19	0,74
(7)	Mahal soğutma			1,03	0,09	1,03	0,08	1,31	0,37	1,38	0,72
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,98	0,09	0,93	0,08	1,26	0,34	1,25	0,73
			WRG: var	0,99	0,08	0,94	0,08	1,28	0,34	1,27	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,98	0,08	0,94	0,07	1,27	0,35	1,26	0,73
			WRG: ısı ve nem	1,00	0,09	0,95	0,07	1,28	0,38	1,27	0,75

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,36
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,37
			WRG: var	1,37
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,37
			WRG: ısı ve nem	1,37
(B)	Mahal soğutma			1,49
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,50
			WRG: var	1,50
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,51
			WRG: ısı ve nem	1,50
(C)	Mahal soğutma			1,11
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,08
			WRG: var	1,09
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,09
			WRG: ısı ve nem	1,10
(D)	Mahal soğutma			1,26
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,81
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,42
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,25
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,18
			WRG: var	1,20
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,19
			WRG: ısı ve nem	1,22

Tablo A.8 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 12)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,93	0,12	0,93	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,97	0,10	0,97	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,95	0,10	0,95	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,95	0,11	0,95	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,94	0,12	0,94	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,32	0,12	1,26	0,09	1,55	0,39	1,73	0,73
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,38	0,10	1,32	0,08	1,62	0,28	1,81	0,70
			WRG: var	1,37	0,10	1,30	0,08	1,61	0,30	1,79	0,71
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,36	0,10	1,30	0,08	1,59	0,32	1,78	0,71
			WRG: ısı ve nem	1,34	0,11	1,28	0,09	1,57	0,36	1,75	0,74
(3)	Mahal soğutma			0,80	0,13	0,77	0,09	0,94	0,42	1,05	0,76
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,77	0,10	0,74	0,08	0,91	0,31	1,01	0,72
			WRG: var	0,79	0,11	0,75	0,08	0,92	0,33	1,03	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,78	0,11	0,74	0,09	0,91	0,35	1,02	0,73
			WRG: ısı ve nem	0,79	0,12	0,76	0,09	0,93	0,39	1,03	0,76
(4)	Mahal soğutma			0,54	0,13	0,54	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,48	0,11	0,48	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,50	0,11	0,50	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,49	0,12	0,49	0,09	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,51	0,13	0,51	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,99	0,12	0,95	0,09	1,16	0,41	1,73	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,92	0,10	0,88	0,08	1,09	0,30	1,62	0,72
			WRG: var	0,94	0,10	0,90	0,08	1,11	0,32	1,65	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,11	0,89	0,08	1,10	0,34	1,63	0,73
			WRG: ısı ve nem	0,96	0,12	0,92	0,09	1,13	0,38	1,67	0,75
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,19	0,41	1,33	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,13	0,30	1,26	0,71
			WRG: var	-	-	-	-	1,15	0,31	1,28	0,72
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,14	0,33	1,27	0,73
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,16	0,38	1,30	0,75
(7)	Mahal soğutma			1,07	0,12	1,08	0,09	1,34	0,40	1,44	0,75
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,05	0,10	1,00	0,08	1,35	0,30	1,35	0,73
			WRG: var	1,05	0,10	1,00	0,08	1,35	0,32	1,36	0,73
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,04	0,10	1,00	0,08	1,33	0,33	1,35	0,74
			WRG: ısı ve nem	1,06	0,11	1,01	0,09	1,34	0,38	1,35	0,76

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,40
			WRG: var	1,38
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,37
			WRG: ısı ve nem	1,35
(B)	Mahal soğutma			1,46
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,54
			WRG: var	1,51
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,50
			WRG: ısı ve nem	1,47
(C)	Mahal soğutma			1,14
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,14
			WRG: var	1,13
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,12
			WRG: ısı ve nem	1,13
(D)	Mahal soğutma			1,25
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,84
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,39
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,25
			WRG: var	1,27
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,26
			WRG: ısı ve nem	1,29

Tablo A.9 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 13,14,15)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	f_{PLVK}	PLV_{av}	f_{PLTK}	PLV_{av}	f_{PLVK}	PLV_{av}	f_{PLTK}
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,11	0,92	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,93	0,09	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,10	0,93	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,93	0,11	0,93	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,31	0,11	1,26	0,09	1,54	0,37	1,73	0,70
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,33	0,09	1,27	0,08	1,57	0,26	1,76	0,65
			WRG: var	1,33	0,09	1,27	0,08	1,57	0,27	1,75	0,66
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,33	0,10	1,27	0,08	1,56	0,29	1,75	0,66
			WRG: ısı ve nem	1,32	0,10	1,26	0,08	1,55	0,33	1,74	0,68
(3)	Mahal soğutma			0,78	0,12	0,75	0,09	0,92	0,40	1,03	0,73
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,72	0,09	0,69	0,08	0,85	0,28	0,95	0,67
			WRG: var	0,73	0,10	0,70	0,08	0,86	0,29	0,97	0,68
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,73	0,10	0,70	0,08	0,86	0,31	0,97	0,68
			WRG: ısı ve nem	0,75	0,11	0,72	0,09	0,89	0,36	1,00	0,71
(4)	Mahal soğutma			0,52	0,12	0,52	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,44	0,10	0,44	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,46	0,10	0,46	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,46	0,11	0,46	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,48	0,12	0,48	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,96	0,11	0,92	0,09	1,13	0,38	1,69	0,72
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,85	0,09	0,81	0,08	1,00	0,27	1,50	0,67
			WRG: var	0,87	0,09	0,83	0,08	1,02	0,29	1,54	0,67
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,87	0,10	0,83	0,08	1,03	0,30	1,54	0,67
			WRG: ısı ve nem	0,91	0,11	0,87	0,08	1,07	0,34	1,60	0,70
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,16	0,38	1,30	0,72
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,05	0,27	1,17	0,66
			WRG: var	-	-	-	-	1,07	0,28	1,20	0,67
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,07	0,30	1,20	0,67
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,11	0,34	1,25	0,70
(7)	Mahal soğutma			1,05	0,11	1,06	0,09	1,33	0,38	1,42	0,73
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,97	0,09	0,93	0,08	1,26	0,27	1,27	0,68
			WRG: var	0,99	0,09	0,94	0,08	1,27	0,29	1,29	0,68
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,99	0,10	0,95	0,08	1,27	0,30	1,29	0,68
			WRG: ısı ve nem	1,02	0,10	0,97	0,08	1,30	0,34	1,32	0,71

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,34
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,36
			WRG: var	1,36
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,36
			WRG: ısı ve nem	1,34
(B)	Mahal soğutma			1,46
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,49
			WRG: var	1,49
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,49
			WRG: ısı ve nem	1,47
(C)	Mahal soğutma			1,13
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,07
			WRG: var	1,08
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,08
			WRG: ısı ve nem	1,10
(D)	Mahal soğutma			1,25
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,83
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,40
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,31
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,16
			WRG: var	1,19
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,19
			WRG: ısı ve nem	1,24

Tablo A.10 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 21)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,92	0,16	0,92	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,92	0,09	0,92	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,92	0,11	0,92	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,92	0,11	0,92	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,92	0,14	0,92	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,20	0,15	1,17	0,08	1,43	0,40	1,69	0,43
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,34	0,09	1,28	0,08	1,58	0,27	1,78	0,54
			WRG: var	1,32	0,10	1,26	0,08	1,55	0,34	1,74	0,68
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,32	0,10	1,27	0,08	1,56	0,34	1,77	0,57
			WRG: ısı ve nem	1,29	0,13	1,24	0,08	1,52	0,44	1,72	0,66
(3)	Mahal soğutma			0,92	0,16	0,90	0,08	1,09	0,42	1,29	0,44
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,74	0,10	0,71	0,08	0,87	0,30	0,98	0,57
			WRG: var	0,76	0,11	0,73	0,09	0,90	0,37	1,00	0,71
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,76	0,11	0,73	0,08	0,90	0,37	1,02	0,60
			WRG: ısı ve nem	0,82	0,14	0,80	0,09	0,98	0,48	1,11	0,69
(4)	Mahal soğutma			0,76	0,16	0,76	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,46	0,10	0,46	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,49	0,12	0,49	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,50	0,12	0,50	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,59	0,15	0,59	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			1,09	0,15	1,06	0,08	1,30	0,41	2,04	0,43
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,90	0,09	0,85	0,08	1,05	0,29	1,60	0,56
			WRG: var	0,93	0,11	0,89	0,08	1,09	0,36	1,63	0,70
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,95	0,10	0,91	0,08	1,11	0,35	1,70	0,59
			WRG: ısı ve nem	1,02	0,14	0,98	0,09	1,20	0,46	1,82	0,67
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,28	0,41	1,51	0,44
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,10	0,28	1,24	0,56
			WRG: var	-	-	-	-	1,13	0,36	1,27	0,69
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,15	0,35	1,31	0,59
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,22	0,46	1,38	0,67
(7)	Mahal soğutma			1,05	0,15	1,08	0,08	1,27	0,40	1,46	0,43
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,01	0,09	0,97	0,08	1,30	0,28	1,33	0,57
			WRG: var	1,03	0,10	0,98	0,08	1,31	0,35	1,33	0,71
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,05	0,10	1,00	0,08	1,33	0,34	1,37	0,59
			WRG: ısı ve nem	1,07	0,13	1,03	0,08	1,33	0,45	1,38	0,67

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,22
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,37
			WRG: var	1,35
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,36
			WRG: ısı ve nem	1,30
(B)	Mahal soğutma			1,29
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,51
			WRG: var	1,48
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,49
			WRG: ısı ve nem	1,41
(C)	Mahal soğutma			1,11
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,10
			WRG: var	1,11
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,13
			WRG: ısı ve nem	1,13
(D)	Mahal soğutma			1,15
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,93
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,21
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,31
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,24
			WRG: var	1,27
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,32
			WRG: ısı ve nem	1,35

Tablo A.11 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 22)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,93	0,13	0,93	0,10	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,96	0,10	0,96	0,09	-	-	-	-
			WRG: var	0,95	0,11	0,95	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,95	0,11	0,95	0,09	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,94	0,12	0,94	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,32	0,12	1,27	0,09	1,55	0,40	1,71	0,81
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,38	0,10	1,31	0,09	1,62	0,32	1,78	0,83
			WRG: var	1,37	0,11	1,30	0,09	1,60	0,34	1,76	0,83
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,36	0,11	1,30	0,09	1,59	0,35	1,76	0,82
			WRG: ısı ve nem	1,34	0,12	1,28	0,09	1,57	0,39	1,73	0,84
(3)	Mahal soğutma			0,81	0,13	0,78	0,10	0,95	0,43	1,05	0,83
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,78	0,11	0,75	0,09	0,92	0,34	1,01	0,84
			WRG: var	0,80	0,11	0,76	0,09	0,93	0,36	1,03	0,84
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,80	0,12	0,76	0,09	0,93	0,38	1,03	0,84
			WRG: ısı ve nem	0,80	0,12	0,77	0,10	0,94	0,41	1,03	0,85
(4)	Mahal soğutma			0,54	0,14	0,54	0,10	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,49	0,11	0,49	0,09	-	-	-	-
			WRG: var	0,51	0,12	0,51	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,51	0,12	0,51	0,09	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,52	0,13	0,52	0,10	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			1,00	0,12	0,95	0,09	1,17	0,42	1,70	0,82
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,94	0,10	0,90	0,09	1,10	0,33	1,61	0,84
			WRG: var	0,97	0,11	0,92	0,09	1,13	0,35	1,65	0,84
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,96	0,11	0,92	0,09	1,12	0,37	1,64	0,83
			WRG: ısı ve nem	0,97	0,12	0,93	0,09	1,14	0,40	1,65	0,85
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,19	0,42	1,32	0,82
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,14	0,33	1,26	0,84
			WRG: var	-	-	-	-	1,17	0,35	1,29	0,84
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,16	0,37	1,28	0,83
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,17	0,40	1,29	0,85
(7)	Mahal soğutma			1,07	0,12	1,08	0,09	1,35	0,41	1,43	0,82
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,06	0,10	1,01	0,09	1,36	0,33	1,35	0,84
			WRG: var	1,07	0,11	1,02	0,09	1,36	0,35	1,36	0,84
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,06	0,11	1,01	0,09	1,35	0,37	1,35	0,84
			WRG: ısı ve nem	1,06	0,12	1,02	0,09	1,35	0,40	1,35	0,86

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,34
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,40
			WRG: var	1,37
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,37
			WRG: ısı ve nem	1,35
(B)	Mahal soğutma			1,46
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,53
			WRG: var	1,50
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,49
			WRG: ısı ve nem	1,47
(C)	Mahal soğutma			1,15
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,13
			WRG: var	1,13
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,13
			WRG: ısı ve nem	1,14
(D)	Mahal soğutma			1,26
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,40
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,33
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,26
			WRG: var	1,29
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,28
			WRG: ısı ve nem	1,29

Tablo A.12 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 23,24)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,UK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,UK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,93	0,10	0,93	0,07	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,98	0,09	0,98	0,07	-	-	-	-
			WRG: var	0,98	0,09	0,98	0,07	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,97	0,09	0,97	0,07	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,95	0,10	0,95	0,07	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,33	0,10	1,27	0,07	1,57	0,32	1,79	0,63
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,40	0,09	1,33	0,07	1,65	0,22	1,87	0,57
			WRG: var	1,39	0,09	1,32	0,07	1,63	0,23	1,86	0,58
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,38	0,09	1,32	0,07	1,63	0,24	1,85	0,57
			WRG: ısı ve nem	1,36	0,09	1,30	0,07	1,60	0,29	1,82	0,61
(3)	Mahal soğutma			0,78	0,10	0,75	0,07	0,92	0,35	1,05	0,66
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,78	0,09	0,74	0,07	0,92	0,24	1,04	0,60
			WRG: var	0,78	0,09	0,74	0,07	0,92	0,25	1,04	0,61
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,76	0,09	0,72	0,07	0,90	0,27	1,02	0,60
			WRG: ısı ve nem	0,77	0,10	0,74	0,07	0,91	0,31	1,04	0,63
(4)	Mahal soğutma			0,51	0,11	0,51	0,08	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,48	0,09	0,48	0,07	-	-	-	-
			WRG: var	0,48	0,09	0,48	0,07	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,47	0,09	0,47	0,07	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,49	0,10	0,49	0,07	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,95	0,10	0,91	0,07	1,12	0,34	1,72	0,65
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,91	0,09	0,87	0,07	1,08	0,24	1,66	0,60
			WRG: var	0,91	0,09	0,87	0,07	1,08	0,24	1,66	0,61
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,90	0,09	0,86	0,07	1,06	0,26	1,64	0,60
			WRG: ısı ve nem	0,93	0,09	0,89	0,07	1,10	0,30	1,69	0,63
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,16	0,34	1,32	0,65
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,13	0,23	1,28	0,59
			WRG: var	-	-	-	-	1,13	0,24	1,28	0,60
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,11	0,26	1,27	0,59
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,14	0,30	1,30	0,62
(7)	Mahal soğutma			1,05	0,10	1,06	0,07	1,34	0,33	1,46	0,66
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,04	0,09	0,99	0,07	1,34	0,24	1,38	0,61
			WRG: var	1,04	0,09	0,99	0,07	1,34	0,24	1,37	0,62
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,03	0,09	0,98	0,07	1,33	0,26	1,37	0,61
			WRG: ısı ve nem	1,05	0,09	1,00	0,07	1,34	0,30	1,38	0,64

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,36
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,41
			WRG: var	1,40
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,41
			WRG: ısı ve nem	1,38
(B)	Mahal soğutma			1,49
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,54
			WRG: var	1,52
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,54
			WRG: ısı ve nem	1,51
(C)	Mahal soğutma			1,12
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,12
			WRG: var	1,11
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,11
			WRG: ısı ve nem	1,12
(D)	Mahal soğutma			1,27
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,83
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,41
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,30
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,22
			WRG: var	1,21
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,23
			WRG: ısı ve nem	1,26

Tablo A.13 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 25)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,94	0,16	0,94	0,13	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,96	0,14	0,96	0,12	-	-	-	-
			WRG: var	0,95	0,15	0,95	0,13	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,95	0,15	0,95	0,13	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,95	0,15	0,95	0,13	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,30	0,15	1,24	0,13	1,51	0,47	1,63	0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,33	0,13	1,27	0,12	1,55	0,40	1,67	0,85
			WRG: var	1,32	0,14	1,27	0,12	1,54	0,43	1,66	0,85
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,32	0,14	1,26	0,12	1,54	0,43	1,66	0,85
			WRG: ısı ve nem	1,31	0,15	1,26	0,13	1,53	0,45	1,65	0,86
(3)	Mahal soğutma			0,85	0,16	0,82	0,13	0,99	0,49	1,07	0,86
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,83	0,14	0,80	0,13	0,97	0,43	1,05	0,86
			WRG: var	0,85	0,15	0,81	0,13	0,98	0,45	1,06	0,86
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,84	0,15	0,81	0,13	0,98	0,45	1,05	0,86
			WRG: ısı ve nem	0,84	0,15	0,81	0,13	0,98	0,47	1,06	0,87
(4)	Mahal soğutma			0,60	0,17	0,60	0,14	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,56	0,15	0,56	0,13	-	-	-	-
			WRG: var	0,58	0,16	0,58	0,13	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,57	0,16	0,57	0,13	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,58	0,16	0,58	0,14	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			1,02	0,15	0,98	0,13	1,19	0,48	1,66	0,86
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,99	0,13	0,94	0,12	1,15	0,42	1,61	0,85
			WRG: var	1,00	0,14	0,96	0,13	1,17	0,44	1,63	0,86
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,99	0,15	0,95	0,13	1,16	0,44	1,62	0,86
			WRG: ısı ve nem	1,01	0,15	0,96	0,13	1,17	0,46	1,63	0,87
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,21	0,48	1,30	0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,18	0,42	1,27	0,85
			WRG: var	-	-	-	-	1,19	0,44	1,29	0,86
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,18	0,44	1,28	0,86
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,19	0,46	1,28	0,87
(7)	Mahal soğutma			1,07	0,15	1,08	0,13	1,34	0,48	1,38	0,86
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,07	0,13	1,02	0,12	1,35	0,42	1,31	0,86
			WRG: var	1,07	0,14	1,03	0,13	1,35	0,44	1,32	0,86
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,06	0,14	1,02	0,12	1,34	0,44	1,31	0,86
			WRG: ısı ve nem	1,07	0,15	1,02	0,13	1,34	0,46	1,31	0,87

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,29
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,32
			WRG: var	1,31
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,31
			WRG: ısı ve nem	1,30
(B)	Mahal soğutma			1,39
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,43
			WRG: var	1,41
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,41
			WRG: ısı ve nem	1,40
(C)	Mahal soğutma			1,13
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,11
			WRG: var	1,12
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,11
			WRG: ısı ve nem	1,12
(D)	Mahal soğutma			1,21
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,87
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,32
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,28
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,23
			WRG: var	1,24
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,23
			WRG: ısı ve nem	1,25

Tablo A.14 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 27)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,YK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,YK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,95	0,11	0,95	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,97	0,09	0,97	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,96	0,10	0,96	0,08	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,96	0,09	0,96	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,95	0,10	0,95	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,36	0,10	1,30	0,09	1,59	0,34	1,78	0,68
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,39	0,09	1,33	0,08	1,64	0,28	1,81	0,73
			WRG: var	1,38	0,09	1,32	0,08	1,62	0,30	1,79	0,74
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,40	0,09	1,33	0,08	1,64	0,29	1,82	0,70
			WRG: ısı ve nem	1,36	0,10	1,30	0,09	1,60	0,33	1,78	0,72
(3)	Mahal soğutma			0,82	0,11	0,78	0,09	0,96	0,37	1,07	0,70
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,78	0,09	0,74	0,08	0,91	0,30	1,01	0,74
			WRG: var	0,78	0,10	0,75	0,09	0,92	0,32	1,02	0,76
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,78	0,10	0,74	0,08	0,92	0,32	1,02	0,71
			WRG: ısı ve nem	0,79	0,11	0,76	0,09	0,94	0,36	1,04	0,74
(4)	Mahal soğutma			0,54	0,12	0,54	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,48	0,10	0,48	0,09	-	-	-	-
			WRG: var	0,49	0,10	0,49	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,49	0,10	0,49	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,51	0,11	0,51	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			1,00	0,11	0,96	0,09	1,18	0,35	1,74	0,69
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,92	0,09	0,88	0,08	1,09	0,29	1,60	0,74
			WRG: var	0,94	0,10	0,89	0,08	1,10	0,31	1,62	0,75
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,94	0,09	0,89	0,08	1,10	0,31	1,63	0,71
			WRG: ısı ve nem	0,96	0,10	0,92	0,09	1,13	0,34	1,67	0,73
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,21	0,35	1,35	0,69
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,13	0,29	1,25	0,74
			WRG: var	-	-	-	-	1,14	0,31	1,26	0,75
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,15	0,31	1,27	0,71
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,17	0,34	1,30	0,73
(7)	Mahal soğutma			1,09	0,10	1,10	0,09	1,38	0,35	1,47	0,70
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,05	0,09	1,00	0,08	1,35	0,30	1,35	0,75
			WRG: var	1,05	0,09	1,00	0,08	1,35	0,31	1,35	0,76
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,06	0,09	1,01	0,08	1,36	0,31	1,36	0,72
			WRG: ısı ve nem	1,07	0,10	1,02	0,09	1,36	0,34	1,37	0,74

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,35
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,41
			WRG: var	1,40
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,42
			WRG: ısı ve nem	1,38
(B)	Mahal soğutma			1,47
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,55
			WRG: var	1,53
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,56
			WRG: ısı ve nem	1,51
(C)	Mahal soğutma			1,14
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,13
			WRG: var	1,13
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,14
			WRG: ısı ve nem	1,14
(D)	Mahal soğutma			1,27
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,84
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,41
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,32
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,25
			WRG: var	1,26
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,28
			WRG: ısı ve nem	1,29

Tablo A.15 – Kısmi yük karakteristikleri (kullanım tipi : 31)

Su soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi sabit				Soğutma ünitesine soğutma suyunun girişi değişken			
				Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu		Buharlaşmalı yeniden soğutucu		Kuru yeniden soğutucu	
				PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$	PLV_{av}	$f_{R,VK}$	PLV_{av}	$f_{R,TK}$
(1)	Mahal soğutma			0,93	0,12	0,93	0,09	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,97	0,10	0,97	0,08	-	-	-	-
			WRG: var	0,96	0,10	0,96	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,95	0,10	0,95	0,08	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,94	0,11	0,94	0,09	-	-	-	-
(2)	Mahal soğutma			1,32	0,12	1,26	0,09	1,55	0,42	1,71	0,83
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,39	0,09	1,33	0,08	1,64	0,29	1,81	0,77
			WRG: var	1,38	0,10	1,31	0,08	1,61	0,31	1,79	0,78
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,37	0,10	1,31	0,08	1,61	0,33	1,78	0,80
			WRG: ısı ve nem	1,35	0,11	1,29	0,09	1,58	0,37	1,75	0,81
(3)	Mahal soğutma			0,79	0,13	0,76	0,10	0,93	0,45	1,02	0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,77	0,10	0,74	0,08	0,91	0,32	1,00	0,78
			WRG: var	0,78	0,10	0,75	0,09	0,92	0,34	1,02	0,79
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,78	0,11	0,74	0,09	0,91	0,36	1,01	0,81
			WRG: ısı ve nem	0,78	0,12	0,75	0,09	0,92	0,40	1,02	0,83
(4)	Mahal soğutma			0,53	0,14	0,53	0,10	-	-	-	-
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,48	0,10	0,48	0,09	-	-	-	-
			WRG: var	0,49	0,11	0,49	0,09	-	-	-	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,49	0,11	0,49	0,09	-	-	-	-
			WRG: ısı ve nem	0,51	0,12	0,51	0,09	-	-	-	-
(5)	Mahal soğutma			0,97	0,12	0,93	0,09	1,14	0,43	1,66	0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	0,92	0,09	0,88	0,08	1,08	0,31	1,60	0,78
			WRG: var	0,94	0,10	0,90	0,08	1,11	0,33	1,63	0,79
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	0,93	0,10	0,89	0,08	1,10	0,35	1,61	0,81
			WRG: ısı ve nem	0,95	0,11	0,91	0,09	1,12	0,39	1,63	0,82
(6)	Mahal soğutma			-	-	-	-	1,17	0,43	1,29	0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	-	-	-	-	1,13	0,31	1,25	0,78
			WRG: var	-	-	-	-	1,15	0,33	1,27	0,78
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	-	-	-	-	1,14	0,34	1,26	0,80
			WRG: ısı ve nem	-	-	-	-	1,15	0,38	1,28	0,82
(7)	Mahal soğutma			1,06	0,12	1,07	0,09	1,33	0,43	1,41	0,85
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok/toleranslı	WRG: yok	1,05	0,09	1,00	0,08	1,35	0,31	1,35	0,79
			WRG: var	1,05	0,10	1,00	0,08	1,35	0,33	1,35	0,79
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok / sadece ısı	1,05	0,10	1,00	0,08	1,34	0,35	1,34	0,81
			WRG: ısı ve nem	1,05	0,11	1,01	0,09	1,34	0,38	1,34	0,83

Hava soğutmalı soğutma grubu	İşletme modu: Mahal soğutma / HVAC soğutma			PLV_{av}
(A)	Mahal soğutma			1,34
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,42
			WRG: var	1,39
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,40
			WRG: ısı ve nem	1,37
(B)	Mahal soğutma			1,47
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,55
			WRG: var	1,52
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,53
			WRG: ısı ve nem	1,50
(C)	Mahal soğutma			1,14
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,13
			WRG: var	1,13
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,13
			WRG: ısı ve nem	1,13
(D)	Mahal soğutma			1,26
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(E)	Mahal soğutma			0,84
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(F)	Mahal soğutma			1,41
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	-
			WRG: var	-
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	-
			WRG: ısı ve nem	-
(G)	Mahal soğutma			1,32
	HVAC soğutma	Nem gereksinimi : yok / toleranslı	WRG: yok	1,26
			WRG: var	1,27
		Toleranssız nem gereksinimi	WRG: yok/sadece ısı	1,27
			WRG: ısı ve nem	1,29

EK 5

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

İçindekiler

3. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ
3.1 Metodolojinin diğer bölümleri arasındaki ilişki
3.1.1 Hesaplama yöntemleri
3.2 Isıtma için enerji ihtiyacı
3.2.1 Besleme havası sıcaklığı ($\theta_{v,mech}$)
3.2.2 Ortalama hava değişim sayısı (**nmech**)
3.3 Kontrol ve yayılım
3.3.1 Genel
3.3.2 Isı kayıpları (**Qrv, ce**)
3.3.3 Destek enerji (**Qrv, ce, aux**)
3.4 Dağıtım
3.4.1 Genel
3.4.2 Isı kayıpları (**Qrv, d**) ve kontrolsüz ısı kazançları (**Ql, rv, d**)
3.4.3 Destek enerjisi (**Qrv, d, aux**)
3.5 Depolama
3.5.1 Genel
3.5.2 Isı kayıpları (**Qrv, s**) ve kontrolsüz ısı kazançları (**Ql, rv, s**)
3.5.3 Destek enerjisi (**Qrv, s, aux**)
3.6 Üretim
3.6.1 Genel
3.6.2 Isı kayıpları (**Qrv, g**) ve kontrolsüz ısı kazançları (**Ql, rv, g**)
3.6.3 Destek Enerjisi
3.6.4 Üreteç ısı çıktısı **Qrv, outg**
3.6.5 Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısıdan olan ısı girdisi (**Qrv, reg**)

EK A

Havalandırma sistemleri
A.1 Egzoz havalandırma sistemleri
A.1.1 Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri
A.1.2 Egzoz havası/su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri
A.2 Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri
A.2.1 Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri
A.2.2 Ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri
A.2.3 Ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri (ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz)
A.2.4 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ve ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri
A.2.5 Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ve ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri
A.3 Hava ısıtma sistemleri
A.3.1 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan - ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz – tekrar dolaşımı olmayan hava ısıtma sistemleri
A.3.2 Isı değiştiricisi ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemleri

3. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

3.1 Metodolojinin diğer bölümleri arasındaki ilişki

3.1.1 Hesaplama yöntemleri

3.1.1.1 Havalandırma ısı kuyusu

Bu dokümanda, bir zonun ısıtılması için net enerji hesaplarında gerekli, ısı değiştiricisi olan konut havalandırma sistemleri yoluyla havalandırma ısı kuyularına ilişkin karakteristik değerler verilmektedir.

- Besleme havası sıcaklığı
- Ortalama hava değişim sayısı

Isı değiştiricisi olan konut havalandırma sistemleri yoluyla havalandırma ısı kuyularına aşağıdaki eşitlik uygulanır.

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} \cdot (\theta_i - \theta_{V,mech}) \cdot t \qquad 3.1.1$$

$Q_{V,mech}$: Konut havalandırma sistemi yoluyla havalandırma ısı kuyusu enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$H_{V,mech}$: Mekanik havalandırma için özgül ısı, (kW/K)
θ_i : Bina zonunun referans iç sıcaklığı, (°C)
$\theta_{V,mech}$: Hesaplama dönemindeki ısı değiştiricisi olan konut havalandırma sisteminin ortalama besleme havası sıcaklığı (net enerji kısmındaki hesaplamalarda kullanılmak üzere), (°C)
t : Hesaplama süresi

Mekanik havalandırma için özgül ısı $H_{V,mech}$ aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$H_{V,mech} = n_{mech} \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \qquad 3.1.2$$

$H_{V,mech}$: Mekanik havalandırma için özgül ısı, (kW/K)
n_{mech} : Konut havalandırma sisteminin ortalama hava değişim sayısı, (h^{-1}) (net enerji kısmındaki hesaplamalarda kullanılmak üzere)
V : Net hacim, (m^3)
$c_{p,a}$: Havanın özgül ısı kapasitesi, (kJ/kg·K)
ρ_a : Havanın yoğunluğu, (kg/m^3)

Yukarıdaki eşitlikte aşağıdaki değerler kullanılabilir: $c_{p,a} \cdot \rho_a$= 1,22 kJ/(m^3 ·K) =0,34 Wh/(m^3·K)
Ortamdan çekilen hava/besleme havası ısı değiştiricisi olan ve olmayan sistemlerin çalışmasındaki net ısıtma enerji ihtiyacı belirtilebilir. Bu iki değer arasındaki fark, ısıtma için enerji ihtiyacını karşılamak üzere ısı değiştiricisinin katkısını tanımlar.

$$Q_{WÜT} = Q_{h,b,\text{ısı değiştiricisiz}} - Q_{h,b,\text{ısı değiştiricili}} \qquad 3.1.3$$

$Q_{WÜT}$: Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi tarafından kazanılan net ısı geri kazanımı
$Q_{h,b,\text{ısı değiştiricisiz}}$: Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olmayan sistemin ısıtma enerji ihtiyacı
$Q_{h,b,\text{ısı değiştiricili}}$: Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan sistemin ısıtma enerji ihtiyacı

3.1.1.2 Isı kayıpları, ısı kazançları, destek enerjisi ve üreteç ısı çıktısı

Üreteç ısı çıktısı, ısıtma için enerji ihtiyacı ve ısıl kayıpların toplamıdır.

$$Q_{rv,outg} = Q_{h,b} + Q_{rv,ce} + Q_{rv,d} + Q_{rv,s} \qquad 3.1.4$$

$Q_{rv,outg}$: Havalandırma sisteminin üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,b}$: Isıtma için enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,ce}$: Havalandırma sisteminin kontrol ve yayılım ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{rv,d}$: Havalandırma sisteminin dağıtım ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,s}$: Havalandırma sisteminin depolama ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

Aşağıdaki bölümlerde alt sistemlerin dizilişine bağlı olarak, dağıtım, depolama ve ısı üretiminden dolayı oluşan kontrolsüz ısı kazançlarının hesaplanmasında ısı kayıplarının nasıl kullanıldığı ve bu değerlerin zonlara nasıl atandığı açıklanmaktadır.

$$Q_{l,rv,i} = Q_{l,rv,d,i} + Q_{l,rv,s,i} + Q_{l,rv,g,i} \qquad 3.1.5$$

$Q_{l,rv,i}$: Havalandırma sisteminden olan i zonundaki kontrolsüz ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,rv,d,i}$: Dağıtımdan olan i zonundaki kontrolsüz ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,rv,s,i}$: Depolamadan olan i zonundaki kontrolsüz ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,rv,g,i}$: Üretimden olan i zonundaki kontrolsüz ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)

Bu doküman konutlar için soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin tanımlarını içermez. Hava ısıtma sistemi ve konut havalandırma sisteminin dış hava ve egzoz hava kanalları ile arta kalan soğuk kazançları ihmal edilir.

$$Q_{l,rv,c,i} = 0 \qquad 3.1.6$$

$Q_{l,rv,c,i}$: Havalandırma sisteminden olan i zonundaki kontrolsüz soğuk kazançlar (ilgili aydaki), (kWh)

Havalandırma sistemine entegre edilmiş ısı üretecine verilmesi gereken enerji aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$Q_{rv,f} = Q_{rv,outg} + Q_{rv,g} - Q_{rv,reg} \qquad 3.1.7$$

$Q_{rv,f}$: Isı üretecine verilmesi gereken enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,outg}$: Havalandırma sisteminin üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,g}$: Havalandırma sisteminin üretim ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,reg}$: Ortamdan çekilen havadan ısı geri kazanım yoluyla havalandırma sistemine giren ısı (ilgili aydaki), (kWh)

Destek enerjisi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{rv,aux} = Q_{rv,ce,aux} + Q_{rv,d,aux} + Q_{rv,s,aux} + Q_{rv,g,aux} \qquad 3.1.8$$

$Q_{rv,aux}$: Havalandırma sistemi destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,ce,aux}$: Havalandırma sistemi kontrol ve yayılım destek enerjisi (ilgili aydaki),(kWh)
$Q_{rv,d,aux}$: Havalandırma sistemi dağıtım destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,s,aux}$: Havalandırma sistemi depolama destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,g,aux}$: Havalandırma sistemi ısı üretimi destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

Genelde değerler zonlar için hesaplanır. Farklı tipte havalandırma sistemleri veya belirli bir zon içerisinde tek havalandırma sistemi bileşenleri (örn. tek odaların merkezi olmayan havalandırma üniteleri veya tek zonların besleme havasının tekrar ısıtılması) var ise, o zaman hesaplarda ele alınan odaların veya zonların net döşeme alanları oranlarına bağlı olarak ağırlıklı alan ortalamasıyla tek tek parametrelerden hesaplanan toplam değer kullanılmalıdır.

$$Q = \sum_k \left(Q_k \cdot \frac{A_k}{\sum A_k} \right) \qquad 3.1.9$$

3.1.1.3 Birleşik ısıtmada ısı üretimi

Birleşik ısıtma;
- ısı beslemesine katkıda bulunan birden fazla üretecin olduğu,
- farklı ısıtma gereksinimlerine cevap veren bir ya da daha fazla ısı üretecinin olduğu (örn. mahal ısıtma ve kullanım sıcak suyu üretimi), veya
- üreteç ve ısı geri kazanım bileşenlerinin birleştirildiği

herhangi bir ısıtma yöntemidir.
Konut havalandırma sistemlerinde isteğe bağlı olarak ısı değiştiricileri ve ısı pompaları kullanıldığında azaltma yapılmalıdır; ek, yeniden ısıtma serpantinleri hava ısıtma sistemleri olması durumunda dikkate alınması gerekebilir.

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri

Bu dokümanda ortalama bir hava değişim sayısı ile birlikte ısı değiştiricisini terk eden besleme havası sıcaklığının nasıl hesaplandığı açıklanmaktadır. Bu parametrelerin her ikiside aşağıdaki hesaplarda kullanılır.
Yukarıdaki koşul her bir ısı değiştiricisi için geçerlidir. Isı değiştiricilerinin diğer sistemlerle (örn. hava ısıtma sistemi veya ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası) birleştirilmesi durumunda her bir bileşen, hesaplarda ayrı ayrı ele alınır. Birleşme durumunda ısı değiştiricisi bağımsız bir ısı değiştiricisi gibi aynı şekilde ele alınır.
Isı değiştiricisini göz önüne alarak ısıtma için hesaplanan enerji ihtiyacı, Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de ve/veya bu dokümanda açıklanan hesaplarda kullanılır.
Konut havalandırma sistemleri ve hava ısıtma sistemleri için destek enerjisi bu dokümanda açıklandığı gibi hesaplanır. Sulu yeniden ısıtma serpantinli (reheat coil) hava ısıtma sistemi olması durumunda, sulu kısmın destek enerjisi Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklanan yöntem kullanılarak hesaplanırken geriye kalan destek enerjisi (örn. fanlar) bu dokümanda açıklandığı gibi hesaplanır.

Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompaları

Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompaları, havalandırma sisteminin ve hava ısıtma sisteminin ortamdan çekilen havanın ısısını alan cihazlardır.
Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası, ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi ile birlikte kullanıldığında, ısı değiştiricisi Metodoloji Kısım I Bölüm 2 de ve yukarıda açıklandığı gibi dikate alınır. Bu dokümanda açıklandığı gibi ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası değerlendirilirken düşük ısı kaynağı sıcaklığı dikkate alınır.
Ortamdan çekilen hava /su ısı pompaları (kaynak: ortamdan çekilen hava, kuyu: su) ürettikleri ısıyı ısı taşıyıcı akışkan olan suya aktarırlar. Bu adımlar aşağıdaki sırayla bölüm 3.6'da değerlendirilir.

a) Kullanım sıcak suyu için gerekli ısı üreteç çıktısının ($Q_{w,outg}$) belirlenmesi
b) Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının besleyebildiği ısı miktarının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi. Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası adım a'daki gerekli ısıyı sağlayamıyorsa, sağlanması gereken geri kalan ısı ($Q^*_{w,outg}$) Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de (ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasının olmadığı sistemler) açıklandığı gibi değerlendirilir.
c) Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açılandığı gibi ısıtma için gerekli üreteç ısı çıktısının ($Q_{h,outg}$) belirlenmesi
d) Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının ısıtma (veya, kullanım sıcak suyu mahal ısıtması sistemleri, ek olarak kullanım sıcak suyu ısıtması sistemleri) için sağlayabildiği ısı miktarının ($Q_{rv,w,outg}$) belirlenmesi. Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası adım c'deki gerekli ısıyı sağlayamıyorsa, sağlanması gereken geri kalan ısı ($Q^*_{h,outg}$) Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de (ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasının olmadığı sistemler) açıklandığı gibi değerlendirilir.
e) Değerlendirilen sistem, bir ünite içerisindeki sulu yedek ısıtıcının ısıtmasında sadece elektrikli yeniden ısıtma kullanan sistem ise üreteç ısı çıktısı bu dokümanda açıklandığı gibi bütünüyle değerlendirilir ve sonuçlar Metodoloji Kısım I Bölüm 2 deki algoritmada doğrudan kullanılır.

Adım a ve b, kullanım sıcak suyu ısıtmasında kullanılan ortamdan çekilen hava / su ısı pompaları için gerekli değildir. Isı pompası tarafından verilen toplam ısı miktarı mahal ısıtma amacı için kullanılabilir.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompaları (kaynak: ortamdan çekilen hava, kuyu: besleme havası) üretilen ısıyı sadece konut havalandırma sisteminin besleme havasına aktarır. Bu adımlar aşağıdaki sırayla bölüm 3.6'da değerlendirilir.

f) Bu dokümana göre ısıtma için gerekli üreteç ısı çıktısının ($Q_{h,outg}$) belirlenmesi
g) Bu dokümana göre hesaplanan, ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasının verdiği ısı miktarının ($Q_{rv,h,outg}$) belirlenmesi. Sulu sistemler olması durumunda, verilmesi gereken geri kalan ısı ($Q^*_{h,b}$), Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklanan sonraki hesaplama için bir giriş değeri olacaktır. Hava ısıtma sistemi olması durumunda tüm hesaplar bu dokümanda açıklandığı gibi yapılır.
h) Kullanım sıcak suyu ısıtması Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de ele alınmıştır (ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasının olmadığı sistemler).

Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompaları (kaynak: ortamdan çekilen hava, kuyu: besleme havası ve su) geri kazanılan ısıyı besleme havası ve kullanım sıcak suyuna aktarır. Bu adımlar aşağıdaki sırayla bölüm 3.6'da değerlendirilir.

i) Metodoloji Kısım III Bölüm 4 e göre kullanım sıcak suyu için gerekli üreteç ısı çıktısının ($Q_{w,outg}$) belirlenmesi.
j) Bu dokümana göre hesaplanan kullanım sıcak suyu ısıtması için ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompasının verdiği ısı miktarının ($Q_{rv,w,outg}$) belirlenmesi. Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası adım a'daki gerekli ısı miktarını sağlayamıyorsa, sağlanması gereken geri kalan ısı ($Q^*_{w,outg}$) Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de açıklandığı gibi ele alınır (ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasının olmadığı sistemler).
k) Bu dokümana göre ısıtma için gerekli üreteç ısı çıktısının ($Q_{h,outg}$) belirlenmesi.
l) Bu dokümana göre hesaplanan ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompanın ısıtma prosesine (ve kullanım sıcak suyu ısıtması için verilmesi gereken ısı nedeniyle katkısı) verebildiği ısı miktarının ($Q_{rv,h,outg}$) belirlenmesi. Sulu sistemler olması durumunda, Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklanan, verilmesi gereken geri kalan ısı ($Q^*_{h,b}$) sonraki hesaplama için bir giriş değeri olacaktır. Hava ısıtma sistemi olması durumunda tüm hesaplar bu dokümanda açıklandığı gibi yapılır.

Hava ısıtma sistemleri

Hava ısıtma sistemleri, ısı taşıyıcı akışkan olarak sadece havayı kullanarak ilgili zona ısı sağlayan ısıtma sistemleridir (bkz. ek A.3). Hava ısıtma sistemleri en az bir ısı üretecine (örn. ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası) sahiptir; aynı zamanda ısı geri kazanımı için ek bir ısı değiştirici olabilir.
Bu doküman sulu yeniden ısıtma serpantini olmayan hava ısıtma sistemleri ile ilişkili tüm hesapları kapsamaktadır; hesap sonuçları net enerji için doğrudan girdi değerleridir.
Sulu yeniden ısıtma serpantinli hava ısıtma sistemleri aşağıdaki sırayla bölüm 3.6'da değerlendirilir.

a) Isıtma için enerji ihtiyacının ($Q_{h,b}$) belirlenmesi
b) Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompalı hava ısıtma sistemleri olması durumunda, ısıtma amaçlı üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg}$) bu dokümana göre hesaplanır. Sulu yeniden ısıtma serpantinleri için Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de belirlenen verilmesi gereken geri kalan ısı ($Q^*_{h,outg}$) sonraki hesaplamalar için bir giriş değeri olacaktır; ikinci belge de rejeneratif kaynaklardan kazanılan herhangi bir ısı kazancıyla ilgilidir; hava ısıtma sistemi olması durumunda tüm hesaplar bu dokümanda açıklandığı gibi yapılır.
c) Kullanım sıcak suyu ısıtması Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de ele alınmıştır (ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasının olmadığı sistemler).

3.2 Isıtma için enerji ihtiyacı

Net enerji kısmında anlatılan mekanik havalandırma sistemleriyle bağıntılı olarak havalandırma ısı kuyularının ($Q_{V,mech}$) hesabı için besleme havası sıcaklığının (aylık ortalama) (koşullandırılan ortama verilen hava) ($\theta_{V,mech,mth}$) ve hava değişim sayısının (n_{mech}) belirlenmesi gerekir.

3.2.1 Besleme havası sıcaklığı ($\theta_{V,mech}$)

3.2.1.1 Egzoz havalandırma sistemleri

3.2.1.1.1 Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri

Isıtma için enerji ihtiyacının denge hesaplamalarında zona giren tüm hava (yani dış hava ve besleme havası) değerlendirilmiştir. Egzoz havalandırma sisteminin çalışması infiltrasyon ve pencere havalandırmasını etkiler.
Isı geri kazanımı olmayan havalandırma sistemlerinde besleme havası sıcaklığı ($\theta_{V,mech,mth}$) ortalama dış hava sıcaklığına ($\theta_{e,mth}$) eşittir.

3.2.1.1.2 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası hesaplamalarda üreteç işlevi görür. Isı geri kazanımsız havalandırma sistemlerine benzer olarak besleme havası sıcaklığını hesaplamaya gerek yoktur.

3.2.1.2 Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

3.2.1.2.1 Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

Besleme havası sıcaklığı ortalama dışa hava sıcaklığına $\theta_{e,mth}$ eşittir.

$$\theta_{V,mech,mth} = \theta_{e,mth} \qquad 3.2.1$$

$\theta_{V,mech,mth}$: Besleme havası sıcaklığı (ilgili aydaki), (°C)
$\theta_{e,mth}$: Ortalama dış hava sıcaklığı (ilgili aydaki), (°C)

3.2.1.2.2 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricilerinin kullanıldığı sistemlerde besleme havası sıcaklığı, ısı değiştiricili geri kazanım sisteminin toplam verimi (ilgili aydaki) olan $\eta_{WÜT,mth}$ baz alınarak hesaplanır.
Konut havalandırma sistemi tüm yıl boyunca ısı geri kazanım sistemi ile birlikte çalıştırılmıyorsa, ısı geri kazanımın çalışmadığı süre boyunca ortalama besleme havası sıcaklığı ortalama dış hava sıcaklığına eşit alınabilir.

$$\theta_{V,mech,mth} = \theta_{e,mth} + \eta_{WÜT,mth} \cdot (\theta_{ex} - \theta_{e,mth}) \qquad 3.2.2$$

$\theta_{V,mech,mth}$: Ortalama besleme havası sıcaklığı (ilgili aydaki), (°C)
$\theta_{e,mth}$: Ortalama dış hava sıcaklığı (ilgili aydaki), (°C)
θ_{ex} : Ortalama ortamdan çekilen hava sıcaklığı, (°C)
$\eta_{WÜT,mth}$: Isı değiştiricili geri kazanım sisteminin toplam verimi

Isı geri kazanım sisteminin toplam veriminin ($\eta_{WÜT,mth}$) hesaplanması için eşitlik 3.2.3'de ısı kaynağı verimi (η'_{WRG}) kullanılmalıdır. Isı kaynağı verimi, maksimum olası sıcaklık yükselmesi ile ilgili olarak kazanılmış besleme havası sıcaklığı artışını tanımlar. Isı kaynağı verimi ısıtma sezonu için ortalama değer olarak ifade edilebilir. Isı değiştirici (WÜT) çalışma özelliklerinin yanı sıra, elektrikli bileşenler (örn. fanlar, kontrol cihazları) tarafından yayılan ısı da ısı kaynağı verimini etkiler.
Isı kaynağı verimine bir alternatif olarak, ısı geri kazanım sisteminin toplam veriminin hesaplanması için Avrupa Standartlarındaki karakteristikler (örn. TS EN 308, TS EN 13141-7 veya TS EN 13141-8'den sıcaklık oranı, η_t) kulanılırsa, daha sonra bu karakteristikler farklı test koşulları dikkate alınarak uygun şekilde dönüştürülür.
Besleme havası sıcaklığı hesaplarında havalandırma ünitesinin kar çözme (defrost) modundaki davranışı da dikkate alınmalıdır. Aşağıdaki durumlar genel olarak ayırt edilebilir.

a) besleme havası fanının kapatılması veya hızının azaltılması,
b) toprak/besleme havası ısı değiştiricisi ile dış havanın ön ısıtılması, ve
c) ısıtma serpantini (elektrik veya suyla ısıtma) ile dış havanın ön ısıtılması

Eşitlik 3.2.3, dış hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak, besleme havası fanının kapatılmasından etkilenen havalandırma ünitesi kar çözmesini (defrost) de dikkate alan bir azaltma faktörü içerir.
Havalandırma sistemi, kabul edilen mühendislik uygulamaları doğrultusunda havanın ön ısıtması için toprak/besleme havası ısı değiştiricisiyle (havanın donmadan beslenmesini sağlayan) donatılmışsa, ısı geri kazanımının toplam verimine ($\eta_{WÜT,mth}$) eşitlik 3.2.3'de ifade edildiği gibi ek bir faktör eklenir.
Dış havanın ısıtma serpantini ile ön ısıtması yapılırsa, ısı geri kazanımının toplam verimi hesaplandığında düzeltme faktörü gerekli değildir. Havanın ısıtma serpantini ile ön ısıtmasında kullanılan enerji "üretim" bölümünde açıklanan hesaplarda dikkate alınır.
Donanımın yüzeylerinden olan ısı kayıpları, donanımın gövdesinin ısıl yalıtımı ve havalandırma ünitesinin kurulumunun yapıldığı yerin bir fonksiyonu olarak eşitlik 3.2.3'de dikkate alınmalıdır.
Havalandırma ünitesinin sızdırmazlığı ve ortaya çıkan sızıntı kayıpları da eşitlik 3.2.3 uygulanırken dikkate alınmalıdır.
Besleme havası ve ortamdan çekilen hava debileri, sürekli dengeli hava debisi sağlamak için uygun bileşenlerle kontrol edilmelidir. Ortamdan çekilen hava debisi besleme havası debisinden ± %10 farklıdır.
Eşitlik 3.2.3'de ısı kaynağı verimi için düzeltme faktörleri uygulama ihtiyacı varsa;

- havalandırma ünitesi test edildiğinde dikkate alınmamıştır, veya
- kurulum koşulları test koşullarından sapmıştır

$$\eta_{WÜT,mth} = \eta'_{WRG} \cdot (1 - f_{v,WÜT,Frost} - f_{v,WÜT,Wärme} - f_{v,WÜT,Dicht}) \qquad 3.2.3$$

η'_{WRG} : Isı kaynağı verimi, ısıtma sezonu için ortalama değer olarak ifade edilir (ünitenin donma koruması, ısı kayıpları ve sızdırmazlığı dikkate alınmadan)
$f_{v,WÜT,Frost}$: Kar çözme (defrost) modunu dikkate alan bir faktör
$f_{v,WÜT,Wärme}$: Havalandırma ünitesinin ısı kayıplarını dikkate alan bir faktör
$f_{v,WÜT,Dicht}$: Havalandırma ünitesinin sızdırmazlığını dikkate alan bir faktör

Tablo 3.2.1 - Toplam verimin ($\eta_{WÜT,mth}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları

Parametreler		Sembol	Birim	Değer
Kar çözme (defrost) modu				
Dış hava sıcaklığı ... olduğunda besleme hava fanları kapalı	≥ -6 °C	$f_{v,WÜT,Frost}$	-	0,06
	< -6 °C			0,04
	< -9 °C			0,02
	< -12 °C			0,00
Toprak/besleme havası ısı değiştiricisi ile havanın ön ısıtılması				-0,04
Isıtma serpantini ile havanın ön ısıtılma				0,00
Havalandırma ünitesindeki ısı kayıpları				
Isıtılan alana kurulumu yapılan		$f_{v,WÜT,Wärme}$	-	0,00
Isıtılmayan alana kurulumu yapılan ($R_A^a \geq 0,5\ m^2K/W$)				0,00
Isıtılmayan alana kurulumu yapılan ($R_A^a < 0,5\ m^2K/W$)				0,02
Havalandırma ünitesinin sızdırmazlığı				
100 Pa pozitif/negatif basınçta kaçak < 2,5% · $\dot{V}_{mech,m}^b$		$f_{v,WÜT,Dicht}$	-	0,00
100 Pa pozitif/negatif basınçta kaçak < 5% · $\dot{V}_{mech,m}^b$				0,01

[a] Havalandırma ünitesi gövdesinin ısıl direnci
[b] Havalandırma ünitesi ortalama hacimsel debisi

Varsayılan değerler:

Ortalama ortamdan çekilen hava sıcaklığı $\theta_{ex} = 21°C$ alınır.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri:

- tüm sistem 1999'dan sonra yapılmış,
- toprak/besleme havası ısı değiştiricisi olmayan,
- $\theta_e \geq -6°C$ olduğunda besleme havası fanı kapalı,
- ısıtılmayan alana kurulumu yapılmış
- kaçak < %5 · $\dot{V}_{mech,m}$

Varsayılan değer : $\eta'_{WÜT,mth} = 0,60$
Geliştirilmiş varsayılan değer : $\eta_{WÜT,mth} = 0,80$

Hesaplarda geliştirilmiş varsayılan değer $\eta_{WÜT,mth} = 0,80$ değeri kullanılacaksa, ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi ürün verisi en azından geliştirilmiş varsayılan değere eşit alınmalıdır. 1999'dan önce yapılan konut havalandırma sistemleri için ısı geri kazanım sistemi toplam verimi %10 azaltılmalıdır (Varsayılan : 0,54 / Geliştirilmiş varsayılan : 0,72)
Ayrıca ek toprak/besleme havası ısı değiştiricisi ile donatılan konut havalandırma sistemleri için ısı geri kazanım sistemi toplam verimi %10 artırılmalıdır (Varsayılan : 0,66 / Geliştirilmiş varsayılan : 0,88)

Tablo 3.2.2 - Öncesinde toprak/besleme havası ısı değiştiricisi olmayan, ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri için aylık besleme havası sıcaklıklarının varsayılan değerleri (1999'dan sonra yapılmış)

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
$\theta_{e,mth}$ (°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
$\eta_{WÜT,mth}$=0,6 $\theta_{V,mech}$ (°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

3.2.1.2.3 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompaları

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompaları üreteç işlevi görür. Isıtma için enerji ihtiyacı hesaplarında besleme havası sıcaklığı ($\theta_{V,mech,mth}$) hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası öncesine ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi kurulumu yapılmamışsa, besleme havası sıcaklığını hesaplamak için eşitlik 3.2.1 kullanılır.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompaları ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi ile kombine bir şekilde kullanılıyorsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise eşitlik 3.2.2 kullanılır.

3.2.1.2.4 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompaları üreteç işlevi görür. Isıtma için enerji ihtiyacı hesaplarında besleme havası sıcaklığı ($\theta_{V,mech,mth}$) hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası öncesine ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi kurulumu yapılmamışsa, besleme havası sıcaklığını hesaplamak için eşitlik 3.2.1 kullanılır.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası öncesine ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi kurulumu yapılmışsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise eşitlik 3.2.2 kullanılır.

3.2.1.2.5 Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası

Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompaları üreteç işlevi görür. Isıtma için enerji ihtiyacı hesaplarında besleme havası sıcaklığı ($\theta_{V,mech,mth}$) hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompaları öncesine ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi kurulumu yapılmamışsa besleme havası sıcaklığını hesaplamak için eşitlik 3.2.1 kullanılır.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompaları öncesine ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi kurulumu yapılmışsa besleme havası sıcaklığı hesaplanırken ısı pompası dikkate alınmaz, ısı değiştiricisi için ise eşitlik 3.2.2 kullanılır.

Varsayılan değerler

Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası - ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi kombinasyonu için ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi varsayılan değeri olarak, Tablo 3.2.2'deki $\eta_{WÜT,mth}$ = 0,60 değerine karşılık gelen besleme havası sıcaklıkları ($\theta_{V,mech,mth}$) kullanılabilir.

3.2.1.3 Hava ısıtma 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.
Isı değiştirici kurulumunun yapılıp yapılmamasına bağlı olarak besleme havası sıcaklığı ($\theta_{V,mech,mth}$), besleme ve egzoz havalandırma sistemlerindeki gibi hesaplanır.

3.2.2 Ortalama hava değişim sayısı (n_{mech})

3.2.2.1 Egzoz havalandırma sistemleri

Isıtma için enerji ihtiyacı hesaplarında, zona giren tüm hava (yani hem dış hava hem de besleme havası) değerlendirilir. Egzoz havalandırma sisteminin çalıştırılması sızıntıyı (infilitrasyon) ve pencere havalandırmasını etkiler. Havalandırma sisteminin üzerinden akan havayı dikkate almak gereksizdir (ortamdan çekilen hava).
Metodoloji Kısım I Bölüm 2 egzoz havalandırma sistemi için ortalama hava değişim sayısı, n_{mech} 0(sıfır) olarak belirlenmiştir (sadece zona giren hava değerlendirilmiştir, fakat zondan çıkan hava değerlendirilmemiştir). Egzoz havalandırma sisteminin çalışması ancak dışarıdan giren yerdeğiştirme havasını etkiler ve pencereden olan hava değişim sayısı (n_{win}) hesaplandığında dikkate alınır.
Egzoz havalandırma sisteminde ortamdan çekilen hava / su ısı pompası kullanılırsa, ısı pompası ısı üreteci işlevi görür. Üreteç ısı çıktısı, ısı kayıplarıve üretim için kullanılan destek enerjisi hesapları için ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı ($n_{mech,ABL}$) belirlenir.

3.2.2.2 Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

Sabit hava debili besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin ortalama günlük hava değişim sayısı (n_{mech}) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$n_{mech} = n_{mech,ZUL} \cdot \frac{t_{V,mech}}{24\,h} \qquad 3.2.4$$

n_{mech} : Ortalama günlük hava değişim sayısı, (h^{-1})
$n_{mech,ZUL}$: Havalandırma sistemi çalışırken ki besleme hava değişim sayısı, (h^{-1})
$t_{V,mech}$: Havalandırma sistemi günlük çalışma süresi, (h/d)

Ek etkiler;

- sezona bağlı sistemin kapatılması
- aralıklı çalışma modu (özel gece ve hafta sonu çalışma modları)
- gerektiğinde seçilebilen birçok farklı sistem debileri (örn. minimum, temel ve talebe bağlı havalandırma)
- teknolojinin bilinen kurallarına uygun yapı fiziği ve hijyen bakımından kabul edilebilir hava kalitesi koşullarının ispatına bağlı olarak kullanıcıdan bağımsız, uygun bir referans değişkeni baz alan hacimsel debinin talebe bağlı kontrolü

Yukarıdaki ek etkilerin hepsi aşağıdaki eşitlikle ele alınabilir. Aşağıdaki eşitlikten elde edilen ortalama hava değişim sayısı ($n_{mech,mth}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2 deki hesaplarda kullanılacaktır.

$$n_{mech,mth} = \frac{\sum_i (n_{mech,ZUL,i} \cdot t_{rv,mech,mth,i} \cdot t_{rv,mech,day,i})}{t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day}} \qquad 3.2.5$$

$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim sayısı, (h^{-1})
$n_{mech,ZUL,i}$: Fan kademesi i'deki besleme havası değişim sayısı, (h^{-1})
$t_{rv,mech,mth,i}$: i kademesinde fanın çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)
$t_{rv,mech,day,i}$: i kademesinde fanın günlük çalışma süresi, (h)
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi (ilgili aydaki) (bkz. Tablo 3.2.3), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin günlük toplam çalışma süresi (bkz. Tablo 3.2.3), (h)

Tablo 3.2.3 – Çalışma sürelerinin ($t_{rv,mech}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları

Parametreler	Sembol	Birim	Değer
Aylık çalışma süresi: Isıtma sezonu çalışma modu Yıl boyunca çalışma modu	$t_{rv,mech,mth}$	gün(d)/ay(mth)	Isıtma sezonu[a] Ocak'tan – Aralık'a [b]
Günlük çalışma süresi	$t_{rv,mech,day}$	saat(h)/gün(d)	8'den – 24'e

[a] Isıtma sezonundaki çalışma: Isıtma enerji ihtiyacının $Q_{h,mth} > 0$ (havalandırma sisteminin devrede olmadığı ısıtma aylarında) olduğu ayın tüm günlerinde
Alternatif olarak, aşağıda açıklanan ısıtma süresi yöntemi uygulanabilir.
[b] Yıl boyunca çalışma : Ocak'tan Aralık'a kadarki tüm günler (ısı değiştiricisinin yazın kapatılmasıyla birlikte)

Alternatif olarak ısıtma sezonundaki ısıtma ayları dikkate alındığında, havalandırma sisteminin aylık toplam çalışma süresi ($t_{rv,mech,mth}$) her ısıtma ayındaki ısıtma süreleri (t_h) baz alınarak hesaplanabilir (bkz. eşitlik 3.2.6). Bu durumda, ısıtma süresi (t_h) havalandırma sistemi dikkate alınmadan aşağıdaki eşitlikle hesaplanmalıdır.

$$t_{rv,mech,mth} = \frac{t_h}{24\,h/d} \qquad 3.2.6$$

t_h : Isıtma süresi (ilgili aydaki), (h)

Varsayılan değerler

n_{mech} = 0,4 h^{-1} (Metodoloji Kısım I Bölüm 2 ye göre ortalama hava değişim sayısı)
$t_{rv,mech,mth}$ = ısıtma sezonu (ısıtma ayları)
$t_{rv,mech,day}$ = 24 h/d

3.2.2.3 Hava ısıtma sistemleri

Hava ısıtma sistemi, enerji eşitliklerinde ısı üreteci işlevi görür. Hava ısıtma (ya da ısıtma fonksiyonu), ısıtma enerji ihtiyacı hesapları için ortalama hava değişim sayısı (n_{mech}) hesaplarında dikkate alınmaz. Bu kural, ısıtma sistemi çalışırken ki yüke bağlı hava değişim sayısı (n_{mech}) değişken bile olsa havanın ısıtıldığı yönteme bakılmaksızın geçerlidir.
Besleme havası sıcaklığının hesaplanmasında kullanılan yöntemdeki gibi ısıtma için enerji ihtiyacının belirlenmesinde burada sadece havalandırma fonksiyonu dikkate alınır.

Varsayılan değerler

n_{mech} = 0,4 h^{-1} (Metodoloji Kısım I Bölüm 2 ye göre ortalama hava değişim sayısı)
$t_{rv,mech,mth}$ = ısıtma sezonu (ısıtma ayları)
$t_{rv,mech,day}$ = 24 h/d

3.3 Kontrol ve yayılım

3.3.1 Genel

Kontrol ve yayılım ısı kayıpları ($Q_{rv,ce}$), üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesinde dikkate alınır. Kontrol ve yayılım destek enerjisi ($Q_{rv,ce,aux}$) verilen destek enerjinin ($Q_{f,aux}$) belirlenmesinde dikkate alınır.

3.3.2 Isı kayıpları ($Q_{rv,ce}$)

Kontrol ve yayılım ısı kayıpları ($Q_{rv,ce}$), aylık bazda eşitlik 3.3.1 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,ce,mth} = \left(\frac{f_{rad} \cdot f_{int} \cdot f_{hydr}}{\eta_{rv,ce}} - 1\right) \cdot Q_{h,b,mth} \qquad 3.3.1$$

$Q_{rv,ce,mth}$: Kontrol ve yayılım ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,b,mth}$: Isıtma için net enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
f_{rad} : Işınım faktörü (sadece 4 m'den yüksek geniş hacimli mahallerde geçerlidir)
f_{int} : Aralıklı çalışma faktörü (aralıklı: zamanın fonksiyonu olarak tek odalardaki sıcaklık azaltma opsiyonu)
f_{hydr} : Hidrolik denge faktörü
$\eta_{rv,ce}$: Mahaldeki kontrol ve yayılım toplam verimi

Tablo 3.3.1 - Kontrol ve yayılım ısı kayıplarını ($Q_{rv,ce}$) belirlemede kullanılan f faktörleri

Parametreler	Sembol	Birim	Değer
Işınım etki faktörü			
Standart tavan yüksekliği (h≤ 4 m)	f_{rad}	-	1
Aralıklı çalışma modu faktörü			
Kesintisiz çalışma	f_{int}	-	1
Aralıklı çalışma			0,97
Hidrolik denge faktörü			
Standart koşullar	f_{hydr}	-	1

Toplam verim ($\eta_{rv,ce}$) eşitlik 3.3.2 kullanılarak hesaplanır.

$$\eta_{rv,ce} = \frac{1}{4-(\eta_L+\eta_C+\eta_B)} \qquad 3.3.2$$

η_L : Dikey hava sıcaklık profili için kısmi verim değeri
η_C : Oda sıcaklığı kontrolü için kısmi verim değeri
η_B : Bina dış bileşenlerinin özgül ısı kayıpları için kısmi verim değeri

Tablo 3.3.2 değişik havalandırma sistemleri için ısıtılan zondaki hava terminal cihazındaki ısı kontrol ve yayılımı toplam verimini ($\eta_{rv,ce}$) göstermektedir. Bu ısı kayıpları hem sıcak hava girişinin (20 °C'nin üzerindeki besleme havası sıcaklığı) hem de kontrol mekanizmasının etkilerini içermektedir. Verimler standart tavan yüksekliği için verilmiştir (h ≤ 4 m).

Tablo 3.3.2 - Oda içerisindeki ısı kontrol ve yayılımı için toplam verim ($\eta_{rv,ce}$)

Sistem	Sıcaklık kontrol yöntemi	$\eta_{rv,ce}$
Hava sıcaklıkları[a] $\theta_{L,m} > \theta_i$ olan konut havalandırma sistemleri **Hava terminal cihazı dış duvarda**	PI kontrolörü ile tek oda kontrolü (optimizasyon fonksiyonu ile)	0,93
	P kontrolörü (1K) ile tek oda kontrolü	0,92
	P kontrolörü (1K) ile zon kontrolü - ısı değiştiricisi olan	0,91
	P kontrolörü (1K) ile zon kontrolü - ısı değiştiricisi olmayan	0,90
	Tek oda kontrolü olmadan ısı değiştiricisi olan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol ve pilot oda kontrolü ile) - P kontrolör (1K) ile tek oda kontrolü ve yedek ısıtma içeren	0,93
	Tek oda kontrolü olmadan ısı değiştiricisi olmayan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol ve pilot oda kontrolü ile) - P kontrolör (1K) ile tek oda kontrolü ve yedek ısıtma içeren	0,91
	Sadece ısı pompası bileşeni için tek oda kontrolü olmadan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol ve pilot oda kontrolü ile)	0,90
	Sadece ısı pompası bileşeni için tek oda kontrolü olmadan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol olmadan)	0,88
Hava sıcaklıkları[a] $\theta_{L,m} > \theta_i$ olan konut havalandırma sistemleri **Hava terminal cihazı iç duvarda**	PI kontrolörü ile tek oda kontrolü (optimizasyon fonksiyonu ile)	0,90
	P kontrolörü (1K) ile tek oda kontrolü	0,89
	P kontrolörü (1K) ile zon kontrolü - ısı değiştiricisi olan	0,88
	P kontrolörü (1K) ile zon kontrolü - ısı değiştiricisi olmayan	0,87
	Tek oda kontrolü olmadan ısı değiştiricisi olan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol ve pilot oda kontrolü ile) - P kontrolör (1K) ile tek oda kontrolü ve yedek ısıtma içeren	0,90
	Tek oda kontrolü olmadan ısı değiştiricisi olmayan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol ve pilot oda kontrolü ile) - P kontrolör (1K) ile tek oda kontrolü ve yedek ısıtma içeren	0,88
	Sadece ısı pompası bileşeni için tek oda kontrolü olmadan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol ve pilot oda kontrolü ile)	0,87
	Sadece ısı pompası bileşeni için tek oda kontrolü olmadan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (merkezi ana kontrol olmadan)	0,85
Hava sıcaklığı[a] $\theta_{L,m} \leq \theta_i$ olan konut havalandırma sistemleri	Isı değiştiricisi - ek yeniden ısıtması olmayan	1,00
	Isı değiştiricisi - ek yeniden ısıtması olan	0,99
	Dışarıya kurulumu yapılan hava transfer cihazı	1,00

[a] Tablo 3.4.1'den alınan hava dağıtım kanallarından sağlanmış olan besleme havası ortalama sıcaklığı

Yıllık kontrol ve yayılım ısı kayıplarını hesaplamada eşitlik 3.3.3 kullanılır.

$$Q_{rv,ce,a} = \sum Q_{rv,ce,mth} \quad 3.3.3$$

$Q_{rv,ce,a}$: Yıllık kontrol ve yayılım ısı kayıpları, (kWh/a)
$Q_{rv,ce,mth}$: Kontrol ve yayılım ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

Yeniden ısıtması olmayan egzoz havalandırma sistemleri ve besleme ve egzoz havalandırma sistemleri (ısı geri kazanımı olmayan veya sadece ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan) kontrol ve yayılım ısı kayıplarına sahip değildir (yani $Q_{rv,ce} = 0$).

Varsayılan değerler

$f_{rad} = 1$

$f_{int} = 1$

$f_{hydr} = 1$

3.3.3 Destek enerji ($Q_{rv,ce,aux}$)

Hava ısıtma sistemleri ve konut havalandırma ile ilişkili ısı transfer proseslerini geliştirmek için gerekli destek enerjinin hesaplanmasında eşitlik 3.3.4 kullanılır.

$$Q_{rv,ce,aux,mth} = \sum_i \left(P_{c,i} \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day}\right) \quad 3.3.4$$

$Q_{rv,ce,aux,mth}$: Kontrol ve yayılım destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$P_{c,i}$: Sistem tasarımına bağlı i kontrolörünün nominal gücü, (W)
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin toplam günlük çalışma süresi, (h)

Tablo 3.3.3 kontrolör tipinin fonksiyonu olarak kontrolörün nominal gücünün (P_c) varsayılan değerlerini göstermektedir.

Tablo 3.3.3 - Oda içerisindeki ısı kontrol ve yayılımı için kontrolörün nominal gücü (P_c)

Kontrolör tipi	Sembol	Birim	Değer
P kontrolör (1K)	P_c	W	0,1
Optimizasyon fonksiyonlu PI kontrolör			0,1
PID kontrolör			0,1
İki adımlı bimetal şerit kontrolör			0,1

Isı kontrol ve yayılımı için yıllık destek enerjisi tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır.

$$Q_{rv,ce,aux,a} = \sum Q_{rv,ce,aux,mth} \quad 3.3.5$$

$Q_{rv,ce,aux,a}$: Isı kontrol ve yayılımı için yıllık destek enerjisi, (kWh)
$Q_{rv,ce,aux,mth}$: Isı kontrol ve yayılımı için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

Talebe bağlı kontrolü olmayan egzoz havalandırma sistemleri ve tek odalar ve zonlar için kontrol sistemi olmayan besleme ve egzoz havası sistemleri, kontrol ve yayılım için destek enerjisi gerektirmez (yani $Q_{rv,ce,aux} = 0$).

3.4 Dağıtım

3.4.1 Genel

Bu bölüm konut havalandırma ve hava ısıtma sistemlerindeki ısı dağıtımı için enerji kullanımını belirlemedeki hesaplama yönteminin gerekli parametrelerini belirtir. Dağıtım sırasındaki ısı kayıpları ($Q_{rv,d}$) üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,outg}$) hesaplanırken dikkate alınır. Dağıtım için destek enerjisi ($Q_{rv,d,aux}$) verilen destek enerjisi ($Q_{f,aux}$) hesaplanırken dikkate alınır.

3.4.2 Isı kayıpları ($Q_{rv,d}$) ve kontrolsüz ısı kazançları ($Q_{l,rv,d}$)

Hava kanalındaki ısı kaybı, sıcak besleme havası dağıtılırken ve ortamdan çekilen hava atılırken oluşur.
Oluşan ısı kayıpları;
- besleme havası kanallarında ısı üreteci ile hava terminal cihazı arasında ve
- ısıl zarfın dışındaki ortamdan çekilen hava kanallarında

tanımlanır. Hava kanalının j bölümündeki genel ısı kaybı her ay için eşitlik 3.4.1 kullanılarak belirlenir.

$$Q_{rv,d,mth,j} = U_j \cdot L_j \cdot (\theta_{L,m,mth} - \theta_{u,m,mth}) \cdot f_a \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \qquad 3.4.1$$

$Q_{rv,d,mth,j}$: Hava kanalının j bölümünün ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
U_j : Hava kanalının j bölümünün birim uzunluk başına toplam ısı geçiş katsayısı (Tablo 3.4.2), (W / m·K)
L_j : Hava kanalının j bölümünün uzunluğu (Tablo 3.4.2), (m)
$\theta_{L,m,mth}$: Hava kanallarındaki ortalama aylık hava sıcaklığı (Tablo 3.4.1), (°C)
$\theta_{u,m,mth}$: Aylık ortalama ortam sıcaklığı (Tablo 3.4.1), (°C)
f_a : Isıl kayıp faktörü, bileşenlerin dizilişine bağlı (Tablo 3.4.1).
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi (ilgili aydaki) (bkz. Tablo 3.2.3), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin toplam günlük çalışma süresi (bkz. Tablo 3.2.3), (h)

Eşitlik 3.4.1 hem konut havalandırma sistemlerindeki hava kanallarına (ek ısıtma fonksiyonu olmayan %100 taze havalı sistemler) aynı zamanda hava ısıtma sistemlerine (karışım havalı veya karışım havasız) uygulanır. Besleme havası kanallarının kurulumu ısıl zarfın içerisine yapılmışsa ve bu kanallardaki hava sıcaklığı her zaman oda sıcaklığına eşit ya da küçükse, bu kanallardan olan ısı kayıpları yok sayılabilir (yani $Q_{rv,d,mth,j} = 0$). Aynısı havalandırma ünitesi ile kanalların ısıl zarfa girdiği yer arasındaki kanallara (bu kanallar 2m'den kısa ise ve en azından 50 mm kalınlığında ısı yalıtımı yapılmışsa) uygulanır (yani $Q_{rv,d,mth,j} = 0$). Bunun dışında, sıcaklık değişiminin olduğu tüm havalandırma kanalları da dikkate alınmalıdır; istisna olarak ısı değiştirici sonrasındaki ve ısıl zarfın dışındaki egzoz hava kanallarıdır.
Birkaç farklı kanal bölümünü (örn. ısıl zarfın içindeki ve dışındaki ve farklı ısı yalıtımına sahip kanallar) kapsayan tüm havalandırma dağıtım kanallarının aylık ve yıllık ısı kayıpları ilgili dönemler için her bir j kanal bölümünün değerlerinin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.4.2 ve 3.4.3). Bu eşitliklerde her zaman ısı kayıplarının mutlak değeri uygulanmalıdır, çünkü ısıl zarfın içine kurulumu yapılan egzoz hava kanalının ısı kazancı ayrıca bir kayıp kabul edilecektir.

$$Q_{rv,d,mth} = \sum_j Q_{rv,d,mth,j} \qquad 3.4.2$$

$Q_{rv,d,mth}$: Kanal sisteminin aylık ısı kaybı, (kWh)
$Q_{rv,d,mth,j}$: Kanal sisteminin j bölümünün ısı kaybı (ilgili aydaki) (bkz eşitlik 3.4.1), (kWh)

$$Q_{rv,d,a} = \sum_j Q_{rv,d,mth} \qquad 3.4.3$$

$Q_{rv,d,a}$: Kanal sisteminin yıllık ısı kaybı, (kWh)

Havalandırma sistemi kanallarından olan ısı kayıpları, uzunlukları, konumları ve her bir kanal bölümünün doğrusal ısı geçiş katsayısı biliniyorsa hesaplanabilir. Bu değerler detaylı tasarımdan elde edilebilir, bunlar Tablo 3.2.3, 3.4.1 ve 3.4.2'de belirtilen sınır koşullarını kullanmak için gerekli olacaktır. Isı geri kazanımı olmayan havalandırma sistemlerinde oluşan herhangi bir ısı kaybı (egzoz havalandırma sistemi veya besleme ve egzoz havalandırma sistemi) ihmal edilecektir.
Konut havalandırma sistemi ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasıyla donatılmış ise (yeniden ısıtma serpantini ve ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olmadan) besleme hava kanallarının ortalama sıcaklığını belirlemede eşitlik 3.4.4 kullanılacaktır. Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası veya ek yeniden ısıtma serpantini (örn. elektrikli yeniden ısıtma serpantini) kurulumu yapılmış ise Tablo 3.4.1'de verilen ortalama devre hava sıcaklığı kullanılmalıdır.

$$\theta_{L,m,mth} = \theta_{V,mech,mth} \qquad 3.4.4$$

$\theta_{L,m,mth}$: Kanaldaki ortalama hava sıcaklığı (ilgili aydaki), (°C)

$\theta_{V,mech,mth}$: Ortalama besleme havası sıcaklığı (ilgili aydaki), (°C)

Egzoz sistemleri ve tek oda havalandırma sistemlerinin dağıtım ısı kayıpları yoktur (yani $Q_{rv,d} = 0$).
Hava ısıtma sistemlerinin ve besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin detaylı kanal tasarım planları yok ise havalandırma kanalı bölümünün ısı kayıpları Tablo 3.4.1 ve 3.4.2'de verilen sınır koşulları baz alınarak tahmin edilebilir. Tablolarda verilen değerler net hacmi 1250 m^3'e kadar veya net döşeme alanı 500 m^2'e kadar olan zonlara (daireler veya evler) uygulanabilir. Net hacmi 1250 m^3'ün üzerindeki zonlara hizmet eden tüm havalandırma sistemleri için 3.4.1 ve 3.4.3 nolu eşitlikler kullanılarak detaylı hesaplamalar yapılmalıdır.
Besleme havası kanal sisteminin (ısı üretecinin çıkışı-sıcak kısım) ortalama üç farklı zondan (V,S ve A) oluştuğu varsayılır. Zon V ısı üretecinden dikey kanallara (veya beslenmesi gereken mahaller) kadar olan yatay hava dağıtımı, zon S dikey hava dağıtımı ve zon A konutun ısıtılan kısmındaki hava besleme terminal cihazlarına kadar olan bağlantı kanallarıdır. Egzoz havası kanalları da bağlantı kanalları ve dağıtım kanallarından oluşur fakat sadece ısıtılmayan zonlardaki dağıtım kanalları ısı kayıpları yönünden ilgilidir.
Dağıtım kanallarının kurulumu ısıl zarfın içerisine yapılmışsa, kanalların ısıl zarfa girdiği yer ile ısı üreteci arasındaki ana kanalların uzunlukları 2 m'den kısa ise buralardaki ısı kayıpları ihmal edilebilir.
Kanal bölümü j'nin ısı kayıpları ($Q_{rv,d,mth,j}$) kanalların kurulumunun yapıldığı i zonlarına atanır. Bu ısı kayıpları her bir i zonundaki kontrolsüz ısı kazançlarına karşılık gelir.

$$Q_{l,rv,d,mth,i} = \sum_j \left(Q_{rv,d,mth,j}\right)_i \qquad 3.4.5$$

$Q_{l,rv,d,mth,i}$: Havalandırma sisteminden olan zon i'nin kontrolsüz ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,d,mth,j}$: Zon i'deki kanal bölümü j'nin ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler

Tablo 3.4.1 - Isı kayıplarını ($Q_{rv,d}$) belirlemede kullanılacak varsayılan değerler için sınır koşulları 1

Parametre	Sembol	Birim	Değer
Yerleşime göre ısı kaybı faktörü			
Bileşenler ısıl zarfın dışında	f_a	-	1,00
Bileşenler ısıl zarfın içinde			0,15
Hava kanalındaki ortalama sıcaklık : besleme havası[a]			
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi, tekrar ısıtılmayan	$\theta_{L,m,mth}$	°C	$\theta_{V,mech,mth}$
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (yeniden ısıtma yok) veya tasarım besleme havası sıcaklığı 35°C olan havayla ısıtma sistemi (yüke bağlı kontrollü)			29[b]
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi ve ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası (yeniden ısıtma yok) veya tasarım besleme havası sıcaklığı 45°C olan havayla ısıtma sistemi (yüke bağlı kontrollü)			35[b]
Tasarım besleme havası sıcaklığı 55°C olan havayla ısıtma sistemi (yüke bağlı kontrollü)			41[b]
Hava kanalındaki ortalama sıcaklık: ortamdan çekilen hava / egzoz havası			
Ortamdan çekilen hava kanalları	$\theta_{L,m,mth}$	°C	21
Isıl zarfın içindeki egzoz havası kanalları			$\theta_{ex}-\eta_{WÜT,mth}\cdot(\theta_{ex}-\theta_{e,mth})$
Ortalama ortam sıcaklığı			
Isıl zarfın içinde	$\theta_{U,m,mth}$	°C	21
Isıl zarfın dışında			$f(\theta_{e,mth})$ (Net Enerji)

[a] Besleme hava dağıtım kanallarının ortalama hava sıcaklığı bu kanal üzerindeki ortalama yükü dikkate alır
[b] Basitleştirme olarak hesaplarda ortalama yıllık besleme havası sıcaklığı kullanılabilir.

Tablo 3.4.2 - Isı kayıplarını ($Q_{rv,d}$) belirlemede kullanılacak varsayılan değerler için sınır koşulları 2

Parametre	Sembol	Birim	Bölüm V/Bölüm S[d]		Bölüm A[d]
Kurulum yeri			Isıl zarfın dışında	Isıl zarfın içinde	Isıl zarfın içinde
Isıl geçirgenlik :1995'e kadar (1995 dahil)	U	W/(mK)	0,65[a]	0,85[b]	0,85[b]
Isıl geçirgenlik: 1995 sonrası			0,45[c]	0,85[b]	0,85[b]
Besleme kanalı uzunluğu	L	m	$L_V = 10 + 0{,}01 \cdot V$ $L_S = 2 + h_G \cdot (n_G - 1)$		$L_A = 0{,}04 \cdot V$
Ortamdan çekilen hava kanalları uzunluğu			$L_V = 7{,}5 + 0{,}01 \cdot V$ $L_S = 2 + h_G \cdot (n_G - 1)$	ısı kaybı ihmal edilir	

[a] U değeri, yaklaşık 30 mm yalıtım kalınlığı ve kabaca 125 mm kanal çapına göre belirlenmiştir.
[b] U değeri, yaklaşık 20 mm yalıtım kalınlığı ve kabaca 125 mm kanal çapına göre belirlenmiştir.
[c] U değeri, yaklaşık 50 mm yalıtım kalınlığı ve kabaca 125 mm kanal çapına göre belirlenmiştir.
[d]
V binanın net hacmi
n_G ısıtılan kat sayısı
h_G kat yüksekliği (m)

3.4.3 Destek enerjisi ($Q_{rv,d,aux}$)

Fanlar için gerekli destek enerjisi ya ayrı ayrı ($Q_{rv,d,aux}$) ya da fan havalandırma ünitesinin ayrılmaz bir bileşeni ise konut havalandırma ünitesi destek enerjisi ($Q_{rv,g,aux}$) ile birlikte hesaplanabilir.
Ayrı ayrı fanlar kullanılmış ise (örn. karışım havalı sistem), eşitlik 3.4.6 uygulanarak dikkate alınır.

$$Q_{rv,d,aux,mth} = \sum_i (P_{Vent,i} \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day}) \qquad 3.4.6$$

$Q_{rv,d,aux,mth}$: Dağıtım için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$P_{Vent,i}$: Fan *i* 'nin nominal gücü (tasarıma göre fan kontrolü dahil), (W)
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sistemi toplam günlük çalışma süresi, (h)

Dağıtım için yıllık destek enerjisi tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.4.7).

$$Q_{rv,d,aux,a} = \sum Q_{rv,d,aux,mth} \qquad 3.4.7$$

$Q_{rv,d,aux,a}$: Dağıtım için yıllık destek enerjisi, (kWh)
$Q_{rv,d,aux,mth}$: Dağıtım için destek enerjisi (ilgil aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Ayrı ayrı fanların çalışması durumunda Tablo 3.6.5'deki varsayılan değerler kullanılabilir.

3.5 Depolama

3.5.1 Genel

Bu bölümde, hava ısıtma sistemleri ve konut havalandırma sistemlerindeki ısı depolama enerji harcamasını belirlemedeki hesaplama yöntemi için gerekli olan parametreler açıklanmaktadır.
Depolama sırasında oluşan ısı kayıpları ($Q_{rv,s}$) üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,outg}$) belirlenirken dikkate alınır.
Depolama için destek enerjisi ($Q_{rv,s,aux}$) verilen destek enerjisi ($Q_{f,aux}$) belirlenirken dikkate alınır.

3.5.2 Isı kayıpları ($Q_{rv,s}$) ve kontrolsüz ısı kazançları ($Q_{l,rv,s}$)

Konut havalandırma sistemindeki ısı depolama tankı ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile birlikte kullanılır ise, depolama ısı kayıpları eşitlik 3.5.1 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,s,mth} = \left(\frac{\theta_{rv,s} - \theta_{u,m,mth}}{45\ K}\right) \cdot t_{h,mth} \cdot Q_{B,S} \cdot f_{Verbindung} \qquad 3.5.1$$

$Q_{rv,s,mth}$: Depolama ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$\theta_{rv,s}$: Depolama tankının ortalama sıcaklığı,(°C)
$\theta_{U,m,mth}$: Depolama tankının bulunduğu ortalama aylık ortam sıcaklığı (Tablo 3.4.1), (°C)
$t_{h,mth}$: İlgili aydaki ısıtma günleri sayısı, (d)
$Q_{B,S}$: Bekleme (stand-by) ısı kaybı (günlük), (kWh)
$f_{Verbindung}$: Bağlantı ısı kaybı faktörü

Depolama tankının bekleme ısı kaybı ($Q_{B,S}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2[21] e (depolama tankı ile depolama tankının bulunduğu ortam arasında 45 K'lik ortalama sıcaklık değişimi var) göre ölçülecektir. Depolama tankının aylık ısı kaybı ($Q_{rv,s,mth}$) ölçülen bekleme ısı kayıplarından, kurulum yeri ve ortalama ısıtma devresi sıcaklığından hesaplanabilir.
Depolama tankının bekleme ısı kaybı ($Q_{B,S}$) bilinmiyor ise (yani Metodoloji Kısım I Bölüm 2[21] de açıklandığı gibi hiçbir ölçüm yoksa), bu eşitlik 3.5.2 uygulanarak basitleştirilmiş bir şekilde elde edilebilir.

$$Q_{B,S} = 0{,}4 + 0{,}14 \cdot V^{0{,}45} \qquad 3.5.2$$

$Q_{B,S}$: Bekleme ısı kaybı (günlük), (kWh)
V : Depolama tankının nominal kapasitesi, (lt)

Depolama tankı ve ısı üreteci (ortamdan çekilen hava / su ısı pompası) tek ve aynı birime kurulmuş ise, bağlantının ısı kayıp faktörü 1(bir) alınabilir (yani $f_{Verbindung}$ = 1). Depolama tankı oda içerisinde ayrı bir şekilde kurulmuş ise depolama tankı borulama sisteminin ısı kayıpları için $f_{Verbindung}$ = 1,2 faktörü uygulanabilir. Diğer düzenlemeler ve düzenler olması durumunda bağlantının ısı kayıpları Metodoloji Kısım III Bölüm 1 e göre hesaplanmalıdır.
Yıllık depolama ısı kayıpları tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.5.3).

$$Q_{rv,s,a} = \sum Q_{rv,s,mth} \qquad 3.5.3$$

$Q_{rv,s,a}$: Depolama ısı kaybı (ilgili yıldaki), (kWh)
$Q_{rv,s,mth}$: Depolama ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

Depolama tankının ısı kayıpları ($Q_{rv,s,mth}$) depolama tankının kurulumunun yapıldığı zona atanır. Depolamadan dolayı olan kontrolsüz ısı kazançlarına ($Q_{l,rv,s,mth}$) karşılık gelir.

$$Q_{l,rv,s,mth} = Q_{rv,s,mth} \qquad 3.5.4$$

$Q_{l,rv,s,mth}$: Depolamadan dolayı kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,s,mth}$: Depolama ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile depolama tankı aynı ünitedeyse;

$f_{Verbindung}$ = 1
V = 120 lt
$Q_{B,S}$ = 1,6 kWh (günlük)

3.5.3 Destek enerjisi ($Q_{rv,s,aux}$)

Depolama tankının çalışması için ayrı bir dolaşım pompası gerekli ise ve ısı transferi doğrudan yoğuşmayla değil ise destek enerjisi eşitlik 32 kullanılarak belirlenmelidir.

$$Q_{rv,s,aux,mth} = P_{pumpe} \cdot t_{P,mth} \qquad 3.5.5$$

$Q_{rv,s,aux,mth}$: Pompa destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
P_{pumpe} : Depolama tankı dolaşım pompası nominal gücü, (W)
$t_{P,mth}$: Depolama tankı dolaşım pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Depolama tankının çalışması için destek enerjisi depolama tankının dolaşım pompası nominal gücü biliniyor ise hesaplanabilir. Bu değer belirli bir pompa seçilerek belirlenebilir. Depolama tankı dolaşım pompasının çalışma süresi aşağıda açıklandığı gibi hesaplanabilir;

$$t_{P,mth} = \sum t_{on,h,mth} \qquad 3.5.6$$

$t_{P,mth}$:Depolama tankı dolaşım pompasının çalışma süresi, (h)
$\sum t_{on,h,mth}$:Isıtma modunda ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Depolama için yıllık destek enerjisi tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır.

$$Q_{rv,s,aux,a} = \sum Q_{rv,s,aux,mth} \qquad 3.5.7$$

$Q_{rv,s,aux,a}$:Depolama için yıllık destek enerjisi, (kWh)
$Q_{rv,s,aux,mth}$: Depolama için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler

P_{Pumpe} = 30 W

3.6 Üretim

3.6.1 Genel

Bu bölümde, hava ısıtma sistemleri ve konut havalandırma sistemlerindeki ısı üretimi için enerji harcamasını belirlemedeki hesaplama yöntemindeki gerekli olan parametreler açıklanmaktadır.
Havalandırma sistemi ile entegre edilen ısı üreteci için verilen enerji ($Q_{rv,f}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi aşağıda verilen maddeler dikkate alınarak belirlenir.

a) üreteç ısı çıktısı;
b) üreteç ısı kayıpları;
c) ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısıdan olan ısı girdisi

Konut havalandırma ünitesi üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,outg}$) belirlenirken sistem tasarımına bağlı olarak kullanım sıcak suyu üretimi ve/veya mahal ısıtma dikkate alınmıştır.
Sulu yeniden ısıtma serpantini olmayan hava ısıtma sistemleri olması durumunda, havalandırma sisteminin üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,outg}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi hesaplarda doğrudan kullanılır.
Üretim destek enerjisi ($Q_{rv,g,aux}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi verilen destek enerjisinde ($Q_{f,aux}$) dahildir.
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısı ($Q_{rv,reg}$) Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi verilen ısı (Q_f) hesaplandığında dikkate alınır.

3.6.2 Isı kayıpları ($Q_{rv,g}$) ve kontrolsüz ısı kazançları ($Q_{l,rv,g}$)

Üreteç ısı kayıpları ($Q_{rv,g}$) konut havalandırma sistemi veya hava ısıtma sisteminin her bir bileşeni için ayrı ayrı hesaplanır, Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de açıklandığı gibi verilen enerjinin belirlenmesi için kullanılır.
Eşitlik 3.6.1, ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompaları için aylık üretim ısı kayıplarını hesaplamakta kullanılır (bkz. ek A).

$$Q_{rv,g,WP,mth} = f_{ce,WP,mth} \cdot (Q_{rv,outg,w,WP,mth} + Q_{rv,outg,h,WP,mth}) \qquad 3.6.1$$

$Q_{rv,g,WP,mth}$: Isı pompasının üreteç ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$f_{ce,WP,mth}$: Isı pompasının ısı kayıp faktörü (ilgili aydaki) (Tablo 3.6.2),
$Q_{rv,outg,w,WP,mth}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,outg,h,WP,mth}$: Isıtma için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompaları için yıllık üretim ısı kayıpları tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 36).

$$Q_{rv,g,WP,a} = \sum Q_{rv,g,WP,mth} \quad 3.6.2$$

$Q_{rv,g,WP,a}$: Isı pompasının yıllık üretim ısı kayıpları, (kWh)
$Q_{rv,g,WP,mth}$: Isı pompasının üretim ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

Eşitlik 3.6.3 yeniden ısıtma serpantinlerinin aylık üretim ısı kayıpları hesaplarında kullanılır.

$$Q_{rv,g,NH,mth} = f_{ce,NH,mth} \cdot Q_{rv,outg,NH,mth} \quad 3.6.3$$

$Q_{rv,g,NH,mth}$: Isıtma serpantininin ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$f_{ce,NH,mth}$: Isıtma serpantininin ısı kayıp faktörü (ilgili aydaki), (Tablo 3.6.2)
$Q_{rv,outg,NH,mth}$: Isıtma serpantinin üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
Yeniden ısıtma serpantinleri için yıllık üretim ısı kayıpları tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.4).

$$Q_{rv,g,NH,a} = \sum Q_{rv,g,NH,mth} \quad 3.6.4$$

$Q_{rv,g,NH,a}$: Yeniden ısıtma serpantini yıllık üretim ısı kayıpları, (kWh)
$Q_{rv,g,NH,mth}$: Yeniden ısıtma serpantini üretim ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

Farklı tipteki havalandırma sistemleri için sınır koşulları Tablo 3.6.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.6.1 – Havalandırma sistemi tipinin bir fonksiyonu olarak aylık üretim ısı kayıplarının ($Q_{rv,g}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları

Havalandırma sistemi	Madde	Üretim ısı kayıpları, $Q_{rv,g,mth}$ kWh/mth
Egzoz havalandırma sistemleri		
Isı geri kazanımı olmayan	A.1.1	0
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan	A.1.2	bkz. eşitlik 3.6.1
Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri		
Isı geri kazanımı olmayan	A.2.1	0
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan	A.2.2	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan	A.2.3	bkz. eşitlik 3.6.1
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan	A.2.4	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan	A.2.5	
Hava ısıtma sistemleri		
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası ve yeniden ısıtma serpantini olan	A.3.1	bkz. eşitlik 3.6.1 ve 3.6.3
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olmayan fakat yeniden ısıtma serpantini olan	A.3.2	bkz. eşitlik 3.6.3

Isı geri kazanımı olmayan sistemlerde üretim ısı kayıpları yoktur (yani $Q_{rv,g} = 0$)
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri ısıtma için enerji ihtiyacı ($Q_{h,b}$) hesaplandığında dikkate alınır. Isı üreteci gibi işlev görmezler (yani $Q_{rv,g} = 0$)
Üreteçlerin ısı kayıpları ($Q_{rv,g,mth}$) üretecin (örn. ısı pompası, yeniden ısıtma serpantini) kurulumunun yapıldığı zona atanır. Üretimden dolayı kontrolsüz ısı kazançlarına ($Q_{l,rv,g,mth}$) karşılık gelir.

$$Q_{l,rv,g,mth} = Q_{rv,g,mth} \quad 3.6.5$$

$Q_{l,rv,g,mth}$: Üretim nedeniyle olan kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{rv,g,mth}$: Üretim ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler

Tablo 3.6.2 – Havalandırma sistemi bileşenleri ve kurulumunun yapıldığı yer ile ilişkili ısı kayıp faktörünün ($f_{ce,mth}$) belirlenmesi için varsayılan değerler

Havalandırma sistemi bileşenleri	Isı kayıp faktörü $f_{ce,mth}$
Kurulumu ısıtılmayan alana yapılmış	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası	0,02
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası	0,02
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası	0,02
Elektrikli yeniden ısıtma serpantini	0,00
Sulu yeniden ısıtma serpantini	0,01
Kurulumu ısıtılan alana yapılmış	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası	0,00
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası	
Elektrikli yeniden ısıtma serpantini	
Sulu yeniden ısıtma serpantini	

3.6.3 Destek Enerjisi

Konut havalandırma sistemleri ve hava ısıtma sistemlerinde ısı üretimi için gerekli destek enerjisi, fanlar ve kontrol elemanları için gerekli destek enerjisinin yanında, mevcut olduğu yerde kar çözme (defrost) modunda havanın ön ısıtması için ve besleme havasının tekrar ısıtılması için destek enerjisini de kapsar. Destek enerjisi ile ısı arasında net bir ayrım yapılmalıdır. Eşitlik 3.6.6, ısı üretimi için aylık destek enerjisi hesaplamasında kullanılır.

$$Q_{rv,g,aux,mth} = Q_{Vent,aux,mth} + Q_{Reg,aux,mth} + Q_{Vorw,aux,mth} + Q_{NH,aux,mth} \qquad 3.6.6$$

$Q_{rv,g,aux,mth}$: Üretim için gerekli destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{Vent,aux,mth}$: Fanlar için gerekli destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{Reg,aux,mth}$: Kontrol elemanları için gerekli destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{Vorw,aux,mth}$: Havanın ön ısıtması için (donmayı önleme işlemi) destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{NH,aux,mth}$: Yeniden ısıtma için gerekli destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

Fan ve kontrol elemanları için gerekli destek enerjisi

Eşitlik 3.6.7 fanların güç tüketimleri (ilgili hacimsel debinin fonksiyonu olarak), ortalama hava değişim sayısı, fanların çalışma süreleri ve toprak/besleme havası ısı değiştiricilerini varlığı ve yokluğu dikkate alınarak fanların destek enerjisinin ($Q_{Vent,aux,mth}$) hesaplanmasında kullanılır. Hava ısıtma sistemlerinin olması durumunda tekrar dolaşım için hiçbir destek enerjisi dikkate alınmaz.

$$Q_{Vent,aux,mth} = (1 + f_{EWÜT}) \cdot p_{el,Vent} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \cdot f_z \qquad 3.6.7$$

$Q_{Vent,aux,mth}$: Fanlar için gerekli destek enerjisi, (kWh)
$f_{EWÜT}$: Toprak/besleme havası ısı değiştiricileri için tolerans,
Toprak-besleme havası ısı değiştiricisi yoksa $f_{EWÜT} = 0$
Toprak-besleme havası ısı değiştiricisi varsa $f_{EWÜT} = 0{,}2$
$p_{el,Vent}$: Fanın hacimsel debiye bağlı güç tüketimi (üretici teknik verilerinden veya Tablo 3.6.5'den), (W/(m^3 / h)
$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin toplam günlük çalışma süresi, (h)
f_z : Aralıklı donma önleme işlemi için düzeltme faktörü (üretici teknik verilerinden veya $f_z = 1$)

Fanların hacimsel debiye bağlı güç tüketimleri, $p_{el,Vent}$ için havalandırma sistemindeki basınç düşümleri dikkate alınarak ürün verileri kullanılabilir. Alternatif olarak, Tablo 16'da verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

Egzoz sistemleri

Egzoz sistemlerinin ortalama aylık hava değişim sayısı ortamdan çekilen hava değişim sayısı ($n_{mech,ABL,mth}$) baz alınarak hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.8).

$$n_{mech,ABL,mth} = \frac{\sum_i (n_{mech,ABL,i} \cdot t_{rv,mech,mth,i} \cdot t_{rv,mech,day,i})}{t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day}} \qquad 3.6.8$$

$n_{mech,ABL,mth}$: Havalandırma sistemi ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
$n_{mech,ABL,i}$: Fan kademesi i'deki ortamdan çekilen hava değişim sayısı, (h^{-1})
$t_{rv,mech,mth,i}$: Fanın i kademesindeki çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)
$t_{rv,mech,day,i}$: Fanın i kademesindeki günlük çalışma süresi, (h)
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin toplam günlük çalışma süresi, (h)

Eşitlik 3.6.8 dikkate alınması gereken ek etkilere de olanak tanır, bunlar;
a) sezona bağlı kapatma,
b) aralıklı çalışma (özel gece ve hafta sonu çalışması),
c) gerektiğinde seçilebilen birçok farklı sistem hacimsel debi kademeleri (örn. minimum, temel ve talebe bağlı havalandırma)
d) teknolojinin bilinen kurallarına uygun yapı fiziği ve hijyen bakımından kabul edilebilir hava kalitesi koşullarının ispatına bağlı olarak kullanıcıdan bağımsız, uygun bir referans değişkeni baz alan hacimsel debinin talebe bağlı kontrolü

Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri/hava ısıtma sistemleri

Besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinin ortalama aylık hava değişim sayısı ($n_{mech,mth}$) besleme havası değişim sayısı baz alınarak hesaplanır.
Kontrol cihazlarının destek enerjisi ($Q_{Reg,aux,mth}$) eşitlik 3.6.9 kullanılarak hesaplanır.
Kullanılan test yöntemine bağlı olarak, kontrol cihazlarının güç tüketimleri fanların hacimsel debiye bağlı güç tüketimlerinde zaten alınmıştı. Bu durumda, kontrol cihazlarının destek enerjisi 0(sıfır) alınabilir (yani $Q_{Reg,aux,mth}$ = 0).

$$Q_{Reg,aux,mth} = P_{el,Reg} \cdot t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \qquad 3.6.9$$

$Q_{Reg,aux,mth}$: Kontrol cihazlarının destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$P_{el,Reg}$: Fanlar kapalıyken kontrol cihazlarının güç tüketimi, (W)
$t_{rv,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi, (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin toplam günlük çalışma süresi, (h)

Havanın ön ısıtılması ve tekrar ısıtılması için destek enerjisi

Konut havalandırma sistemleri, alınan dış havanın elektrikli ısıtma serpantinleri yardımıyla ön ısıtması yapılarak donmaya karşı korunabilir. Donmaya karşı önlem alınmış böyle bir sistem düzenlenmesinde havanın ön ısıtılması için destek enerjisi ($Q_{Vorw,aux,mth}$) eşitlik 3.6.10 kullanılarak hesaplanabilir. Sulu ısıtma serpantinleri olması durumunda, havanın ön ısıtılması için enerji Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de dikkate alınmıştır.

$$Q_{Vorw,aux,mth} = n_{mech,mth} \cdot V \cdot F_{Gt,Vorw} \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \qquad 3.6.10$$

$Q_{Vorw,aux,mth}$: Havanın ön ısıtılması için destek enerjisi (donma önlemi alınmış çalışma modu) (ilgili aydaki), (kWh)
$n_{mech,mth}$: Havalandırma sistemi ortalama hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$F_{Gt,Vorw}$: Havanın ön ısıtılması için derece-ün değerleri (ilgili aydaki) (Tablo 3.6.3), (Kh)
$c_{p,a}$: Havanın özgül ısı kapasitesi, (kJ/(kg · K))
ρ_a : Havanın yoğunluğu, (kg/m^3)

Burada, $c_{p,a} \cdot \rho_a$ = 1,22 kJ/(m^3 · K) = 0,34 Wh/(m^3 · K) değerleri kullanılabilir.
Havalandırma sistemi donmaya karşı korunmuyorsa (havanın ön ısıtılmasında eletrikli ısıtma serpantini kullanılarak, yerine toprak/besleme havası ısı değiştiricisi kullanılarak veya besleme havası fanı kapatılarak) hesaplarda 3.2.1.2'de açıklanan yöntem kullanılır.
Hava ısıtma sistemlerinde, besleme havası toplam enerji ihtiyacını ($Q_{h,b}$) karşılamak için tekrar ısıtılır. Elektrikli yeniden ısıtma serpantinleri kullanıldığında, yeniden ısıtma için destek enerjisine ($Q_{NH,aux,mth}$) gerek yoktur. Sulu yeniden ısıtma serpantinleri olması durumunda, kurulumu yapılan yeniden ısıtma serpantinleri için gerekli dolaşım pompaları ayrı ayrı Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de dikkate alınmıştır.

Elektrikli yeniden ısıtma serpantini : $Q_{NH,aux,mth}$ = 0

Sulu yeniden ısıtma serpantini : $Q_{NH,aux,mth}$ = f (pompa) (Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de hesaplanan)

Tablo 3.6.3 - Donmaya karşı koruma çalışmasında aktivasyon sıcaklığının bir fonksiyonu olarak havanın ön ısıtılması için derece-gün değerleri ($F_{Gt,Vorw}$) (ilgili aydaki), (Kh)

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
θ_e<-12°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
θ_e<-9°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
θ_e<-6°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
θ_e≥-6°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

Isı üretimi için yıllık destek enerjisi tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.11)

$$Q_{rv,g,aux,a} = \sum Q_{rv,g,aux,mth} \qquad 3.6.11$$

$Q_{rv,g,aux,a}$: Isı üretimi için yıllık destek enerjisi, (kWh)
$Q_{rv,g,aux,mth}$: Isı üretimi için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

Farklı tipteki havalandırma sistemleri için sınır koşulları Tablo 3.6.4'de gösterilmektedir.

Tablo 3.6.4 – Havalandırma sistemi tipiyle ilişkili ısı üretimi için destek enerjisinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları

Havalandırma sistemi	Madde	Üretim için destek enerji kWh/mth			
		$Q_{Vent,mth}$	$Q_{Reg,mth}$	$Q_{Vorw,mth}$	$Q_{NH,mth}$
Egzoz havalandırma sistemleri					
Isı geri kazanımı olmayan	A.1.1	bkz. eşitlik 3.6.7	bkz. eşitlik 3.6.9	0	0
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan	A.1.2				
Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri					
Isı geri kazanımı olmayan	A.2.1	bkz. eşitlik 3.6.7	bkz. eşitlik 3.6.9	0	0
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan	A.2.2			bkz. eşitlik 3.6.10	0
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan	A.2.3				
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan	A.2.4				
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan	A.2.5				
Hava ısıtma sistemleri					
Elektrikli yeniden ısıtma serpantinli	A.3.1	bkz. eşitlik 3.6.7	bkz. eşitlik 3.6.9	bkz. eşitlik 3.6.10	0
Sulu yeniden ısıtma serpantinli	A.3.2				Metodoloji Kısım III Bölüm 1

Varsayılan değerler

$n_{mech,mth}$ = 0,4 h^{-1} (ortalama hava değişim sayısı)
$t_{rv,mech,mth}$ = ısıtma sezonu;
$t_{rv,mech,day}$ = 24 h/d;
$F_{Gt,Vorw}$ = f (θ_e ≥ −6 °C) (Tablo 3.6.3'den alınacak, son satır)

Tablo 3.6.5 - Fanın hacimsel debiye bağlı güç tüketimi ($P_{el,Vent}$) için varsayılan değerler

Havalandırma sistemi	Sembol	Birim	Fan tipi

			AC	DC
Egzoz havalandırma sistemi				
Merkezi : Isı pompası yok	$P_{el,Vent}$	W / (m^3 / h)	0,20	0,10
Merkezi : Ortamdan çekilen hava ısı pompası var			0,35	0,25
Tek oda fanı : Isı pompası yok			0,35	0,25
Besleme ve egzoz havalandırma sistemi				
Merkezi : Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi var	$P_{el,Vent}$	W / (m^3 / h)	0,55	0,40
Merkezi : Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası var (ısı değiştiricili veya değiştiricisiz)			0,65	0,50
Tek oda sistemi : Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi var			0,70	0,55
Hava ısıtma sistemi				
Merkezi : Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi var	$P_{el,Vent}$	W / (m^3 / h)	0,70	0,55
Merkezi : Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası var (ısı değiştiricili veya değiştiricisiz)			0,80	0,65
NOT: Burada verilen varsayılan değerler fanların hacimsel debiye bağlı güç tüketimleri ($P_{el,Vent}$) (kontrol cihazlarını, fana bağlı kanaldaki basınç düşümünü $\Delta p_{Netz} \leq 100$ Pa, teknolojinin kabul görmüş kurallarına göre sistem tasarımını, sistemin kurulumunun 1999'dan sonra yapıldığını ve AC veya DC motorları içermektedir) içindir.				

1999 yılından önce yapılmış konut havalandırma sistemleri için, Tablo 3.6.5'de belirtilen fanların hacimsel debiye bağlı güç tüketimleri ($P_{el,Vent}$) 0,1 W/(m^3/h) artırılır.

3.6.4 Üreteç ısı çıktısı $Q_{rv,outg}$

Konut havalandırma sisteminin üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,outg}$) ilgili havalandırma sisteminin tipine göre belirlenir ve daha sonra sistem düzenlemesine bağlı olarak ya kullanım sıcak suyu üretimi ya da mahal ısıtma da dikkate alınır.
Sulu yeniden ısıtma serpantinsiz hava ısıtma sistemi olması durumunda, havalandırma sistemi üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,outg}$) net enerji de doğrudan kullanılır.

3.6.4.1 Egzoz havalandırma sistemleri

3.6.4.1.1 Isı geri kazanımı olmayan sistem

Isı geri kazanımı olmayan havalandırma sistemlerinde üreteç ısı çıktısı $Q_{rv,outg}$ = 0'dır.

3.6.4.1.2 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompaları (kaynak: ortamdan çekilen hava, kuyu: su), ürettikleri ısıyı ısı taşıyıcı akışkana iletirler. Üretilen ısı kullanım sıcak suyu ve/veya mahal ısıtması için kullanılabilir.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyu için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{w,outg}$) kullanım sıcak suyu sistemleri kısmında (Metodoloji Kısım III Bölüm 4) anlatıldığı gibi hesaplanır.
Kullanım sıcak suyu ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum aylık üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,w,outg,max,mth}$) aşağıdaki eşitlik (eşitlik 3.6.12) kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,w,outg,max,mth} = p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot COP_t \cdot t_{on,w,max,mth} \qquad 3.6.12$$

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi için ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasının debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h)
$n_{mech,ABL,mth}$: Havalandırma sistemi ortalama aylık ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
f_T : Ortamdan çekilen hava sıcaklığı sapmaları için düzeltme faktörü,
COP_t : Kullanım sıcak suyu ısı pompasının performans katsayısı
$t_{on,w,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu için kullanılan ısı pompasının maksimum çalışma süresi, h

Kullanım sıcak suyu ısı pompasının performans katsayısı (COP_t) TS EN 255-3'e göre test edilir. (Ulusal uygunluğun kanıtı için sapma test koşulları: ortamdan çekilen hava sıcaklığı 21 °C, ortamdan çekilen havanın bağıl nemi %56, ısı pompası besleme sıcaklığı 40°C). Ortamdan çekilen hava sıcaklığı yukarıdakinden farklı ise performans katsayısı f_T faktörü uygulanarak düzeltilir. Havalandırma sistemlerinin entegre bir ünite oluşturduğu yerde, COP_t destek sistemlerinin (örn. fanlar ve kontrol cihazları) geri kazanılmış ısıl enerjisini de dikkate alır. Bunlar ayrı ayrı hesaplanmamalıdır.
Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasını değerlendirmek için performans katsayısı (COP_t) dışında parametreler kullanılırsa, o zaman bunlar daha sonra sapma test koşulları dikkate alınarak dönüştürülür.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum aylık çalışma süresi ($t_{on,w,max,mth}$) havalandırma sisteminin toplam aylık çalışma süresine ($t_{rv,mth,mech} \cdot t_{rv,day,mech}$) karşılık gelir.
Kullanım sıcak suyu için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{w,outg,mth}$) ve sıcak sulu ısıtma için ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısını ($Q_{rv,w,outg,max,mth}$) karşılaştırırken iki farklı durum (a ve b) arasında bir kıyaslama yapılacaktır.

a) $Q_{w,outg,mth} > Q_{rv,w,outg,max,mth}$ (ısı pompası kullanım sıcak suyu ısı ihtiyacının sadece bir kısmını karşılıyor).

Bu durumda;

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{rv,w,outg,max,mth} \qquad 3.6.13$$

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyuna olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$$Q^*_{w,outg,mth} = Q_{w,outg,mth} - Q_{rv,w,outg,mth} \qquad 3.6.14$$

$Q^*_{w,outg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için gerekli arta kalan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh), (kullanım sıcak suyu sistemleri kısmından elde edilecek olan değer)

$$t_{on,w,mth} = t_{on,w,max,mth} \qquad 3.6.15$$

$t_{on,w,mth}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$t_{on,w,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için ısı pompasının maksimum çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

b) $Q_{w,outg,mth} \leq Q_{rv,w,outg,max,mth}$ (ısı pompası kullanım sıcak suyu ısı ihtiyacının tamamını karşılayabilir)

$$Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{w,outg,mth} \quad \text{(ilgili aydaki), (kWh)} \qquad 3.6.16$$

$$Q^*_{w,outg,mth} = 0 \quad \text{(ilgili aydaki), (kWh)} \qquad 3.6.17$$

$$t_{on,w,mth} = \frac{Q_{rv,w,outg,mth}}{Q_{rv,w,outg,max,mth}} \cdot t_{on,w,max,mth} \cdot t \quad \text{(ilgili aydaki), (h)} \qquad 3.6.18$$

Kullanım sıcak suyu için ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının yıllık üreteç ısı çıktısı tüm yıl için aylık değerlerin toplanması ile hesaplanır.

$$Q_{rv,w,outg,a} = \sum Q_{rv,w,outg,mth} \qquad 3.6.19$$

$Q_{rv,w,outg,a}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasına ısı pompasının yıllık üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{rv,w,outg,mth}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasına ısı pompasının aylık üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Mahal ısıtması

Mahal ısıtma amaçlı üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg}$) ısıtma sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanır. Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının ısıtma sistemine olan maksimum aylık üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,max,mth}$) aşağıdaki eşitlik (eşitlik 3.6.20) kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = \left(p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_\theta \cdot \varepsilon_{el,h,WP} \cdot t_{on,h,max,mth}\right) - Q_{rv,w,outg,mth} \qquad 3.6.20$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,w,WP}$: Isıtma için ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,ABL,mth}$: Havalandırma sistemi ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
f_T : Ortamdan çekilen hava sıcaklığı sapmaları için düzeltme faktörü (Tablo 3.6.6'dan)
f_θ : Isıtma devresindeki sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü (Tablo 3.6.6'dan)
$\varepsilon_{el,h,WP}$: Isıtma için ısı pompasının performans katsayısı
$t_{on,h,max,mth}$: Isıtma için ısı pompasının maksimum çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Tablo 3.6.6 - Sıcaklık sapmaları için f_T ve f_θ düzeltme faktörleri

Isıtma devresi tasarım sıcaklıkları		Sembol	Birim	Değer
Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları				
Ortamdan çekilen hava sıcaklığı	20°C	f_T	—	0,98
	21°C			1,00
	22°C			1,02
Isıtma devresi sıcaklık sapmaları				
Isıtma devresi tasarım sıcaklıkları	35°C/28°C	f_θ	—	1,068
	40°C/32°C			1,000
	55°C/45°C			0,853

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının ısıtma performans katsayısı ($\varepsilon_{el,h,WP}$) TS EN 14511-2 veya TS EN 14511-3'e (ulusal uygunluğun kanıtlanması için sapma test koşulları: ortamdan çekilen hava sıcaklığı 21°C, ortamdan çekilen havanın bağıl nemi %46, ısı pompasının besleme sıcaklığı 40°C) göre test edilir. Ortamdan çekilen hava sıcaklıkları yukarıdakilerden farklı ise, performans katsayısı f_T faktörü ile düzeltilir.
Performans katsayısının ($\varepsilon_{el,h,WP}$) dışındaki parametreler ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasını değerlendirmek için kullanılırsa, o zaman bu parametreler sapma test koşulları dikkate alınarak uygun bir şekilde düzeltilir.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum aylık çalışma süresi ($t_{on,h,max,mth}$), havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi ile ısı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtması için tablo 3.2.3'den veya eşitlik 3.6.15 veya 3.6.18'den alınan çalışma süresinin farkına eşittir ($t_{rv,mth,mech} \cdot t_{rv,day,mech} - t_{on,w,mth}$).
Üretilen ısı hem kullanım sıcak suyu hem de mahal ısıtması için kullanılır ise, o zaman sıcak su ısıtmasına öncelik verilir. Tüm üretilen ısı sadece mahal ısıtması için kullanılır ise, o zaman $Q_{rv,w,outg,mth}$ = 0'dır.
Metodoloji Kısım III Bölüm 1'e göre belirlenmiş ısıtma için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg,mth}$) ve eşilik 3.6.39 ile hesaplanan ısıtma için ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,max,mth}$) mukayese edilirken, iki farklı durum (c ve d) arasında bir kıyaslama yapılmalıdır.

c) $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ (ısı pompası ısıtma için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşılıyor)

Bu durumda;

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,max,mth} \quad 3.6.21$$

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isıtma sistemine ısı pompasının üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isıtma sistemine ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$$Q^{*}_{h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} - Q_{rv,h,outg,mth} \quad 3.6.22$$

$Q^{*}_{h,outg,mth}$: Isıtma için gerekli olan arta kalan ısı pompası üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg,mth}$: Isıtma sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$$t_{on,h,mth} = t_{on,h,max,mth} \quad 3.6.23$$

$t_{on,h,mth}$: Isıtma için ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$t_{on,h,max,mth}$: Isıtma için ısı pompasının maksimum çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

d) $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ (ısı pompası ısıtma için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşılayabilir)

Bu durumda;

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} \quad \text{(ilgili aydaki), (kWh)} \quad 3.6.24$$

$$Q^{*}_{h,outg,mth} = 0 \quad \text{(ilgili aydaki), (kWh)} \quad 3.6.25$$

$$t_{on,h,mth} = \frac{Q_{rv,h,outg,mth}}{Q_{rv,h,outg,max,mth}} \cdot t_{on,h,max,mth} \quad \text{(ilgili aydaki), (h)} \quad 3.6.26$$

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının ısıtma için yıllık üreteç ısı çıktısı, tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.27).

$$Q_{rv,h,outg,a} = \sum Q_{rv,h,outg,mth} \quad 3.6.27$$

$Q_{rv,h,outg,a}$: Isı pompasının ısıtma sistemine yıllık üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü : $f_T = 1{,}0$
Isıtma devresi sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü : $f_\theta = 1{,}068$
Aylık ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı : $n_{mech,ABL,mth} = 0{,}4\ h^{-1}$

Kullanım sıcak suyu ısıtması

Isı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi : $p_{el,w,WP} = 2{,}5\ W/(m^3/h)$
Isı pompasının performans katsayısı : $COP_t = 3{,}4$

Mahal ısıtması

Isı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi : $p_{el,h,WP} = 2{,}7\ W/(m^3/h)$
Isı pompasının performans katsayısı : $\varepsilon_{el,h,WP} = 3{,}9$

3.6.4.2 Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

3.6.4.2.1 Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

Isı geri kazanımı olmayan konut havalandırma sistemlerinin üreteç ısı çıktısı yoktur (yani $Q_{rv,outg} = 0$)

3.6.4.2.2 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri ısıtma için net enerji ($Q_{h,b}$) hesaplarında dikkate alınmıştır. Isı üreteci gibi işlev görmezler (yani $Q_{rv,outg} = 0$).

3.6.4.2.3 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompaları

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompaları (kaynak: ortamdan çekilen hava, kuyu: besleme havası) üretilen ısıyı yalnızca konut havalandırma sisteminin besleme havasına aktarırlar. Isı pompası çıkışına yerleştirilen ısı değiştiricileri ile birlikte çalıştırılabilirler.

Kullanım sıcak suyu ısıtması

Kullanım sıcak suyu ısıtması Metodoloji Kısım III Bölüm 4 de (ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası olmayan sistemlerde olduğu gibi) ele alınmıştır.

Mahal ısıtması

Gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg}$) ilk önce aşağıdaki eşitlikle hesaplanmalıdır (bkz. eşitlik 3.6.28).

$$Q_{h,outg,mth} = Q_{h,b,mth} + Q_{rv,ce,mth} + Q_{rv,d,mth} + Q_{rv,s,mth} \qquad 3.6.28$$

$Q_{h,outg,mth}$: Havalandırma sisteminin ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,b,mth}$: Isıtma net enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh) (Net enerji kısmından)
$Q_{rv,ce,mth}$: Havalandırma sisteminin kontrol ve yayılım ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,d,mth}$: Havalandırma sisteminin dağıtım ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,s,mth}$: Havalandırma sisteminin depolama ısı kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasının ısıtma sistemine maksimum üreteç ısı çıktısı eşitlik 3.6.29 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = \sum_i \left(p_{el,h,WP,i} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_V \cdot \varepsilon_{el,h,WP,i} \cdot t_{on,h,i,max,mth}\right) - Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} \qquad 3.6.29$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,h,WP,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının ısıtma sistemine olan hacimsel debiye bağlı güç tüketimi (ısı değiştiricisi de varsa ısı değiştiricisiyle birlikte hesaplanır), (W / (m^3 / h))
$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
f_T : Ortamdan çekilen hava sıcaklığındaki sapmalar için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.6)
f_V : Havanın hacimsel debisindeki sapmalar için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.7)
$\varepsilon_{el,h,WP,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının ısıtmadaki performans katsayısı (ısı değiştiricisi de varsa ısı değiştiricisiyle birlikte)
$t_{on,h,i,max,mth}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının ısıtmadaki maksimum çalışma süresi (bkz. Tablo 3.6.8) (ilgili aydaki), (h/mth)
$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth}$: Isı pompasının çıkışına yerleştirilen herhangi bir ısı değiştiricisinin eşitlik 3.6.30'dan elde edilen üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Havanın hacimsel debisindeki sapmalar için düzeltme faktörü (f_V), gerçek hacimsel debideki ayarlamaları da dikkate alır ve Tablo 3.6.7'den alınabilir.

Tablo 3.6.7 - Havanın hacimsel debisindeki sapmalar için düzeltme faktörü (f_V)

Ortalama hacimsel hava debisi/maksimum hacimsel hava debisi	Sembol	Birim	Değer
30%	f_V	—	0,71
40%			0,79
50%			0,86
60%			0,93
70%			1,00
80%			1,09
90%			1,18

Isıtma için kullanılan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasının performans katsayısı ($\varepsilon_{el,h,WP}$) TS EN 14511-2 ve TS EN 14511-3'e göre ve uygulanabildiği yerlerde ısı pompasının çıkışına yerleştirilen ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi (ulusal uygunluğun kanıtlanması

için sapma test koşulları: ortamdan çekilen hava sıcaklığı 21°C, ortamdan çekilen havanın bağıl nemi %36, %46, %56 / dış hava sıcaklıkları –3°C, 4°C, 10°C, dış havanın bağıl nemi %80) ile birlikte test edilir. Ortamdan çekilen hava sıcaklığı yukarıda verilenlerden farklıysa, performans katsayısı f_T faktörü ile düzeltilir.
Performans katsayısının ($\varepsilon_{el,h,WP}$) dışındaki parametreler ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasını değerlendirmek için kullanılırsa, o zaman bu parametreler sapma test koşulları dikkate alınarak uygun bir şekilde düzeltilir.
Sıcaklık sınıfları (bins) i'ler ısı pompası test koşullarının (dış hava sıcaklıklarının) bir fonksiyonu olarak belirlenir. Ortalama iklim koşulları ile θ_e = –3°C/+4°C/+10°C sıcaklıklarında yapılan ölçümlerde sıcaklık sınıfı (bin) i'de ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasının maksimum aylık çalışma süresi Tablo 3.6.8'de verilmektedir. Isı pompası farklı sıcaklıklarda ve farklı parametrelerle test edilir ise, aylık çalışma süreleri buna göre ayarlanmalıdır.

Tablo 3.6.8 - Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompalarının maksimum aylık çalışma süreleri ($t_{on,h,i,max,mth}$) (ilgili aydaki), (h)

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Bin 1 Ölçme sıcaklığı: θ_e= -3°C Sıcaklık aralığı:$\theta_e \leq$ 0°C	145	91	0	0	0	0	0	0	0	0	2	62
Bin 2 Ölçme sıcaklığı: θ_e= +4°C Sıcaklık aralığı:0°C $\leq \theta_e \leq$7°C	302	300	517	229	0	0	0	0	0	12	311	407
Bin 3 Ölçme sıcaklığı: θ_e= +10°C Sıcaklık aralığı:7°C $\leq \theta_e \leq$15°C	309	295	229	442	336	43	0	2	152	460	330	288

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri ve toprak / besleme havası ısı değiştiricileri genelde ısıtma için net enerji hesabında dikkate alınırlar ve üreteç olarak işlev görmezler. Ancak ısı değiştiricileri, ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompalarıyla birleştirilirse, o zaman ısı değiştiricilerinin havalandırma sistemi üreteç ısı çıktısına olan katkısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu, eşitlik 3.6.'ten elde edilen ısı değiştiricisi aylık üreteç ısı çıktısı kullanılarak yapılır.

$$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} = n_{mech,mth} \cdot V \cdot \eta_{WÜT,mth} \cdot (\theta_{ex} - \theta_{e,mth}) \cdot t_{tr,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day} \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a \qquad 3.6.30$$

$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$\eta_{WÜT,mth}$: Isı değiştiricili ısı geri kazanım sisteminin toplam verimi (ilgili aydaki)
θ_{ex} : Ortalama ortamdan çekilen hava sıcaklığı, (°C)
$\theta_{e,mth}$: Ortalama dış hava sıcaklığı(ilgili aydaki), (°C)
$t_{tr,mech,mth}$: Havalandırma sisteminin aylık toplam çalışma süresi (bkz. Tablo 3.2.3), (d)
$t_{rv,mech,day}$: Havalandırma sisteminin toplam günlük çalışma süresi (bkz. Tablo 3.2.3), (h)
$c_{p,a}$: Havanın özgül ısı kapasitesi, (kJ / (kg · K))
ρ_a : Havanın yoğunluğu (kg / m^3)

Burada, $c_{p,a} \cdot \rho_a$=1,22 kJ/(m^3·K) = 0,34 Wh/(m^3·K) kullanılabilir.

Eğer ısı değiştiricisi yoksa $Q_{rv,h,outg,WÜT} = 0$'dır.

Aşağıda ısı pompasının ısıtma için gereken ısı ihtiyacının bir kısmını veya tamamını karşılaması durumunda uygulanacak hesap yöntemleri gösterilmektedir.
Eşitlik 3.6.28'den belirlenen mahal ısıtması için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg,mth}$) ve eşitlik 3.6.29'dan elde edilen mahal ısıtması için ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,max,mth}$) mukayese edilirken, iki farklı durum (a ve b) arasında bir ayırım yapılacaktır.

a) $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ (ısı pompası ısıtma için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşılıyor.

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,max,mth} \qquad 3.6.31$$

$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı(ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$$Q^{*}_{h,h,mth} = Q_{h,outg,mth} - Q_{rv,h,outg,mth} \qquad 3.6.32$$

$Q^{*}_{h,b,mth}$: Isıtma için arta kalan enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh), (ısıtma sistemleri hesaplarında kullanılacak veya elektrikli ısıtıcı kullanılır ise net enerji hesaplarında doğrudan kullanılacak)
$Q_{h,outg,mth}$: Üretecin ısıtma sistemine olan ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh), (eşitlik 3.6.28'den alınacak)

$$\sum_i t_{on,h,i,mth} = \sum_i t_{on,h,i,max,mth} \qquad 3.6.33$$

$\sum_i t_{on,h,i,mth}$: Isı pompasının ısıtmadaki toplam çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$\sum_i t_{on,h,i,max,mth}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının ısıtmadaki maksimum çalışma süresi (bkz. Tablo 3.6.8) (ilgili aydaki), (h)

b) $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ (ısı pompası ısıtma için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşılayabilir)

$$Q_{rv,h,outg,mth} = Q_{h,outg,mth} \quad \text{(ilgili aydaki), (kWh)} \qquad 3.6.34$$

$$Q^{*}_{h,outg,mth} = 0 \quad \text{(ilgili aydaki), (kWh)} \qquad 3.6.35$$

$$\sum_i t_{on,h,i,mth} = \frac{Q_{rv,h,outg,mth}}{Q_{rv,h,outg,max,mth}} \cdot \sum_i t_{on,h,i,max,mth} \quad \text{(ilgili aydaki), (h)} \qquad 3.6.36$$

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompasının ısıtma sistemine olan yıllık üreteç ısı çıktısı tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.37).

$$Q_{rv,h,outg,a} = \sum Q_{rv,h,outg,mth} \qquad 3.6.37$$

$Q_{rv,h,outg,a}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan yıllık üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü : $f_T = 1,0$
Hacimsel hava debisi sapmaları için düzeltme faktörü : $f_V = 1,0$
Aylık ortalama hava değişim sayısı : $n_{mech,mth} = 0,4\ h^{-1}$

Tablo 3.6.9 - Isı pompasının performans katsayısı ve hacimsel debiye bağlı güç tüketimi için varsayılan değerler

Havalandırma sistemi	Sıcaklık sınıfı (bin)		
	1	2	3

	$\theta_e \leq 0°C$	$0°C \leq \theta_e \leq 7°C$	$7°C \leq \theta_e \leq 15°C$
Isı değiştiricisi olmayan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası			
Hacimsel debiye bağlı güç tüketimi (W / (m^3 / h))	1,6	1,7	1,8
Performans katsayısı	3,5	3,3	3,0
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası			
Hacimsel debiye bağlı güç tüketimi (W / (m^3 / h))	1,6	1,7	1,8
Performans katsayısı	5,2	5,0	4,7

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi ve ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası kombinasyonu

Toplam verim : $\eta_{WÜT,mth} = 0,60$

Havalandırma sisteminin aylık çalışma süresi : $t_{tr,mech,mth}$ = ısıtma sezonu (ısıtma aylarını baz alan)

Havalandırma sisteminin günlük çalışma süresi : $t_{rv,mech,day} = 24$ h

Tablo 3.6.10 – Ortamdan çekilen hava ısı pompası ile birleştirilen ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı değiştiricilerinin aylık üreteç ısı çıktısının belirlenmesi için varsayılan değerler

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
$\eta_{WÜT}$ (θ_{ex}-$\theta_{e,mth}$) (K) ($\eta_{WÜT}$=0,6)	9,5	9,0	8,9	7,0	2,8	0,0	-1,9	-0,2	1,3	4,1	7,3	8,9

3.6.4.2.4 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası

Besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinde, ortamdan çekilen hava / su ısı pompası (kaynak: ortamdan çekilen hava; kuyu: su) tarafından üretilen ısıyı ısı taşıyıcı akışkana aktarmak da mümkündür. Bu şekilde üretilen ısı kullanım sıcak suyu üretimi ve/veya mahal ısıtması için kullanılabilir.

Besleme ve egzoz havalandırma sistemlerinde, ortamdan çekilen hava / su ısı pompaları normalde ısı değiştiricileri ile birlikte kullanılır. Isı değiştiricisi ile geri kazanılan enerji daha sonra besleme havasına aktarılır.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyu için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{w,outg}$) kullanım sıcak suyu sistemleri kısmında anlatıldığı gibi hesaplanmaktadır.

Kullanım sıcak suyu için kullanılan ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum aylık üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,w,outg,max,mth}$) eşitlik 3.6.38 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,w,outg,max,mth} = p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot COP_t \cdot t_{on,w,max,mth} - Q_{rv,h,outg,WÜT,mth} \qquad 3.6.38$$

$Q_{rv,w,outg,max,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))

$n_{mech,ABL,mth}$: Ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})

V : Net hacim, (m^3)

f_T : Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.6)

COP_t : Kullanım sıcak suyu ısıtmasında ısı pompasının performans katsayısı

$t_{on,w,max,mth}$: Kullanım sıcak suyu ısıtmasında ısı pompasının maksimum çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

$Q_{rv,h,outg,WÜT,mth}$: Isı değiştiricilerinin üreteç ısı çıktıları (ilgili aydaki), (kWh)

Kullanım sıcak suyu için kullanılan ısı pompasının performans katsayısı (COP_t) TS EN 255-3'e göre test edilir. (ulusal uygunluğun kanıtlanması için sapma test koşulları: ortamdan çekilen hava sıcaklığı 21°C, ortamdan çekilen havanın bağıl nemi %56, ısı pompası besleme sıcaklığı 40°C). Ortamdan çekilen hava sıcaklıkları yukarıda verilenlerden farklıysa, performans katsayısı f_T düzeltme faktörü ile düzeltilir. Havalandırma sistemlerinin birleşik bir ünite oluşturduğu yerlerde, destek sistemlerinin (örn. fanlar ve kontroller) geri kazanılmış ısıl enerjisi de dikkate alınır. Bunları ayrı ayrı hesaplamak gerekmez.
Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompasının değerlendirilmesinde performans katsayısının (COP_t) dışında parametreler kullanılırsa, o zaman bu parametreler sapma test koşulları dikkate alınarak düzeltilir.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum aylık çalışma süresi ($t_{on,w,max,mth}$), Tablo 3.2.3'de verilen havalandırma sisteminin toplam çalışma süresine ($t_{rv,mth,mech} \cdot t_{rv,day,mech}$) karşılık gelir.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri ve toprak / besleme havası ısı değiştiricileri normalde ısıtma net enerji hesaplarında dikkate alınır ve ısı üreteci işlevi görmezler. Ancak ısı değiştiricileri ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompaları ile birleştirilirse, o zaman ısı değiştiricilerinin havalandırma sistemi üreteç ısı çıktısına olan katkısı belirlenecektir. Bu, eşitlik 3.6.30'dan elde edilen ısı değiştiricisinin aylık üreteç ısı çıktısı kullanılarak yapılır.
Metodolji Kısım III Bölüm 4'e göre belirlenen kullanım sıcak suyu ısıtması için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{w,outg,mth}$) ve eşilik 3.6.38'den elde edilen kullanım sıcak suyu ısıtması için ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,w,outg,max,mth}$) mukayese edilirken, iki farklı durum (a ve b) arasında bir ayırım yapılacaktır.

a) $Q_{w,outg,mth} > Q_{rv,w,outg,max,mth}$ (ısı pompası kullanım sıcak suyu ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşılıyor)

Bu, 3.6.13'ten – 3.6.15'e kadar olan eşitlikler kullanılarak hesaplanır.
b) $Q_{w,outg,mth} \leq Q_{rv,w,outg,max,mth}$ (ısı pompası kullanım sıcak suyu ısı ihtiyacının tamamını karşılayabilir)

Bu, 3.6.16'ten – 3.6.18'e kadar olan eşitlikler kullanılarak hesaplanır.

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtmasındaki yıllık üreteç ısı çıktısı tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.39).

$$Q_{rv,w,outg,a} = \sum Q_{rv,w,outg,mth} \qquad 3.6.39$$

$Q_{rv,w,outg,a}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan yıllık üreteç ısı çıktısı, (kWh)

$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Mahal ısıtması

Mahal ısıtması için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg}$) Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklandığı gibi hesaplanır.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının mahal ısıtma sistemine olan maksimum aylık üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,max,mth}$) eşitlik 3.6.40 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_\theta \cdot \varepsilon_{el,h,WP} \cdot t_{on,h,mth}) - Q_{rv,w,outg,mth} \qquad 3.6.40$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isı pompasının mahal ısıtma sistemine olan maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,w,WP}$: Mahal ısıtmasında ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,ABL,mth}$: Ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
f_T : Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.6)
f_θ : Isıtma devresi sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.6)

$\varepsilon_{el,h,WP}$: Mahal ısıtmasında ısı pompasının performans katsayısı
$t_{on,h,max,mth}$: Mahal ısıtmasında ısı pompasının maksimum çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Mahal ısıtması için ısı pompasının performans katsayısı ($\varepsilon_{el,h,WP}$) TS EN 14511- 2 ve TS EN 14511-3'e göre test edilir. (ulusal uygunluğun kanıtlanması için sapma test koşulları: ortamdan çekilen hava sıcaklığı 21°C, ortamdan çekilen havanın bağıl nemi %46 / ısı değiştiricisi olmayan ısı pompasının besleme sıcaklığı 40°C, ısı değiştiricisi olan ısı pompasının besleme sıcaklığı 35°C). Ortamdan çekilen hava sıcaklıkları yukarıda verilenlerden farklıysa, performans katsayısı f_T düzeltma faktörü ile düzeltilir. Isı pompasının değerlendirilmesinde performans katsayısının ($\varepsilon_{el,h,WP}$) dışında parametreler kullanılır ise, o zaman bu parametreler sapma test koşulları dikkate alınarak düzeltilir.
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum aylık çalışma süresi ($t_{on,h,max,mth}$), havalandırma sisteminin toplam çalışma süresi ile kullanım sıcak suyu ısıtması için ısı pompasının çalışma süreleri (Tablo 3.2.3'den ve eşitlik 3.6.15 veya 3.6.18'den) arasındaki farka ($t_{rv,mth,mech} \cdot t_{rv,day,mech} - t_{on,w,mth}$) karşılık gelir.
Üretilen ısı hem kullanım sıcak suyu hem de mahal ısıtması için kullanılırsa, o zaman kullanım sıcak suyuna öncelik verilir. Üretilen ısı sadece ısıtma için kullanılırsa, o zaman $Q_{rv,w,outg,mth} = Q_{rv,h,outg,WÜT,mth}$'dir; yani ısı değiştiricisi paylaşımı ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ısıtma fonksiyonu hesaplarında dikkate alınacaktır.
Metodoloji Kısım III bölüm 1'e göre belirlenen mahal ısıtması için gerekli üreteç ısı çıktısı ($Q_{h,outg,mth}$) ve eşitlik 3.6.40 ile hesaplandığı gibi ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının maksimum üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,max,mth}$) mukayese edilirken, iki farklı durum (c ve d) arasında bir ayırım yapılacaktır.

c) $Q_{h,outg,mth} > Q_{rv,h,outg,max,mth}$ (ısı pompası mahal ısıtması için gereken ısı ihtiyacının ancak bir kısmını karşılıyor.

Bu, 3.6.21'den 3.6.23'e kadar olan eşitlikler kullanılarak hesaplanır.

d) $Q_{h,outg,mth} \leq Q_{rv,h,outg,max,mth}$ (ısı pompası mahal ısıtması için gereken ısı ihtiyacının tamamını karşılayabilir.

Bu, 3.6.24'den 3.6.26'e kadar olan eşitlikler kullanılarak hesaplanır.

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının mahal ısıtma sistemine olan yıllık üreteç ısı çıktısı tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.41).

$$Q_{rv,h,outg,a} = \sum Q_{rv,h,outg,mth} \quad \text{(kWh/a)} \qquad 3.6.41$$

$Q_{rv,h,outg,a}$: Isı pompasının mahal ısıtma sistemine olan yıllık üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının mahal ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü : $f_T = 1{,}0$
Isıtma devresi sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü : $f_\theta = 1{,}068$
Aylık ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı : $n_{mech,ABL,mth} = 0{,}4\ h^{-1}$

Kullanım sıcak suyu ısıtması

Isı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi : $p_{el,w,WP} = 1{,}5\ W/(m^3/h)$
Isı pompasının performans katsayısı (ısı değiştiricisi olmayan) : $COP_t = 3{,}5$
Isı pompasının performans katsayısı (ısı değiştiricisi olan) : $COP_t = 4{,}0$

Mahal ısıtması

Isı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi : $p_{el,h,WP} = 2{,}0\ W/(m^3/h)$
Isı pompasının performans katsayısı (ısı değiştiricisi olmayan) : $\varepsilon_{el,h,WP} = 3{,}5$
Isı pompasının performans katsayısı (ısı değiştiricisi olan) : $\varepsilon_{el,h,WP} = 4{,}0$

3.6.4.2.5 Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası

Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompaları (kaynak: ortamdan çekilen hava, kuyu: besleme havası ve su) geri kazanılan ısıyı besleme havasına ve kullanım sıcak suyuna aktarırlar.
Kural olarak, ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompaları ısı değiştiricileri ile birlikte çalıştırılırlar. Isı değiştiriciler tarafından geri kazanılan ısı besleme havasına aktarılır.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyu ısıtması için geri kazanılan ısı kullanılacak ise, 3.6.4.2.4'de açıklanan yöntemler uygulanır. İlgili aydaki ortamdan çekilen hava / su ısı pompasının üreteç ısı çıktısı $Q_{rv,w,outg,mth}$ eşitlik 3.6.13 veya eşitlik 3.6.16 ile birlikte eşitlik 3.6.38 kullanılarak hesaplanır ve yıllık değer tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.39).

Mahal ısıtması

Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ısıtma için (besleme havasını ısıtma) kullanılırsa, genellikle 3.6.4.2.3'deki yöntem kullanılır. Tek fark, ısıtma için maksimum aylık üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,max,mth}$) hesaplanırken, ilgili kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi (bkz. eşitlik 3.6.42) önceliğe sahiptir.

$$Q_{rv,h,outg,max,mth} = \sum_i \left(p_{el,h,WP,i} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot f_T \cdot f_V \cdot \varepsilon_{el,h,WP,i} \cdot t_{on,h,i,max,mth}\right) - Q_{rv,w,outg,mth} \qquad 3.6.42$$

$Q_{rv,h,outg,max,mth}$: Isı pompasının mahal ısıtma sistemine olan maksimum üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,h,WP,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtması için ısı pompasının (uygulanabildiği yerlerde ısı değiştiricileri ile birlikte) hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
f_T : Ortamdan çekilen hava sıcaklık sapmaları için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.6)
f_V : Hacimsel hava debisi sapmaları için düzeltme faktörü (bkz. Tablo 3.6.7)
$\varepsilon_{el,h,WP,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtması için ısı pompasının (uygulanabildiği yerlerde ısı değiştiricileri ile birlikte) performans katsayısı
$t_{on,h,i,max,mth}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtması için ısı pompasının maksimum aylık çalışma süresi (bkz. Tablo 3.6.8), (h)
$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki) (kWh)

Mahal ısıtması için ısı pompasının performans katsayısı ($\varepsilon_{el,h,WP}$) TS EN 14511- 2 ve TS EN 14511-3'e göre test edilir. (ulusal uygunluğun kanıtlanması için sapma test koşulları: ortamdan çekilen hava sıcaklığı 21°C, ortamdan çekilen havanın bağıl nemi %36, %46, %56 / dış hava sıcaklıkları –3°C, 4°C, 10°C; dış havanın bağıl nemi %80). Ortamdan çekilen hava sıcaklıkları yukarıda verilenlerden farklıysa, performans katsayısı f_T düzeltme faktörü ile düzeltilir.
Isı pompasının değerlendirilmesinde performans katsayısının ($\varepsilon_{el,h,WP,i}$) dışında parametreler kullanılır ise, o zaman bu parametreler sapma test koşulları dikkate alınarak düzeltilir.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompasının üreteç ısı çıktısı ($Q_{rv,h,outg,mth}$) eşitlik 3.6.31 veya eşitlik 3.6.16 ile birlikte eşitlik 3.6.42 kullanılarak hesaplanır. Yıllık çıktı tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.37).

Varsayılan değerler

3.6.4.2.4 bölümündeki varsayılan değerler kullanım sıcak suyu ısıtma hesaplarında, 3.6.4.2.3 bölümündeki varsayılan değerler mahal ısıtma hesaplarında kullanılabilir.

3.6.4.3 Hava ısıtma sistemleri

Hava ısıtma sistemleri, zonu ısıtmak için ısı taşıyıcısı olarak sadece havayı kullanan sistemlerdir. Hava ısıtma sistemleri en az bir ısı üretecine sahiptir (örn. ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası); aynı zamanda bir ısı değiştiricileri de olabilir.
Hava ısıtma sisteminde ısı değiştiricisi ve/veya ısı pompası kullanılıyorsa bölüm 3.6.4.2.'deki hesap yöntemi kullanılır.
Yeniden ısıtma serpantini (reheat coil) için eşitlik 3.6.43 kullanılır.

$$Q_{rv,outg,NH,mth} = (Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{rv,ce} + Q_{rv,d} + Q_{rv,s}) - (Q_{h,outg,reg} - Q_{rv,h,outg}) \quad 3.6.43$$

$Q_{rv,outg,NH,mth}$: Yeniden ısıtma serpantininin ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,b}$: Isıtılan zonun enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,ce}$: Isıtma sisteminin kontrol ve yayılım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,d}$: Isıtma sisteminin dağıtım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,s}$: Isıtma sisteminin depolama ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,ce}$: Konut havalandırma sisteminin kontrol ve yayılım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,d}$: Konut havalandırma sisteminin dağıtım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,s}$: Konut havalandırma sisteminin depolama ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{h,outg,reg}$: Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan ısı kazançları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg}$: İsı pompasından ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Elektrikli yeniden ısıtma serpantini olan hava ısıtma sistemleri için $Q_{h,ce}$ = 0, $Q_{h,d}$= 0 ve $Q_{h,s}$ = 0'dır. Sulu yeniden ısıtma serpantini olan hava ısıtma sistemlerinde $Q_{h,ce}$, $Q_{h,d}$ ve $Q_{h,s}$ değerleri Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de açıklandığı gibi hesaplanır.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan hava ısıtma sistemleri için $Q_{rv,s}$ = 0'dır.
Hava ısıtma sisteminin tekrar ısıtma serpantininin yıllık üreteç ısı çıktısı tüm yıl için aylık değerlerin toplanmasıyla belirlenir (bkz. eşitlik 3.6.44).

$$Q_{rv,h,outg,NH,a} = \sum Q_{rv,h,outg,NH,mth} \quad 3.6.44$$

$Q_{rv,h,outg,NH,a}$: Yeniden ısıtma serpantininin mahal ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı, (kWh)
$Q_{rv,h,outg,NH,mth}$: Yeniden ısıtma serpantininin mahal ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

a) Elektrikli yeniden ısıtma serpantini

Isıtma için aylık kontrol ve yayılım ısıl kayıpları : $Q_{h,ce}$= 0 (kWh)

Isıtma için aylık dağıtım ısıl kayıpları : $Q_{h,d}$= 0 (kWh)

Isıtma için aylık depolama ısıl kayıpları : $Q_{h,s}$= 0 (kWh)

b) Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası

Konut havalandırma sisteminin aylık depolama ısıl kayıpları : $Q_{rv,s}$ = 0 (kWh)

3.6.5 Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısıdan olan ısı girdisi ($Q_{rv,reg}$)

Konut havalandırma sistemleri ve hava ısıtma sistemleri için ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının havalandırma sistemine olan girdisi ($Q_{rv,reg}$) havalandırma sistemine ve kurulumu yapılan bileşenlere göre hesaplanır.

3.6.5.1 Egzoz havalandırma sistemleri

3.6.5.1.1 Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri

Isı geri kazanım işlevi olmayan konut havalandırma sistemlerinde, havalandırma sistemine ortamdan çekilen hava geri kazanılan ısı girdisi yoktur (yani $Q_{rv,reg}$ = 0'dır).

3.6.5.1.2 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması için ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile ortamdan çekilen havadan geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.45 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,w,reg,mth} = Q_{rv,w,outg,mth} - (p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,w,mth}) \quad 3.6.45$$

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak su ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,ABL,mth}$: Ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$t_{on,w,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Mahal ısıtması

Ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.46 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,mth}) \quad 3.6.46$$

$Q_{rv,h,reg,mth}$: Mahal ısıtması için ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,h,WP}$: Mahal ısıtması için ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,ABL,mth}$: Ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$t_{on,h,mth}$: Isıtma için ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile geri kazanılan ısının yıllık miktarı tüm yıl için kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtmasındaki değerlerin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.47).

$$Q_{rv,reg,a} = \sum(Q_{rv,h,reg,mth} + Q_{rv,w,reg,mth}) \quad 3.6.47$$

$Q_{rv,reg,a}$: Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan yıllık ısı, (kWh)
$Q_{rv,h,reg,mth}$: Mahal ısıtması için ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler

Bölüm 3.6.4.1.2'de verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

3.6.5.2 Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

3.6.5.2.1 Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

Isı geri kazanımı olmayan konut havalandırma sistemlerinde, havalandırma sistemine ortamdan çekilen hava ile geri kazanılan ısı girdisi yoktur (yani $Q_{rv,reg}$ = 0'dır).

3.6.5.2.2 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricileri ısıtma için net enerji ($Q_{h,b}$) hesaplarında dikkate alınır. Isı üreteci gibi işlev görmezler (yani $Q_{rv,reg}$ = 0).

3.6.5.2.3 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası

Mahal ısıtması

Ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası ile geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.48 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,r,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - \sum_i (p_{el,h,WP,i} \cdot n_{mech,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,i,mth}) \quad 3.6.48$$

$Q_{rv,h,reg,r,mth}$: Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,h,WP,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,mth}$: Ortalama hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$t_{on,h,i,mth}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası ile geri kazanılan ısının yıllık miktarı tüm yıl için geri kazanılan aylık ısı değerlerinin toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.49).

$$Q_{rv,reg,a} = \sum Q_{rv,h,reg,mth} \quad 3.6.49$$

$Q_{rv,reg,a}$: Ortamdan çekilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan yıllık ısı, (kWh)
$Q_{rv,h,reg,mth}$: Ortamdan çekilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Bölüm 3.6.4.2.3'te verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

3.6.5.2.4 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası

Kullanım sıcak suyunun ısıtılması

Ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.50 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,w,reg,mth} = Q_{rv,w,outg,mth} - (p_{el,w,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,w,mth}) \quad 3.6.50$$

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,w,outg,mth}$: Isı pompasının kullanım sıcak suyu ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,w,WP}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,ABL,mth}$: Ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$t_{on,w,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Mahal ısıtması

Isıtma için ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.51 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{rv,h,reg,mth} = Q_{rv,h,outg,mth} - (p_{el,h,WP} \cdot n_{mech,ABL,mth} \cdot V \cdot t_{on,h,mth}) \quad 3.6.51$$

$Q_{rv,h,reg,mth}$: Mahal ısıtması için ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,h,outg,mth}$: Isı pompasının ısıtma sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{el,h,WP}$: Mahal ısıtması için ısı pompasının hacimsel debiye bağlı güç tüketimi, (W / (m^3 / h))
$n_{mech,ABL,mth}$: Ortalama ortamdan çekilen hava değişim sayısı (ilgili aydaki), (h^{-1})
V : Net hacim, (m^3)
$t_{on,h,mth}$: Mahal ısıtması için ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ile geri kazanılan ısının yıllık miktarı tüm yıl için kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtmasındaki aylık ısı geri kazanımların toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.52).

$$Q_{rv,reg,a} = \sum (Q_{rv,w,reg,mth} + Q_{rv,h,reg,mth}) \quad 3.6.52$$

$Q_{rv,reg,a}$: Ortamdan çekilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan yıllık ısı, (kWh)

$Q_{rv,w,reg,mth}$: Kullanım sıcak suyu için ortamdan çekilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{rv,h,reg,mth}$: Mahal ısıtması için ortamdan çekilen havadan ısı pompası ile geri kazanılan ısı (ilgili aydaki), (kWh)

Varsayılan değerler:

Bölüm 3.6.4.2.4'de verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

3.6.5.2.5 Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası

Kullanım sıcak suyu ısıtması

Kullanım sıcak suyu için ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ile geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.50 kullanılarak hesaplanır.

Mahal ısıtması

Mahal ısıtması için ortamdan çekilen havadan, ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ile geri kazanılan aylık ısı eşitlik 3.6.48 kullanılarak hesaplanır.
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ile geri kazanılan ısının yıllık miktarı tüm yıl için kullanım sıcak suyu ve mahal ısıtmasındaki aylık ısı geri kazanımların toplanmasıyla hesaplanır (bkz. eşitlik 3.6.52).

Varsayılan değerler:

Bölüm 3.6.4.2.5'te verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

3.6.5.3 Hava ısıtma sistemleri

Hava ısıtma sistemleri, zonu ısıtmak için ısı taşıyıcısı olarak sadece havayı kullanan sistemlerdir. Hava ısıtma sistemleri en az bir ısı üretecine sahiptir (örn. ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası); aynı zamanda bir destek ısı değiştiricisine de sahip olabilirler.
Hava ısıtma sistemi ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası ile donatılmış ise bölüm 3.6.5.2.'ye göre aylık ısı geri kazanımları hesaplanırken fiili durumdaki havalandırma sistemi bileşenleri dikkate alınır.
Ortamdan çekilen hava kaynaklı ısı pompası olmayan hava ısıtma sistemleri için $Q_{rv,reg}$ = 0'dır.

Varsayılan değerler:

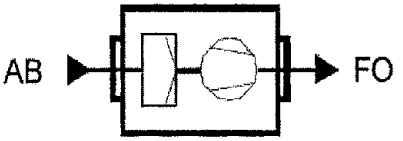
Bölüm 3.6.4.2'de verilen varsayılan değerler kullanılabilir.

EK A

Havalandırma sistemleri

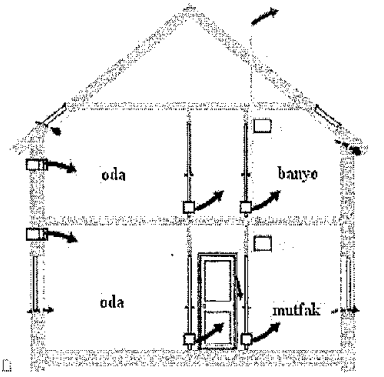
A.1 Egzoz havalandırma sistemleri

A.1.1 Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri

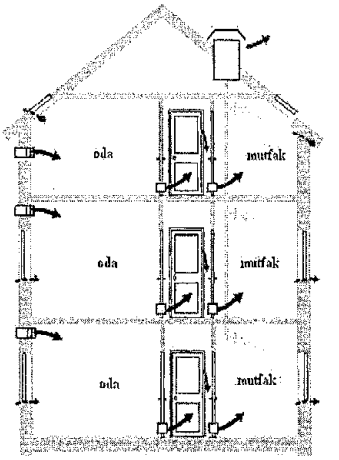


AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası

Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	0
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g,mth}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	0
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	0
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	0
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg}$	0

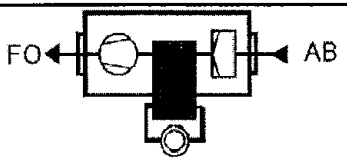


Şekil A.1 – Tek oda fanlı egzoz havalandırma sistemi



Şekil A.2 – Merkezi fanlı egzoz havalandırma sistemi

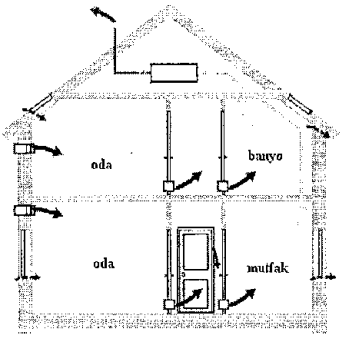
A.1.2 Egzoz havası/su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri



SH and/or DHW

AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
SH: Mahal ısıtma
DHW: Kullanım sıcak suyu ısıtması

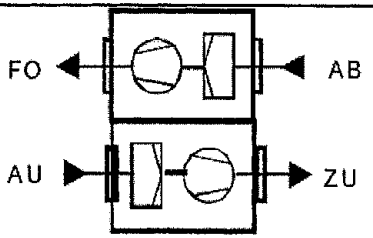
Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.1
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.5
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	0
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	DHW: bkz eşitlik 3.6.13 ve 3.6.16 SH: bkz eşitlik 3.6.21 ve 3.6.24
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	DHW: bkz eşitlik 3.6.45 SH: bkz eşitlik 3.6.46



Şekil A.3 – Isı pompalı egzoz havalandırma sistemi

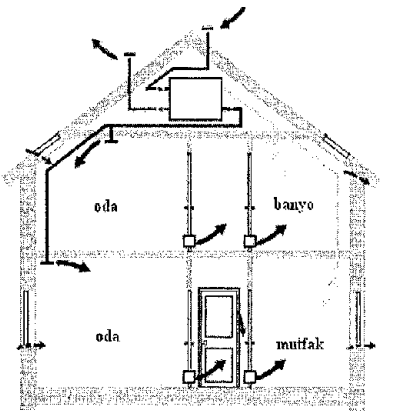
A.2 Besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

A.2.1 Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri



AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası

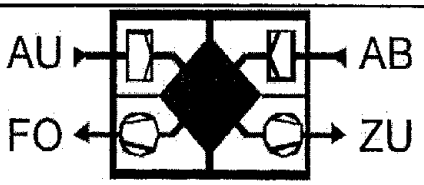
Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	0
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g,mth}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	0
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	0
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	0
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	0



Şekil A.4 – Isı geri kazanımı olmayan besleme ve egzoz havalandırma sistemi

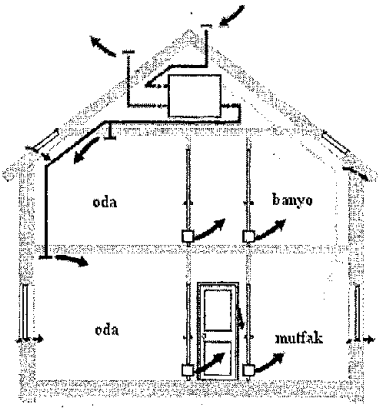
A.2.2 Ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri

A.2.2.1 Merkezi sistem



AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası

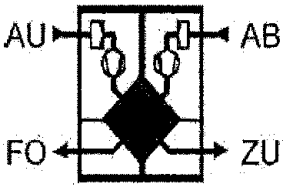
Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	0
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g,mth}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	0
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	0
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	0



Şekil A.5 – Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemi (bina için)

A.2.2.2 Merkezi olmayan sistem (oda genelinde)

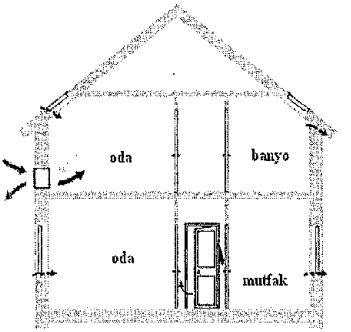
Sistem 1



Sistem 2

AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası

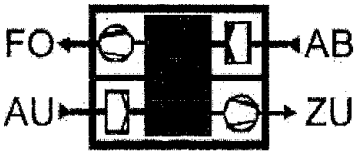
Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	0
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	0
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	0
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	0



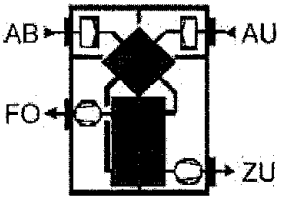
Şekil A.6 – Ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemi (tek oda için)

A.2.3 Ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri (ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz)

Sistem 1

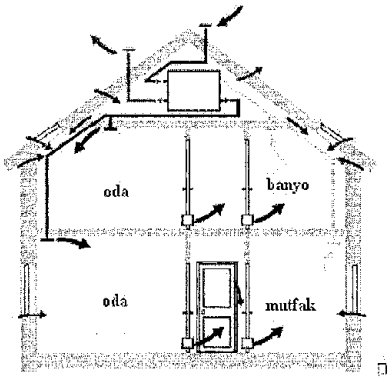


Sistem 2



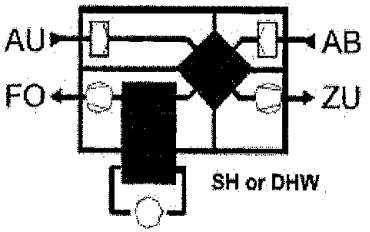
AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası

Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.1
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.5
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	DHW: - SH: bkz. eşitlik 3.6.31 ve 3.6.34
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,rog}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	DHW: - SH: bkz. eşitlik 3.6.48



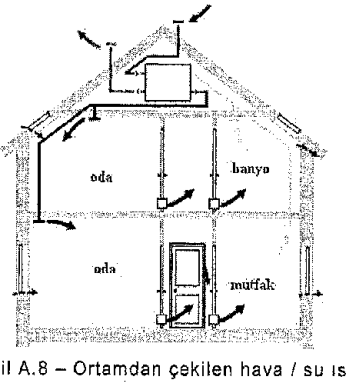
Şekil A.7 – Ortamdan çekilen hava /besleme havası ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemi (ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz)

A.2.4 Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ve ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri



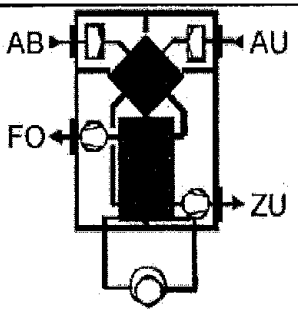
AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası
SH: Mahal ısıtma
DHW: Kullanım sıcak suyu ısıtması

Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.1
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.5
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	DHW: bkz. eşitlik 3.6.13 ve 3.6.16 SH: bkz. eşitlik 3.6.21 ve 3.6.24
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	DHW: bkz. eşitlik 3.6.50 SH: bkz. eşitlik 3.6.51



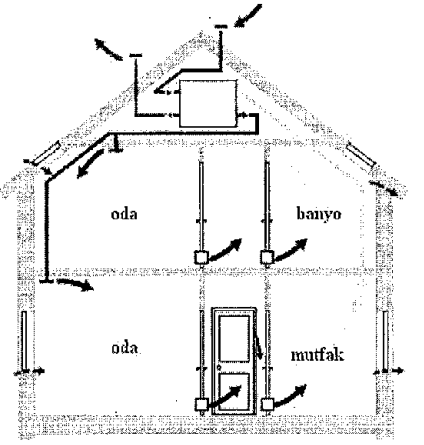
Şekil A.8 – Ortamdan çekilen hava / su ısı pompası ve ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemi

A.2.5 Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ve ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri



AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası
SH: Mahal ısıtma
DHW: Kullanım sıcak suyu ısıtması

Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.1
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{l,rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.5
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,outg,mth}$	DHW: bkz. eşitlik 3.6.13 ve 3.6.16 SH: bkz. eşitlik 3.6.31 ve 3.6.34
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası olan besleme ve egzoz havalandırma sistemleri	
$Q_{rv,reg,mth}$	DHW: bkz. eşitlik 3.6.50 SH: bkz. eşitlik 3.6.48

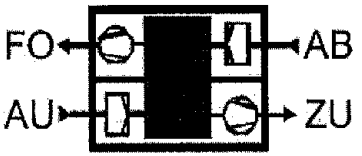


Şekil A.9 – Ortamdan çekilen hava / besleme havası / su ısı pompası ve ısı değiştiricisi olan besleme ve egzoz havalandırma sistemi

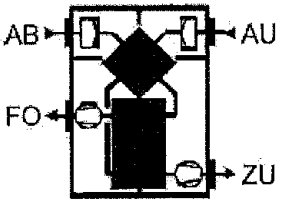
A.3 Hava ısıtma sistemleri

A.3.1 Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan - ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz – tekrar dolaşımı olmayan hava ısıtma sistemleri

Sistem 1



Sistem 2

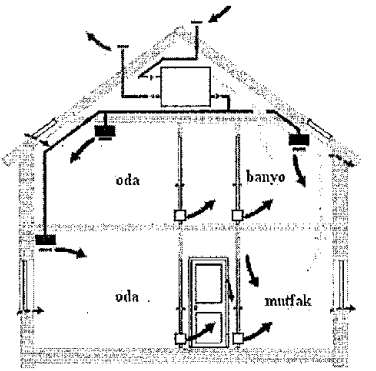


Yeniden ısıtma serpantinleri (merkezi veya merkezi olmayan)

Elec.

AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası

Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.1 ve 3.6.3
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{l,rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.5
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{rv,outg,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.43
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{rv,reg,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.48

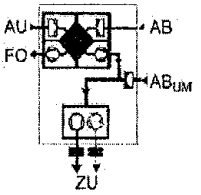


Şekil A.10 – Ortamdan çekilen hava / besleme havası ısı pompası olan - ısı değiştiricili ve ısı değiştiricisiz - tekrar dolaşımı olmayan hava ısıtma sistemi

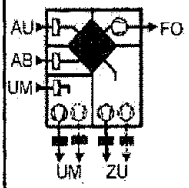
A.3.2 Isı değiştiricisi ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemleri

Sistem 1

Sistem 2



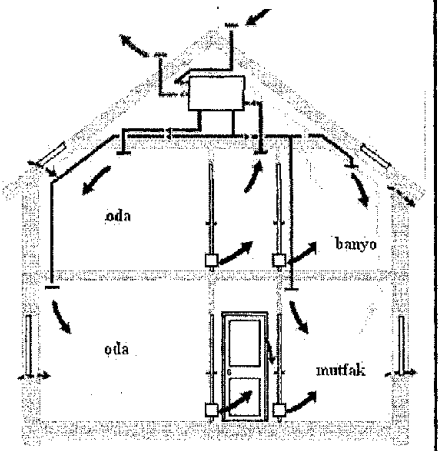
Sistem 3



Yeniden ısıtma serpantinleri (merkezi veya merkezi olmayan)

AB: Ortamdan çekilen hava
FO: Egzoz havası
AU: Dış hava
ZU: Besleme havası
UM: Tekrar dolaşım havası

Üretim ısı kayıplarını ($Q_{rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.1 ve 3.6.3
Üretim ısı kazançlarını ($Q_{l,rv,g}$) belirlemek için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{l,rv,g,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.5
Üretim için destek enerjinin ($Q_{rv,g,aux}$) belirlenmesindeki genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{Vent,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.7
$Q_{Reg,aux,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.9
$Q_{Vorw,aux,mth}$	bkz.eşitlik 3.6.10
Üreteç ısı çıktısının ($Q_{rv,outg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{rv,outg,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.43
Ortamdan çekilen havadan geri kazanılan ısının ($Q_{rv,reg}$) belirlenmesi için genel sınır koşulları	
Isı geri kazanımı ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemi	
$Q_{rv,reg,mth}$	bkz. eşitlik 3.6.48



Şekil A.11 – Isı değiştiricisi ve tekrar dolaşımı olan hava ısıtma sistemi

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III .

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

İçindekiler

4. KULLANIM SICAK SUYU SİSTEMLERİ
4.1 Metododlojinin diğer bölümleri arasındaki ilişki
4.1.1 Metodolojinin diğer bölümlerinden olan girdi parametreleri
4.1.2 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı parametreleri
4.1.3 Hesaplama yöntemi
4.2 Prensipler ve sınır koşulları
4.3 Karakteristik değerlerin belirlenmesi
4.3.1 Kontrol ve yayılım ($Q_{w,ce}$)
4.3.2 Dağıtım ($Q_{w,d}$)
4.3.3 Depolama ($Q_{w,s}$)
4.3.4 Isı üretimi

EK A

ISITMA İHTİYACINI KARŞILAMAK İÇİN ENERJİ KULLANIMI
A.1 GENEL BİLGİ
A.1.1 Hesaplama yönteminin prensipleri
A.2 ELEKTRİK TAHRİKLİ ISI POMPALARI
A.3 YANMA TAHRİKLİ ISI POMPALARI

EK B

ISI POMPALARI
B.1 Kullanım sıcak suyu ısı pompalarının performans katsayısı ($COPw,t$)
B.2 Depolama kayıplarını telafi etmek için elektriksel enerji girdisi (Pes)
B.3 Egzoz havası kullanım sıcak suyu ısı pompaları ve egzoz havası/besleme havası kullanım sıcak suyu ısı pompaları
B.4 Bodrum katı egzoz havası kullanım sıcak suyu ısı pompaları

EK C

KULLANIM SICAK SUYU ISITMA İHTİYACINI Qw,b KARŞILAYACAK SİSTEMLERİN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ
C.1 Genel bilgi
C.2 Örnek hesaplamalar

EK D

BİNALARIN BOYUTLANDIRILMASI
D.1 Genel bilgi

EK E

ÇALIŞMA SAATLERİ TABLOLARI

4. KULLANIM SICAK SUYU SİSTEMLERİ

4.1 Metododlojinin diğer bölümleri arasındaki ilişki

4.1.1 Metodolojinin diğer bölümlerinden olan girdi parametreleri

Aylık kullanım süresi aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$d_{Nutz,mth} = \frac{d_{Nutz,a}}{365} \cdot d_{mth} \qquad 4.1.1$$

$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanım süresi (ilgili aydaki),(d)
$d_{Nutz,a}$: Yıllık kullanım süresi, (d/a)
d_{mth} : İlgili aydaki günlerin sayısı, (d)

Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$Q_{w,b,d} = q_{w,b,d} \cdot Bezug \qquad 4.1.2$$

Kullanım sıcak suyu için aylık enerji ihtiyacı aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$Q_{w,b} = Q_{w,b,d} \cdot d_{Nutz,mth} \qquad 4.1.3$$

$q_{w,b,d}$: Günlük enerji ihtiyacı, (kWh/Bezug · d)
$Q_{w,b}$: Aylık enerji ihtiyacı, (kWh)
$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh/d)
$d_{Nutz,mth}$: Aylık kullanım süresi, (d)
Bezug kullanım ile ilişkili değer (örn. kişiler, yatak, koltuk)

4.1.2 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı parametreleri

Değerler zonlar için hesaplanır. Eğer bileşenler birden fazla altsistem için kullanılırsa, ısı elektrik gücü veya bölgesel ısıtma ile sağlanmadığı sürece, üst ısıl değer ile ilişkili ısı verilerini dikkate alan değerler sonraki hesaplarda kullanılması için toplanır.

4.1.2.1 Üreteç ısısı

Kullanma sıcak suyu sistemi için üreteç çıktısı aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,ce} + Q_{w,d} + Q_{w,s} \qquad 4.1.4$$

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu sistemi için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,b}$: Enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,ce}$: Kullanım sıcak suyu sisteminin çevreye (örn. oda, zon, bodrum) olan kontrol ve yayılım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,d}$: Kullanım sıcak suyu sisteminin çevreye (örn. oda, zon, bodrum) olan dağıtım ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu sisteminin kurulumunun yapıldığı mahale olan depolama ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

Enerji elektrik gücüyle üretilmediği sürece veriler üst ısıl değerle ilişkilidir.

4.1.2.2 Kullanım sıcak suyu için üretece verilmesi gereken enerji

Kullanım sıcak suyu üretecine verilmesi gereken enerji aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g} - Q_{w,reg} \qquad 4.1.5$$

$$Q_{w,reg} = Q_{w,sol} + Q_{w,in} \qquad 4.1.6$$

$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu için üretece verilmesi gereken enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{w,g}$: Kullanım sıcak suyu sisteminin kurulumunun yapıldığı mahale olan üretim ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,reg}$: Yenilenebilir enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,in}$: Çevre ısısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,sol}$: Güneş enerjisinin kullanım sıcak suyuna katkısı (ilgili aydaki), (kWh)

4.1.2.3 Destek enerjisi

Kullanım sıcak suyu sistemi için destek enerjisi aşağıdaki gibi verilir.

$$Q_{w,aux} = Q_{w,ce,aux} + Q_{w,d,aux} + Q_{w,s,aux} + Q_{w,g,aux} \qquad 4.1.7$$

$Q_{w,aux}$: Kullanım sıcak suyu sistemi için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,ce,aux}$: Kullanım sıcak suyu kontrol ve yayılımı için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,d,aux}$: Kullanım sıcak suyu sistemi dağıtımı için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,s,aux}$: Kullanım sıcak suyu sistemi depolanması için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,g,aux}$: Kullanım sıcak suyu ısı üretimi için destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)

4.1.2.4 Kontrolsüz ısı kazançları

Zona olan kontrolsüz ısı kazançları hesaplanırken ilgili zonda hangi altsistemlerin yer aldığı dikkate alınır ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

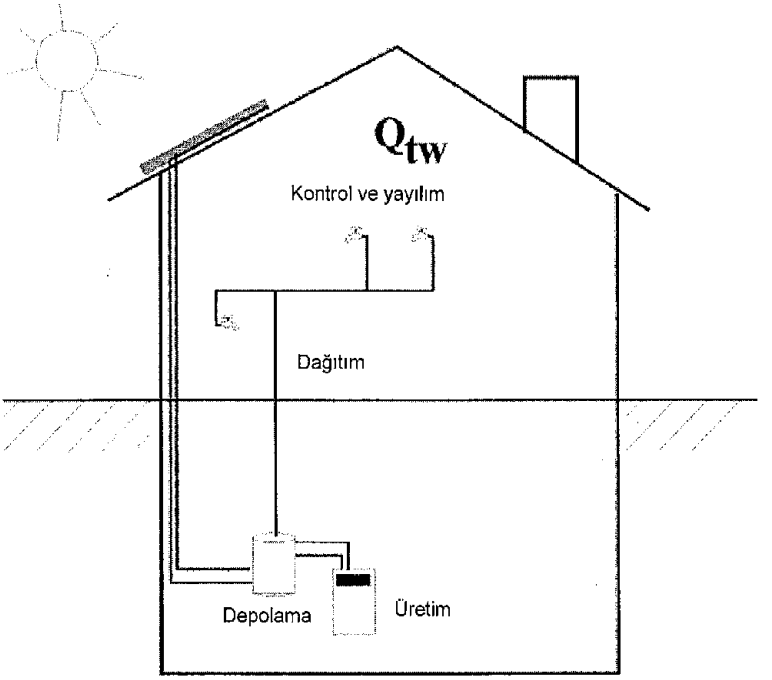
$$Q_{l,w} = Q_{l,w,d} + Q_{l,w,s} + Q_{l,w,g} \qquad 4.1.8$$

$Q_{l,w}$: Kullanım sıcak suyu sisteminden zona olan kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,w,d}$: Kullanım sıcak suyu dağıtımından zona olan kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,w,s}$: Kullanım sıcak suyu depolamasından zona olan kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,w,g}$: Kullanım sıcak suyu sistemi ısı üretiminden zona olan kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)

4.1.3 Hesaplama yöntemi

4.1.3.1 Kullanım sıcak suyu ısıtma ihtiyacını ($Q_{w,b}$) karşılayacak sistemlerin hesaplama yöntemi

Binanın kullanım sıcak suyu, aynı tesisat ve donanım tarafından sağlanıyorsa, kullanım sıcak suyu ısıtma ihtiyacını ($Q_{w,b}$) karşılayacak sistemlerin hesapları tüm bina için yapılmalıdır. Bir binanın zonları/alanları farklı tesisatlar ve donanımlar tarafından besleniyorsa veya farklı şekilde kullanılıyorsa (örn. yaşam mahalleri ve ofis mahalleri), o zonlar/alanlar ayrı ayrı hesaplanacaktır. Binaların farklı tipleri için varsayılan değerlerin derlenmiş hali Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de verilmiştir. Genellikle kullanım sıcak suyu ısıtma sistemleri, bir net ısı yayılım mekanizması tipi, bir dağıtım sistemi, bir depolama tankı (gerekirse) ve bir ısıtma sisteminden (örn. bir ısı üreteci) meydana gelir (bkz. Şekil 4.1.1).



Şekil 4.1.1 – Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi örneği

4.2 Prensipler ve sınır koşulları

Net enerjiden alınan ısıtma enerji ihtiyacı, ısıtma sisteminin karakteristik değerlerinin hesaplanması için girdi parametresi olarak kullanılacaktır. Isı ve destek enerjisi gereksinimleri ve ısı üretecinden olan girdi, bu madde de açıklanan yöntem kullanılarak belirlenebilir. Özellikle açıklanan yöntemler, üreticilerin ürün verilerinin kullanımına imkan vermektedir.
Donanıma ait özel veri bilinmiyorsa, belirtilen varsayılan değerler uygulanacaktır. Çünkü bu varsayılan değerler, kalite açısından pazarın en düşük kademesindeki donanımları göstermektedir. Hesaplarda genellikle gerçek ürün verisi veya proje verisinin kullanılması tavsiye edilir. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] de hiçbir sınır koşulu belirtilmediği sürece, hesaplarda aşağıdaki değerler kullanılabilir.

Tablo 4.2.1 – Genel sınır koşulları

Parametreler	Sembol	Birim	Değer
Isıtılan zondaki ortalama ortam sıcaklığı	θ_i	°C	20
Isıtılan zonun dışındaki ortalama ortam sıcaklığı	θ_i	°C	13
Kullanım sıcak suyu dağıtım sisteminin ortalama sıcaklığı (dolaşım devresi olmayan veya dolaşımlı olup dolaşım sistemi kapalı olan)	$\theta_{w,m}$	°C	$25\ U^{-0,2}$
Kullanım sıcak suyu dağıtım sisteminin (dolaşımlı veya elektrikli boru ısıtmalı) ve depolama tankının ortalama sıcaklığı	$\theta_{w,m}$	°C	50
Soğuk su giriş sıcaklığı	θ_k	°C	10
Dolaşım devresindeki sıcaklık farkı	$\Delta\theta_z$	K	5

Kullanım sıcak suyu boru sisteminin (bir dolaşım sistemi olmayan ve dolaşım sistemi var ama kapalı) ortalama sıcaklığı, yalıtımın ısı geçiş katsayısının (U) bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi verilir.

$$\theta_{w,m} = 25\ U^{-0,2} \quad (^{o}C) \qquad 4.2.1$$

Burada verilen hesaplama yöntemleri, üretim noktasından kullanıcı çıkış noktalarına (musluklar) kadar olan kullanım sıcak suyu ısıtması ile ilgili karakteristik değerlerin belirlenmesine imkan vermektedir. Bu

doküman aynı zamanda elektrikli boru ısıtma sistemlerinin hesabına da imkan vermektedir. Kayıplar, göz önüne alınan süreler (örn. gün (d), ay (mth)) için hesaplanır. Binanın ısıtılan zonları içerisindeki kayıplar denge hesaplarında dikkate alınmalıdır.

Kullanım sıcak suyu enerji ihtiyacı musluktan akan su miktarı ve soğuk su giriş ve sıcak su çıkış sıcaklıklarına bağlıdır.

$$Q_{w,b} = \rho \cdot c \cdot V_w \cdot (\theta_{w,m} - \theta_k) \qquad 4.2.2$$

$Q_{w,b}$: Kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
ρ : Suyun yoğunluğu, (kg/lt)
c : Özgül ısı kapasitesi, $1{,}163 \cdot 10^{-3}$ (kWh/ kg · K)
V_w : Su hacmi, (lt)
$\theta_{w,m}$: Kullanım noktasında ortalama su sıcaklığı (bkz. Tablo 4.2.1), (°C)
θ_k : Ortalama soğuk su giriş sıcaklığı (bkz. Tablo 4.2.1), (°C)

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.

4.3 Karakteristik değerlerin belirlenmesi

4.3.1 Kontrol ve yayılım ($Q_{w,ce}$)

Kullanıcı çıkış noktasında boşa akan, kullanılmayan sıcak kullanım suyunun ısı harcamasını kullanım sıcak suyu enerji ihtiyacı ($Q_{w,b}$) zaten içermektedir. Burada kontrol ve yayılım ve destek enerjisinden dolayı olan kayıplar sıfırdır (yani $Q_{w,ce}$ = 0 kWh (ilgili aydaki), $Q_{w,ce,aux}$ = 0 kWh (ilgili aydaki)). Boşa akan kullanılmayan su burada fazla ele alınmamıştır.

4.3.2 Dağıtım ($Q_{w,d}$)

4.3.2.1 Binalarda merkezi kullanım sıcak suyu beslemesi

4.3.2.1.1 Isıl kayıplar

Kullanım sıcak suyu boru sisteminin (dolaşımlı veya dolaşımsız) i bölümünden olan ısıl kayıplar aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{w,d,i} = \frac{1}{1000} \cdot U_i \cdot L_i \cdot (\theta_{w,m} - \theta_i) \cdot d_{Nutz,mth} \cdot t_{Nutz,T} \qquad 4.3.1$$

$Q_{w,d,i}$: Borunun i bölümünden olan ısıl kayıp (ilgili aydaki), (kWh)
U_i : Doğrusal ısı geçiş katsayısı, (W/mK)
L_i : Boru bölümünün uzunluğu, (m)
$\theta_{w,m}$: Boru bölümünün ortalama sıcaklığı (bkz. Tablo 4.2.1), (°C)
θ_i : Ortalama ortam sıcaklığı (bkz. Tablo 4.2.1), °C
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu aylık kullanım süresi, (d)
$t_{Nutz,T}$: $\theta_{w,m}$ sıcaklığında günlük kullanım süresi, (h)

Dolaşım hattına sahip sistemlerin ısıl kayıpları dolaşım pompasının çalışması sırasındaki kayıplar ve aralıklı çalışma sırasındaki kayıplardan oluşur. Dolaşım boruları veya ısıtılan borular, $t_{Nutz,T} = 24 - z$ ve $\theta_{w,m} = 25\ U^{-0,2}$ (°C) kullanılarak ve dolaşım borularının toplam uzunluğunun yarısı kabulü ile aralıklı çalışma sırasında hesaplanır. Dolaşım ve branşman boruları olmayan sıcak su boru sistemleri $t_{Nutz,T} = 24\ h/d$ ve $\theta_{w,m} = 25\ U^{-0,2}$ (°C) kullanılarak hesaplanır.
Ortalama kullanım sıcak suyu sıcaklığı $\theta_{w,m}$, bir dolaşım sisteminin olmaması veya aralıklı dolaşımın bir sonucu olarak kullanıcı noktasında artan çıkış kayıplarını içerir. Farklı bölümlerden oluşan boru sistemlerinden olan ısıl kayıplar aşağıdaki eşitlik 4.3.2'den hesaplanır.

$$Q_{w,d} = \sum Q_{w,d,i} \qquad 4.3.2$$

Boruların geçtiği zonlardaki kayıplar kontrolsüz ısı kazançlarına eşittir.

$$Q_{l,w,d,i} = Q_{w,d,i} \qquad 4.3.3$$

$Q_{w,d}$: Sıcak su boru sisteminden olan ısıl kayıplar (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,d,i}$: Boru bölümünden olan ısıl kayıplar (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{l,w,d,i}$: i zonundaki boru bölümü için kontrolsüz ısı kazancı (ilgili aydaki), (kWh)

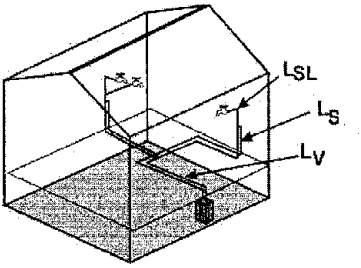
Değer, diğer ilgili zon değerleri ile toplanır ve takip eden hesaplamalar için kullanılır. Kullanım sıcak suyu boru sisteminin ısıl kayıpları, her bir bölümün uzunluk, konum ve ısı geçiş katsayıları biliniyorsa hesaplanabilir. Bu değerler, Tablo 4.2.1'te belirtilen sınır koşulları dikkate alınarak detaylı boru yerleşim planlarından alınabilir.
Dolaşım sistemi yerine elektrikli boru ısıtıcısı kullanılırsa, o zamanda zon içerisindeki ısıl kayıplar uygun şekilde ısıtma ve soğutma sırasındaki denge hesaplarında dikkate alınır. Gerekli ısı enerjisi eşitlik 4.3.1'e göre hesaplanır fakat enerji dengesinde sadece destek enerjisi $Q_{w,d,aux}$ gibi işlem görür.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Detaylı boru yerleşim planı yok ise, sıcak su boru sisteminin ısıl kayıpları Tablo 4.3.1'deki değerler kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir. Ortalama boru sisteminin üç farklı zondan oluştuğu kabul edilmektedir: V, S ve SL: Zon V üreteçten ana besleme borularına kadar olan yatay dağıtım boruları, zon S branşman borularına kadar olan dikey ana besleme borularından oluşur ve zon SL branşman borularından oluşur. Bu basitleştirilmiş yaklaşımda sıcak su çıkışlarının tüm binada eşit dağıtıldığı kabul edilmiştir.

Kullanım sıcak suyu sistemleri boru uzunlukları (bkz. Şekil 4.3.1)

L_V : Isı üreteci ile dikey yükselen borular arasındaki boru kısmı. Bu yatay borulama binanın ısıtılmayan kısımlarından (bodrum veya çatı arası gibi) veya ısıtılan zonlarından (şap içinden) geçebilir.
L_S : Ana besleme boruları (dikey ve bazı durumlarda yatay). Bu borular ısıtılan zonlarda bulunmaktadır.
L_{SL} : Branşman boruları. Ana besleme boruları ile kullanıcı çıkışları arasındaki bağlantı. Dolaşım yok.



Şekil 4.3.1 – Kullanım sıcak suyu boru sistemlerinde boruların gösterimi

Branşman borularının uzunlukları doğrudan belirlenebilir. Detaylı boru yerleşim planı yok ise uzunluk Tablo 4.3.1'den belirlenebilir. Branşman borularının her zaman ısıtılan alanlarda bulunduğu kabul edilmiştir.

Tablo 4.3.1 – Genel sınır koşulları

Parameteler	Sembol	Birim	Zon V	Zon S	Zon SL
Ortam sıcaklığı	θ_i	°C	bkz. Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10]		
Isıtma sezonu dışındaki ortam sıcaklığı (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den hesaplanamıyor ise)	θ_i	°C	22		
Ortam sıcaklığı (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den hesaplanamıyor ise)	θ_i	°C	Isıtılmayan alanda 13 ve ısıtılan alanda 20	Isıtılan alanda 20	
Boru uzunluğu - dolaşımlı	L	m	$2 \cdot L_G + 0{,}0125 \cdot L_G \cdot B_G$	$0{,}075 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$	-
Boru uzunluğu - dolaşımsız	L	m	$L_G + 0{,}0625 \cdot L_G \cdot B_G$	$0{,}038 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$	-

Branşman borusu uzunluğu (sadece ortak bir kurulum duvarına sahip komşu odalara olan yayılım durumlarında)	L	m	-	-	$0{,}05 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$
Branşman borusu uzunluğu (standart durum)	L	m	-	-	$0{,}075 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G$

L_G : Binanın en büyük uzunluğu, (m)
B_G : Binanın en büyük genişliği, (m)
n_G : Isıtılan katların sayısı
h_G : Kat yüksekliği, (m)

Tablo 4.3.2 – Isı geçiş katsayısı, U_i (W/(m · K))

Binanın yaş sınıfı	Dağıtım	Dış ana besleme boruları		İç ana besleme boruları	
	V	S	SL	S	SL
1995 ve sonrası	0,200	0,255	0,255	0,255	0,255
1980 - 1995	0,200	0,400	0,400	0,300	0,400
1980'e kadar (1980 dahil değil)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Yalıtımsız boru					
$L_G \cdot B_G \leq 200\ m^2$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$L_G \cdot B_G \leq 500\ m^2$	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
$L_G \cdot B_G > 500\ m^2$	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Dış duvarda (EW) yer alan		toplam/kullanılabilir			
EW, yalıtımsız		1,35/0,80			
EW, dıştan yalıtımlı		1,00/0,90			
EW, (U = 0,4 W/m² K)		0,75/0,55			

Elektrikli boru ısıtma için, Tablo 4.3.1'den zon V ve S'deki dolaşımsız boru bölümleri kullanılabilir; ancak dolaşım tesisatı olan kullanım sıcak suyu boru sistemleri için Tablo 4.2.1'den ortalama sıcaklıklar alınmalıdır.

4.3.2.1.2 Kullanım sıcak suyunun dolaşımı için destek enerjisi

Enerji harcaması

Dolaşım pompalarını çalıştırmak için gerekli destek enerjisi, dağıtım sisteminin hidrolik ihtiyacı ve pompa çalışmasını gösteren harcama faktörü baz alınarak hesaplanır.

$$Q_{w,d,aux} = W_{w,d,hydr} \cdot e_{w,d,aux} \qquad 4.3.4$$

$Q_{w,d,aux}$: Destek enerji harcaması (ilgili aydaki), (kWh)
$W_{w,d,hydr}$: Hidrolik enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$e_{w,d,aux}$: Dolaşım pompasının çalışması için harcama faktörü.

Hidrolik enerji ihtiyacı

Isıtma sistemlerinin hidrolik enerji ihtiyacı dolaşım süresi ve tasarım noktasındaki hidrolik güçten (P_{hydr}) elde edilir.

$$W_{w,d,hydr} = \frac{P_{hydr}}{1000} \cdot d_{Nutz,mth} \cdot z \qquad 4.3.5$$

P_{hydr} : Tasarım noktasındaki pompanın hidrolik gücü, (W)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu için kullanım süresi, (d)
z : Dolaşım pompasının günlük çalışma süresi, (h)

Konut binaları için dolaşım pompasının çalışma süresi eşitlik 4.3.6 ile belirlenir.

$$z = 10 + \frac{1}{0{,}07 + \frac{50}{0{,}32 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G}} \qquad 4.3.6$$

L_G : Binanın en büyük uzunluğu, (m)
B_G : Binanın en büyük genişliği, (m)

n_G : Isıtılan katların sayısı
h_G : Kat yüksekliği, (m)

z değeri 24 saatten büyük olamaz.
Konut dışı binalar için z, günlük kullanım süresine (t_{Nutz}) eşit bir değer olarak verilir.

Tasarım noktasında pompanın hidrolik gücü

Tasarım noktasında pompanın hidrolik gücü aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$P_{hydr} = 0{,}2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \qquad 4.3.7$$

$\dot{V}$: Tasarım noktasındaki hacimsel debi, (m3/h)
Δp : Tasarım noktasındaki basınç düşümü, (kPa)

Tasarım noktasındaki hacimsel debi dolaşım sistemi tarafından yayılan ısı $\dot{Q}_{w,d}$ ve dolaşım devresindeki sıcaklık farkından $\Delta\theta_z$ elde edilir.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{w,d}}{1{,}15 \cdot \Delta\theta_z} \qquad 4.3.8$$

$\dot{Q}_{w,d}$: Dolaşım sistemindeki tasarım ısıl kayıpları, (kWh)
$\Delta\theta_z$: Dolaşım devresindeki tasarım sıcaklık farkı, (K)

$$\dot{Q}_{w,d} = \sum U_{w,d,i} \cdot L_i (57{,}5 - \theta_{i,h,soll}) \qquad 4.3.9$$

$U_{w,d,i}$: Isı geçiş katsayısı (Tablo 4.3.2'den)
$\theta_{i,h,soll}$: Isıtma sistemi için iç ortam ayar sıcaklığı, (°C)

Tasarım noktasındaki basınç düşümü, boru sisteminin direnci (herbir direnç ile) ve bileşenlerin ek dirençleri ile verilir.

$$\Delta p = 0{,}1 \cdot L_{max} + \Delta p_{RV,TH} + \Delta p_{App} \qquad 4.3.10$$

L_{max} : Maksimum boru uzunluğu, (m)
$\Delta p_{RV,TH}$: Çek valf ve akış kısıtlayıcının basınç düşümü, 12 kPa'a eşittir.
Δp_{App} : Kullanım sıcak suyu ısıtıcısındaki basınç düşümü, (kPa)

Ürün verisi yok ise, aşağıdaki varsayılan değerler kullanılır.

-depolu sistemler için 1 kPa

-ani ısıtıcılı sistemler için 15 kPa

Dikdörtgen şeklindeki binalar için dolaşım borusunun maksimum boru uzunluğu binanın veya zonun dış boyutlarından tahmini olarak bulunabilir.

$$L_{max} = 2 \cdot (L_G + 2{,}5 + n_G \cdot h_G) \qquad 4.3.11$$

L_G : Binanın en büyük uzunluğu, (m)
n_G : Isıtılan katların sayısı
h_G : Kat yüksekliği, (m)

Harcama faktörü

Dolaşım pompasının performansını değerlendirmek için harcama faktörü $e_{w,d,aux}$ eşitlik 4.3.12 kullanılarak hesaplanır.

$$e_{w,d,aux} = f_e \cdot (C_{p1} + C_{p2}) \qquad 4.3.12$$

C_{p1} ve C_{p2} Tablo 4.3.3'ten alınan sabitlerdir.

f_e verim faktörüdür, aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$f_e = \left(1{,}25 + \left(\frac{200}{P_{hydr}}\right)^{0,5}\right) \cdot b$$ tanımsız pompa için

$$f_e = \frac{P_p}{P_{hydr}}$$ tanımlı pompa için

b : aşırı boyutlandırma faktörü, aşağıdaki gibi belirlenir.

-ihtiyacı karşılayacak şekilde tasarlanmış pompalar için b=1
-ihtiyacı karşılamayacak şekilde tasarlanmış pompalar için b=2

Mevcut pompalar için etiketi üzerinde verilen güç değeri, P_p için yaklaşık değer olarak alınabilir.

Tablo 4.3.3 – Dolaşım pompalarının harcama faktörünün hesaplanmasında kullanılan C_{p1}ve C_{p2} sabitleri

Pompa kontrolü	C_{p1}	C_{p2}
Kontrolsüz	0,25	0,94
Kontrollü	0,50	0,63

4.3.2.2 Bireysel konutlarda merkezi olmayan ve merkezi kullanım sıcak suyu ısıtması

Merkezi olmayan kullanım sıcak suyu ısıtma sistemleri odaları ayrı ayrı sıcak su ile beslediği için merkezi dağıtım boruları veya dolaşım boruları yoktur. Sadece branşman borularının kayıpları dikkate alınır.
Bireysel konutlarda merkezi sistem olması durumunda, ısı üreteci (örn. daldırma tip elektrikli ısıtıcı veya anlık depo ısıtıcısı) konut içerisinde mümkün olduğunca kısa branşman boruları ile bireysel kullanıcı çıkışlarına bağlanabilecek merkezi bir yere yerleştirilir.
Branşman borularından olan kayıplar ($Q_{w,d}$), z = 24 (h/d) ve $\theta_{w,m} = 25\ U^{-0,2}$ °C alınarak eşitlik 4.3.1 ile hesaplanır ve denge hesaplarında kontrolsüz ısı kazançları gibi işlem görür.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Branşman borularının uzunlukları doğrudan belirlenir. Detaylı boru yerleşim planı yok ise, uzunluk ana besleme borusu başına kullanıcı çıkış sayısının bir fonksiyonu olarak Tablo 4.3.4.'dan belirlenebilir. Branşman borularının ısıtılan zonda bulunduğu kabul edilmiştir.

Tablo 4.3.4 – Genel sınır koşulları

Parametreler	Sembol	Birim	Zon SL
Isı geçiş katsayısı	U_i	W/mK	bkz.Tablo4.3.2
Ortam sıcaklığı (Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] den herhangi değer belirlenemiyor ise)	θ_i	°C	20
Bir odadaki bir kullanıcı (örn. lavabo altı su ısıtıcısı) çıkış boru uzunluğu - ünite başına	L	m	1
Bir odadaki çoklu kullanıcı (örn. banyo) çıkış boru uzunluğu - ünite başına	L	m	3
Ortak bir kurulum duvarı olan komşu odalarda çoklu kullanıcı çıkış boru uzunluğu - ünite başına	L	m	4
Konut içerisinde merkezi sistem boru uzunluğu – ünite başına	L	m	6

Kurulumu yapılan ünite sayısı bilinmiyor ise, hesaplamalar ünite başına 80m^2 alan esas alınarak yapılır. Dolaşım pompası kullanmadıkları için, merkezi olmayan ve merkezi konut kullanım sıcak suyu sistemlerinin dağıtım borularının destek enerji ihtiyacı yoktur.

4.3.3 Depolama ($Q_{w,s}$)

Aşağıdaki maddelerde, ilgili aydaki kWh cinsinden ısıl kayıpları ($Q_{w,s}$) belirlenebilen üç farklı kullanım sıcak suyu depolama tankı için hesaplama yöntemi verilmiştir.

4.3.3.1 Dolaylı olarak ısıtılan kullanım sıcak suyu depolama tankları

4.3.3.1.1 Isıl kayıplar

Dolaylı olarak ısıtılan kullanım sıcak suyu depolama tankının ısıl kaybı eşitlik 23 ile hesaplanır. Hesaplama süresi sırasında toplam ısı çıkışı kayıp olarak varsayılmıştır.

$$Q_{w,s} = f_{Verbindung} \cdot \frac{(50-\theta_l)}{45} \cdot d_{Nutz,mth} \cdot q_{B,S} \qquad 4.3.13$$

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu tankının bekleme (stand-by) ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
θ_l : Ortam sıcaklığı (Tablo 4.3.1), (°C)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanım süresi (ilgili aydaki), (kWh)
$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kayıbı, (kWh)
$f_{Verbindung}$: Depolama tankı ısı üreteci ile aynı oda da olduğu sürece, bağlantı borularından olan ısıl kaybı için $f_{Verbindung} = 1,2$ değeri alınabilir.

1,2 faktörü, depolama tankı ile bağlantı borusunun bir sonucu olarak ortaya çıkan genel ek ısı kayıplarını dikkate alır. Kullanım sıcak suyu depolama tankı bekleme ısı kaybı ($q_{B,S}$), Metodoloji Kısım I Bölüm 2[21] e göre veya ayrılabilir bir depolama tankı (depolama suyu ile kurulumu yapılan mahal arasındaki ortalama sıcaklık farkı 45°C) olan birleşik kazanlar olması durumunda TS EN 625'e göre ölçülmelidir. Sıcak su depolama tankının ısıl kaybı ($Q_{w,s}$) bu şekilde ölçülen bekleme ısıl kaybı esas alınarak belirlenebilir.
Depolama tankı ısıtılan zona yerleştirilirse, o zaman maruz kalınan kayıp dengeleme amaçlı ısıtma veya soğutma da dikkate alınır.
Bu durumda $Q_{l,w,s} = Q_{w,s}$ dir.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Depolama tankının bekleme ısı kaybı ($q_{B,S}$) bilinmiyor ise (yani Metodoloji Kısım I Bölüm 2[21] e göre ölçülememiş ise), depolama ısıl kayıpları aşağıdaki eşitlikler kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Depolama kapasitesi 1000 lt'ye kadar olan tank;

$$q_{B,S} = 0,8 + 0,02 \cdot V^{0,77} \qquad 4.3.14$$

Depolama kapasitesi 1000 lt'den büyük olan tank;

$$q_{B,S} = 0,5 + 0,39 \cdot V^{0,35} \qquad 4.3.15$$

$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kaybı, (kWh)
V : Depolama tankının nominal kapasitesi, (lt)

Eski cihazlar için aşağıdaki değerler kullanılacaktır:

1978 öncesi (1978 dahil değil) $q_{B,S} = 0,4 + 0,27 \cdot V^{0,5}$ 4.3.16

1978 – 1986 $q_{B,S} = 0,4 + 0,23 \cdot V^{0,4}$ 4.3.17

1987 – 1994 $q_{B,S} = 0,4 + 0,21 \cdot V^{0,4}$ 4.3.18

Eğer depolama tankının kapasitesi belli değilse; aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$V_S = \frac{Q_{w,b,d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_K) \cdot \eta_s} \qquad 4.3.19$$

V_S : Depolama hacmi, (lt)
$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)
$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı (bkz. Tablo (4.2.1), (°C)
θ_K : Soğuk su sıcaklığı, (°C)
η_s : Depolama tankı verimi (dikey depolama tankları=0,95, yatay depolama tankları=0,90)

f_N : Verim faktörü.

Burada verim faktörü aşağıdaki gibidir.

$$f_N = 1{,}85 \cdot N_{Wohnung}^{-0{,}42} \qquad 4.3.20$$

$N_{Wohnung}$: Bina içerisindeki konut sayısı

$$N_{Wohnung} = 0{,}0032 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$$

Tüm diğer binalar için verim faktörü kullanım sıklığına göre belirtilebilir.

$$f_N = \frac{1}{t_{Nutz,T} \cdot n_{Sp}} \qquad 4.3.21$$

n_{Sp} : Günlük pik musluk sayısı
$t_{Nutz,T}$: Günlük kullanım süresi, (h)

Çift serpantinli güneş depolama tankları

Dolaylı olarak ısıtılan kullanım sıcak suyu depolama tanklarının ısıl kayıpları, hesaplama dönemi sırasında yayılan toplam ısının kayıp olduğu varsayılarak eşitlik 4.3.22 ile hesaplanır.
Dolaylı olarak ısıtılan kullanım suyu tankı güneş ısısını depolamak için en alt bölümündeki suyun bir kısmını kullanır ve bu kısım sadece güneş enerjisi ile ısıtılır ise, o zaman bu "güneş hacmi" nin ısıl kayıpları dikkate alınmaz.
TS EN 12977-3'e göre bekleme kayıpları ölçülür ise, bekleme ısıl kayıpları aşağıdaki gibi belirlenir.

$$Q_{w,s} = f_{Verbindung} \cdot (UA)_{sb,s,a} \cdot \Delta\theta_i \cdot 24 \cdot 3600 \cdot d_{Nutz,mth} \cdot \frac{V_{s,aux}}{V_{s,aux}+V_{s,sol}} \qquad 4.3.22$$

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının bekleme ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
$\Delta\theta_i$: Depolama tankı ve çevresi arasındaki ortalama sıcaklık farkı (Güneş enerjisi sistemlerinde 47 K alınır)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)
$(UA)_{sb,s,a}$: TS EN 12977-3'ten alınan bekleme özgül ısı kaybı, (W/K)
$V_{s,aux}$: Depolama tankının bekleme kısmının nominal kapasitesi (tank üst hacmi) (bkz. Tablo 4.3.7), (lt)
$V_{s,sol}$: Depolama tankının güneş sistemiyle ısıtılan kısmının nominal kapasitesi (tank alt hacmi) (bkz. Tablo 4.3.7), (lt)

$f_{Verbindung}$: Bağlantı borusundan olan kayıp ($f_{Verbindung} = 1,2$ depoalama tankı ısı üreteci ile aynı oda da ise).

1,2 faktörü depolama tankı ile bağlantı borusunun bir sonucu olarak ortaya çıkan genel ek ısı kayıplarını dikkate alır.
TS EN 12977-3'ten bekleme ısı kaybı bilinmiyor ise, nominal kapasitesi 1000 lt'ye kadar olan depolama tanklarının bekleme ısıl kaybı eşitlik 4.3.23'ten belirlenecektir. Bu eşitlik eski güneş depoları için de geçerlidir.

$$q_{B,S} = \left(0{,}4 + 0{,}2 \cdot \left(V_{s,aux} + V_{s,sol}\right)^{0{,}4}\right) \cdot \left(\frac{V_{s,aux}}{V_{s,aux}+V_{s,sol}}\right) \qquad 4.3.23$$

$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kaybı, (kWh)
$V_{s,aux}$: Depolama tankının bekleme kısmının nominal kapasitesi (tank üst hacmi) (bkz. Tablo 4.3.7), (lt)
$V_{s,sol}$: Depolama tankının güneş sistemiyle ısıtılan kısmının nominal kapasitesi (tank alt hacmi) (bkz. Tablo 4.3.7), (lt)

Eşitlik 4.3.23'ten elde edilen değer, eşitlik 4.3.13'te özgül bekleme ısıl kaybını belirleme de kullanılır. Bekleme depolama tankının sadece daldırma tip elektrikli ısıtıcı ile yedek ısıtma durumu için, $f_{Verbindung}$ = 1 alınarak eşitlik 4.3.13 ile hesaplanmalıdır.
Bu varsayımlar sadece depolama kapasitesi maksimum 1000 lt'ye kadar olan çift serpantinli depolama tankları için geçerlidir. Depolama kapasitesi ihtiyacının 1000 lt'den fazla olduğu yerlerde, hesaplamalar çift serpantinli depolama tankı yerine bir veya daha fazla ayrı kullanım sıcak suyu depolama tankları ile yapılır. Ayrı kullanım suyu depolama tankları, depolama tankları başına maksimum 1000 lt alınarak eşitlik 4.3.23 ile hesaplanır.

4.3.3.1.2 Dolaylı olarak ısıtılan kullanım sıcak suyu depolama tankını doldurmak için destek enerjisi

Kullanım sıcak suyu depolama tankının çalışması için gerekli dolaşım pompası destek enerjisi eşitlik 4.3.24'ten hesaplanacaktır.

$$Q_{w,s,aux} = 0{,}001 \cdot P_p \cdot t_p \qquad 4.3.24$$

$Q_{w,s,aux}$: Pompanın destek enerjisi gereksinimi (ilgili aydaki), (kWh)
P_p : Pompanın nominal güç tüketimi, (W)
t_p : Dolaşım pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Kullanım sıcak suyu depolama tankının çalışması için gerekli destek enerjisi, pompa gücü ve çalışma süresi biliniyor ise hesaplanabilir. Bu değer, örneğin, seçilen belirli bir pompa temelinde tanımlanabilir. Depolama tankı doldurma pompasının çalışma süresi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$t_p = \frac{Q_{w,outg} \cdot 1{,}1}{\dot{Q}_N} \qquad 4.3.25$$

t_p : Depolama tankı şarj pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$\dot{Q}_N$: Üreteç nominal ısı gücü, (kW)

1,1 faktörü genel olarak brülörün çalışma süresi ile karşılaştırıldığında pompanın daha uzun çalışma süresini dikkate alır.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Pompanın güç tüketimi bilinmiyor ise, eşitlik 4.3.26'dan yaklaşık olarak belirlenebilir. Bu aynı zamanda pompanın ısı üreteci ile aynı zamanda çalıştığı varsayımına dayanır.

$$P_p = 44 + 0{,}005 \cdot V_s^{1{,}43} \qquad 4.3.26$$

P_p : Pompanın nominal güç tüketimi, (W)
V_s : Nominal depolama kapasitesi, (lt)

Çift serpantinli depolama tankları için $V_s = V_{s,aux}$ dır.

4.3.3.2 Elektrikle ısıtılan evsel depolu su ısıtıcıları

Elektrikle ısıtılan depolu su ısıtıcısı depolama tankı kaybı, hesaplama süresi sırasında çıkan toplam ısı kayıp olarak varsayılarak eşitlik 4.3.27 ile hesaplanır.

$$Q_{w,s} = \frac{(55-\theta_i)}{45} \cdot d_{Nutz,mth} \cdot q_{B,S} \qquad 4.3.27$$

$Q_{w,s}$: Depolu su ısıtıcısın bekleme ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
θ_i : Ortam sıcaklığı (bkz. Tablo 4.3.1), (°C)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanma süresi (ilgili aydaki), (d)
$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kaybı, (kWh)

Depolu su ısıtıcısından olan bekleme ısıl kaybı ($q_{B,S}$) TS EN 60379'e göre (depolama suyu ile kurulum mahali arasındaki ortalama sıcaklık farkı 45°C) ölçülmelidir. Depolu su ısıtıcısının ısıl kaybı ($Q_{w,s}$) bu şekilde ölçülen bekleme ısıl kaybı esas alınarak belirlenebilir.
Depolu su ısıtıcısı ısıtılan zona yerleştirilmiş ise, o zaman maruz kalınan kayıp dengeleme amaçlı ısıtma veya soğutma da dikkate alınır.
Bu durumda kontrollü ısı girişi;

$$Q_{l,w,s} = Q_{w,s} \qquad 4.3.28$$

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Depolu su ısıtıcısı bekleme ısıl kaybı ($q_{B,S}$) bilinmiyor (yani TS EN 60379'e göre ölçülmemiş) ise, bu depolama ısıl kayıpları (bu TS EN 60379'de minimum gereksinimin %80'ine karşılık gelir) eşitlik 4.3.29 ile yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$q_{B,S} = 0{,}29 + 0{,}019 \cdot V^{0{,}8} \qquad 4.3.29$$

$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kaybı, (kWh)
V : Nominal depolama kapasitesi, (lt)

Eski cihazlar için aşağıdaki değerler kullanılacaktır.

1989 öncesi (1989 dahil değil) $$q_{B,S} = 1{,}4 \cdot (0{,}29 + 0{,}019 \cdot V^{0{,}8}) \qquad 4.3.30$$

1989 – 1994 $$q_{B,S} = 1{,}25 \cdot (0{,}29 + 0{,}019 \cdot V^{0{,}8}) \qquad 4.3.31$$

Depolama tipine bağlı depolama kapasitesi (lt) olarak bekleme ısıl kaybıyla aşağıdaki gibi tahmini olarak hesaplanabilir.
Elektriğin gece depolanması (gece boyunca hızlı şarj) durumunda depolama hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V_S = \frac{1{,}42 \cdot Q_{w.b.d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \qquad 4.3.32$$

Elektriğin gün boyu depolanması (sürekli şarj olmasıyla) durumunda depolama hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V_S = \frac{0{,}67 \cdot Q_{w.b.d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \qquad 4.3.33$$

V_S : Depolama hacmi (lt)
$Q_{w.b.d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)
$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı, (°C)
θ_k : Soğuk su sıcaklığı, (°C)
η_s : Depolama ısıtıcısı verimi (dikey ısıtıcılar = 0,95; yatay ısıtıcılar = 0,90),
f_N : Verim faktörü.

Burada verim faktörü aşağıdaki gibidir.

$$f_N = 1{,}85 \cdot N_{Wohnung}^{-0{,}42} \qquad \text{bkz. eşitlik 4.3.20}$$

$N_{Wohnung}$: Bina içerisindeki konut sayısı

$$N_{Wohnung} = 0{,}0032 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$$

Tüm diğer binalar için verim faktörü kullanım sıklığına göre belirtilebilir.

$$f_N = \frac{1}{t_{Nutz,T} \cdot n_{Sp}} \qquad \text{bkz. eşitlik 4.3.21}$$

n_{Sp} : Günlük pik musluk sayısı

$t_{Nutz,T}$: Günlük kullanım süresi, (h)

Bir elektrikli gece ve gündüz depolamalı su ısıtıcısının izin verilen maksimum nominal depolama 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.

4.3.3.3 Gaz yakıtlı evsel depolu su ısıtıcıları

Gaz yakıtlı evsel depolu su ısıtıcılarının ısıl kayıpları tüm yıl boyunca yayılan toplam ısının kayıp olarak varsayılmasıyla eşitlik 4.3.34 ile hesaplanır.

$$Q_{w,s} = \frac{(55-\theta_i)}{50} \cdot d_{Nutz,mth} \cdot q_{B,S} \qquad 4.3.34$$

$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu tankının bekleme (stand-by) ısıl kaybı (ilgili aydaki), (kWh)
θ_i : Ortam sıcaklığı (Tablo 4.3.1), (°C)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanım süresi (ilgili aydaki), (kWh)
$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kaybı, (kWh)

Depolu su ısıtıcısından olan bekleme ısıl kaybı ($q_{B,S}$) TS EN 89'a (depo içindeki su ile kurulum mahali arasındaki ortalama sıcaklık farkı 50°C) göre ölçülmelidir. Depolu su ısıtıcısından olan ısıl kayıp $Q_{w,s}$ bu şekilde ölçülen bekleme ısıl kaybından belirlenebilir.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Depolama kapasiteleri ile ilgili veri yoksa, o zaman depolama kapasiteleri aşağıdaki eşitliklerden yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Elektriğin gün boyu depolanması (sürekli şarj olmasıyla) durumunda;

$$V_S = \frac{0{,}67 \cdot Q_{w.b.d} \cdot f_N \cdot 860}{(\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \qquad \text{(bkz. eşitlik 4.3.33)}$$

V_S : Depolama hacmi (lt)
$Q_{w.b.d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)
$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama sıcaklığı, (°C)
θ_k : Soğuk su sıcaklığı, (°C)
η_s : Depolama ısıtıcısı verimi (dikey ısıtıcılar = 0,95; yatay ısıtıcılar = 0,90),
f_N : Verim faktörü.

Burada verim faktörü aşağıdaki gibidir.

$$f_N = 1{,}85 \cdot N_{Wohnung}^{-0{,}42} \qquad \text{bkz. eşitlik 4.3.20}$$

$N_{Wohnung}$: Bina içerisindeki konut sayısı

$$N_{Wohnung} = 0{,}0032 \cdot L_G \cdot B_G \cdot n_G \cdot h_G$$

Tüm diğer binalar için verim faktörü kullanım sıklığına göre belirtilebilir.

$$f_N = \frac{1}{t_{Nutz,T} \cdot n_{Sp}} \qquad \text{bkz. eşitlik 4.3.21}$$

n_{Sp} : Günlük pik musluk sayısı
$t_{Nutz,T}$: Günlük kullanım süresi, (h)

Depolama tankının bekleme ısıl kaybı ($q_{B,S}$) bilinmiyor (yani TS EN 89'a göre ölçülmemiş) ise, depolamadan dolayı oluşan ısıl kayıplar (bu TS EN 89'da minimum gereksinimin %80'ine karşılık gelir – hacimle ilişkilidir 1 lt depolama hacmi başına 0,07 kW nominal ısı girişi olarak belirtilir) eşitlik 4.3.35 kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$q_{B,S} = 2{,}0 + 0{,}033 \cdot V^{1,1} \qquad 4.3.35$$

$q_{B,S}$: Günlük bekleme ısıl kaybı, (kWh)
V : Nominal depolama kapasitesi, (lt)

Eski cihazlar için aşağıdaki değerler kullanılacaktır.

1985 öncesi (1985 dahil değil) $$q_{B,S} = 1{,}4 \cdot (2{,}0 + 0{,}033 \cdot V^{1{,}1})$$ 4.3.36

1985 – 1994 $$q_{B,S} = 2{,}0 + 0{,}033 \cdot V^{1{,}1}$$ 4.3.37

Burada depolama tankının nominal kapasitesinin maksimum 500 lt olabileceği varsayılmıştır. Nominal kapasitesi 500 lt'nin üzerinde depolama tankı gerekirse, bu birden fazla depolama tankı ile yapılabilir. Bu durumda herbir depolama tankının kaybı toplanır.

4.3.4 Isı üretimi

Kullanım sıcak suyunu ısıtmak için birkaç üreteç (örn. güneş, kazan, ısı pompası veya elektrikle boru ısıtma) olabilir. Tüm tüketiciler için toplam ısı ihtiyacı, tüm ısı üreteçlerinin toplam ısı çıktılarına karşılık gelir.

$$\sum_j Q_{w,outg,j} = \sum_k Q_{in,d,k}$$ 4.3.38

$Q_{w,outg,j}$: j üretecinin enerji çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{in,d,k}$: k dağıtım sisteminin enerji girdisi (ilgili aydaki), (kWh)

Birden fazla üreteç var ise dağıtım sisteminin toplam ısı ihtiyacı ($Q_{in,d,t}$) mevcut üreteçler arasında dağıtılır. Hesaplamalar $Q_{w,outg,j}$ baz alınarak her ısı üreteci j için ayrı ayrı yapılır.
Isı, ısıtma sistemine metodolojinin diğer kısımlarından (örn. egzoz havası ısı pompası (bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 3 veya Metodoloji Kısım III Bölüm 4) veya güneş ısısı) sağlanıyorsa, o zaman ısı üreteci ihtiyacı göz önüne alındığında bu da dikkate alınmalıdır. Karşılanması gereken kalan ısı ihtiyacı, ek ısı üreteci (örn. kazan) tarafından sağlanır.

$$Q^*_{w,outg} = Q_{w,outg} - Q_{w,sol} - Q_{rv,w,outg}$$ 4.3.39

$Q^*_{w,outg}$: Kalan ısıyı karşılayacak üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu sistemine olan üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{rv,w,outg}$: Kullanım sıcak suyu sistemi için konut havalandırma ünitesinin ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,sol}$: Kullanım sıcak suyu üretimi için güneş sisteminin enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)

Birden fazla ısı üreteci kullanılırsa, enerji üretiminde kullanıldıkları sıraya göre hesaplanır.

4.3.4.1 Kullanım sıcak suyunun ısıtılması için güneş enerjisi sistemleri

Bu dokümanda, güneş enerjisi sistemleri, kullanım sıcak suyu ısıtma sisteminin ısı ihtiyacını karşılamaya yönelik katkılarına göre enerji açısından dikkate alınır. Kullanım sıcak suyu sisteminin ısı ihtiyacı, sıcak su için gerekli ısıyı ve kontol ve yayılım, dağıtım ve depolamadan dolayı oluşan ısıl kayıpları kapsar.
Depolama kayıpları ($Q_{w,s}$) hesaplanırken, kullanım kolaylığı için sürekli tekrar ısıtılan bu depolama tanklarının ısıl kayıpları veya depolama sisteminin bir kısmı dikkate alınır.
Çift serpantinli güneş depolama sistemi için $Q_{w,s}$ değeri madde 4.3.3.1'den belirlenir. Güneş ısısını depolayan depolama tanklarından veya depolama sisteminin bir kısmından olan ısıl kayıplar güneş enerjisi katkısında ($Q_{w,sol}$) zaten dikkate alınmıştı.

Kullanım sıcak suyu ısıtmasına güneş sisteminin enerji katkısının ($Q_{w,sol}$) belirlenmesi

Güneş sisteminin kullanım sıcak suyunun ısıtılmasına yaptığı katkı bir düzeltme faktörü kullanılarak belirlenir. Düzeltme faktörü mevcut sistemdeki parametrelerin referans bir sistemdeki parametreler ile karşılaştırılması ile elde edilir. İlk önce parametreler tüm yıl boyunca elde edilir. Güneş sisteminden gelen katkının aylık olarak elde edilmesi ise yıllık olarak elde edilen verilerin aylara dağıtılması ile sağlanmaktadır.
Güneş sisteminin kullanım sıcak suyunun ısıtılmasına olan katkısı güneş 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 sistemlerde kullanım sıcak suyunun ısıtılması, güneş ısısının depolandığı çift serpantinli (bivalent) kullanım sıcak suyu depolama tankları tarafından sağlanır. Çift serpantinli kullanım sıcak suyu tankları birbirinden bağımsız olarak çalışan iki bölümden oluşmaktadır. Üst bölümde (bekleme kapasitesine ($V_{s,aux}$) sahip bekleme bölümü) minimum sıcaklık yedek ısıtma ile sağlanır. Bu depolama bölgesinden olan ısıl kayıplar ($Q_{w,s}$) olarak dikkate alınır. Yedek ısıtma, ısı değiştiricileri ya da doğrudan elektrikli ısıtıcılar tarafından yapılabilir. Depolama tankının alt kısmı ısı değiştiricisi kullanılarak güneş sistemi ile ısıtılır.
Büyük güneş enerjisi sistemleri: Bu sistemlerde güneş ısısının depolanması için en az bir tane kullanım sıcak suyu tankı ve ayrı bir tane güneş sistemi tampon depolama tankı vardır. Kullanım sıcak suyu depolama tankının ısıl kayıpları ($Q_{w,s}$) olarak dikkate alınır. Kullanım sıcak suyu depolama tankı, tampon depolama tankında depolanan güneş enerjisi kullanılarak veya ayrı bir üreteç (örn. kazan) ile ısıtılır. Tampon depolama tankı güneş ısısını depolamak için kullanılır ve bu tankın ısıl kayıpları zaten güneş enerjisi katkısı sırasında dikkate alınmıştır.
Her iki sistem için farklı referans sistemleri var olduğundan enerji katkısını belirlemede her biri için ayrı ayrı hesaplama yöntemi gereklidir.
Güneş sisteminin yıllık enerji katkısını belirlemek için depolama tankının bekleme ısıl kayıpları tüm yıl için toplanır.

$$Q_{w,s,a} = \sum_{Monate} Q_{w,s} \qquad 4.3.40$$

$Q_{w,s,a}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının yıllık bekleme ısıl kaybı, (kWh)

Güneş sisteminin katkısı, eşitlik 4.3.22'de verilen hesaplama yöntemi kullanılarak doğru bir şekilde belirlenmelidir. Referans kullanım sıcak suyu depolama tankının bekleme bölümünün ısıl kayıpları eklenmelidir.
Referans kullanım sıcak suyu depolama tankının değerleri referans hacim baz alınarak belirlenir.

$$V_{Ref} = \frac{Q_{w.b.d} \cdot f_N \cdot 860}{t_{Nutz,d} \cdot (\theta_{w,m} - \theta_k) \cdot \eta_s} \qquad 4.3.41$$

V_{Ref} : Referans depolama hacmi, (lt)
$Q_{w.b.d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)
$\theta_{w,m}$: Ortalama depolama tankı sıcaklığı (bkz. Tablo 4.2.1), (°C)
θ_k : Soğuk su sıcaklığı (bkz. Tablo 4.2.1), (°C)
η_s : Depolama tankı verimi (0,95 olarak alınacaktır)
$t_{Nutz,d}$: Günlük kullanım süresi, (h)
f_N : Verim faktörü.

Kullanım sıcak suyunun ısıtılmasında güneş sisteminin yıllık enerji katkısı eşitlik 4.3.42 ile hesaplanır.

$$Q_{w,sol,a} = Q_{sys} \cdot f_{NGA} \cdot f_{slr} \cdot f_{S,Vaux} \cdot f_{S,loss} + Q_{w,s,a} \qquad 4.3.42$$

$Q_{w,sol,a}$: Güneş sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)
Q_{sys} : Güneş kolektörlerinin referans yıllık enerji katkısı, (kWh)
f_{NGA} : Eğim ve doğrultu için düzeltme faktörü
f_{slr} : Güneş yükü oranı için düzeltme faktörü
$f_{S,Vaux}$: Tankın bekleme(stand-by) bölümündeki hacmi için düzeltme faktörü
$f_{S,loss}$: Depolama tankının ısı kaybı için düzeltme faktörü
$Q_{w,s,a}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının yıllık bekleme ısıl kayıpları, (kWh)

Kullanım sıcak suyu ısıtması için güneş sisteminin aylık enerji katkısı $Q_{w,sol}$ eşitlik 4.3.43 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_{w,sol} = f_M \cdot Q_{w,sol,a} \qquad 4.3.43$$

$Q_{w,sol}$: Güneş sisteminin enerji katkısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,sol,a}$: Güneş sisteminin yıllık enerji katkısı (kWh)
f_M : Güneş sisteminin yıllık enerji katkısını ilgili aylara dağılımını sağlayan faktör (bkz. Tablo 4.3.5)

Tablo 4.3.5 - Yıllık güneş enerjisi katkısının aylara dağılımı

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

Faktörleri hesaplamak için ay ay toplanan net ısı çıktısı ilk olarak $Q_{w,outg,a} = \sum_{Monate} Q_{w,outg}$ eşitliği kullanılarak belirlenir.

a)Güneş sisteminin yıllık enerji katkısının (Q_{sys}) belirlenmesi

Referans güneş sisteminin yıllık enerji katkısı (Q_{sys}) aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanır.
Küçük sistemler:

$$Q_{sys} = (271 \cdot \eta_0 - 18{,}8 \cdot k_1 - 653 \cdot k_2 + 172 \cdot IAM(50°) - 0{,}792 \cdot c - 20{,}7) \cdot A_c \qquad 4.3.44$$

Büyük sistemler:

$$Q_{sys} = (355 \cdot \eta_0 - 26{,}8 \cdot k_1 - 992 \cdot k_2 + 221 \cdot IAM(50°) - 0{,}655 \cdot c) \cdot A_c \qquad 4.3.45$$

Q_{sys} : Referans güneş sisteminin yıllık enerji katkısı, (kWh)
η_0 : Dönüştürme faktörü (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den)
k_1 : Isı kayıp katsayısı (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den), (W/m^{2}K)
k_2 : Isı kayıp katsayısı (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den), (W/m^{2}K)

$IAM(50°)$: $\Theta = 50°$ için geliş açısı düzeltme faktörü (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den) (vakum tüplü kolektörler için $IAM(50°) = IAM_L(40°) \cdot IAM_T(40°)$ şeklinde verilir)
c : Efektif ısı kapasitesi (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den), (kJ/kg K)
A_c : Kolektörün ışınıma maruz alanı (proje verilerinden), (m^2)

b)Eğim ve doğrultu için düzeltme faktörünün (f_{NGA}) belirlenmesi

Kolektör alanının eğim ve doğrultusu için düzeltme faktörü (f_{NGA}) Tablo 4.3.6'dan alınabilir. Tablo 4.3.6 büyük ve küçük güneş enerjisi sistemlerine uygulanır. Faktörü belirlemek için kolektör alanının hem eğim açısı hem de doğrultu açısı bilinmelidir.

Tablo 4.3.6 - Eğim ve doğrultu için düzeltme faktörü

f_{NA}		Güney doğrultusundan sapma açısı								
		Doğu: $\gamma = -90$			Güney: $\gamma = 0$			Batı: $\gamma = +90$		
		-90°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	90°
Kolektör alanının eğim açısı	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	0,977	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

c) Güneş yükü oranını dikkate alan düzeltme faktörünün (f_{slr}) belirlenmesi

Güneş yükü oranının etkisi eşitlik 4.3.46 ve 4.3.47'ye uygun olarak (f_{slr}) düzeltme faktörü vasıtasıyla dikkate alınır.

Küçük güneş enerjisi sistemleri için;

$$f_{slr} = -2{,}73 - 0{,}6 \cdot \ln\left(\frac{A_c}{Q_{w,outg,a}}\right) \qquad 4.3.46$$

Büyük güneş enerjisi sistemleri için;

$$f_{slr} = -2{,}9 - 0{,}6 \cdot \ln\left(\frac{A_c}{Q_{w,outg,a}}\right) \qquad 4.3.47$$

f_{slr} : Güneş yükü oranı (solar load ratio) için düzeltme faktörü
A_c : Kolektörün ışınıma maruz alanı (proje verilerinden veya Tablo 4.3.7'den), (m^2)
$Q_{w,outg,a}$: Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi için gerekli yıllık ısı (aylık değerlerin toplanması ile bulunur), (kWh)

d) Depolama tankının bekleme hacminin büyüklüğünü dikkate alan düzeltme faktörünün ($f_{S,Vaux}$) belirlenmesi

Depolama tankının bekleme hacminin büyüklüğünün etkisi eşitlik 4.3.48'de ($f_{S,Vaux}$) düzeltme faktörü ile dikkate alınır.

$$f_{S,Vaux} = 1{,}12 - 2{,}36 \cdot \frac{V_{s,aux}}{Q_{w,outg,a}} \qquad 4.3.48$$

$f_{S,Vaux}$: Bekleme (stand-by) hacmi için düzeltme faktörü
$V_{s,aux}$: Çift serpantinli depolama tankının bekleme bölümünün hacmi (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den), (lt)

Eşitlik 4.3.48'deki sapmadan dolayı büyük güneş enerjisi sistemleri için hesaplarda $f_{S,Vaux} = 1$ kullanılır.

e) Depolama tankının ısıl kayıplarını dikkate alan düzeltme faktörünün ($f_{S,loss}$) belirlenmesi

Depolama tankının ısıl kayıplarının etkisi eşitlik 4.3.49'da ($f_{S,loss}$) düzeltme faktörü ile dikkate alınır.

$$f_{S,loss} = 1{,}22 - 0{,}464 \cdot \sqrt{Q_{w,outg,a}} \cdot \frac{q_{B,s}}{V_{s,aux}} \qquad 4.3.49$$

$f_{S,loss}$: Depolama tankının ısıl kayıplarını dikkate alan düzeltme faktörü
$Q_{w,outg,a}$: Sıcak su ısıtma sisteminin ısı ihtiyacı, (kWh)
$q_{B,s}$: Çift serpantinli sıcak su depolama tankının bekleme (stand-by) ısıl kayıpları (ürün verilerinden veya Tablo 4.3.7'den), (kWh/d)
$V_{s,aux}$: Çift serpantinli sıcak su depolama tankının bekleme (stand-by) depolama hacmi (ürün verilerinden ve Tablo 4.3.7'den), (lt)

Eşitlik 4.3.49'daki sapmadan dolayı büyük güneş enerjisi sistemleri için hesaplarda $f_{S,loss} = 1$ kullanılır.

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Güneş sisteminin analizi için gerekli parametreler bilinmiyor ise, küçük güneş enerjisi sistemleri (A_{NGF} < 500 m^2) ve büyük güneş enerjisi sistemleri (A_{NGF} ≥ 500 m^2'den A_{NGF} = 3000 m^2'ye kadar) tarafından ısı ihtiyacını karşılamaya yönelik yapılan katkı Tablo 4.3.7'deki varsayılan değerler kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir. A_{NGF} > 3000 m^2 olan binalara güneş sisteminin katkısı detaylı bir şekilde hesaplanmalıdır.

Tablo 4.3.7 - Varsayılan değerler

Değişken	Açıklama	Birim	Düz kolektör			Vakum tüplü kolektör		
			1998'den sonra (1998 dahil değil)	1990-1998 arası	1990'dan önce (1990 dahil değil)	1998'den sonra (1998 dahil değil)	1990-1998 arası	1990'dan önce (1990 dahil değil)
η_0	Dönüşüm faktörü	-	0,77	0,75	0,72	0,71	0,7	0,65
k_1	Isı kayıp katsayısı	W/m^{2}K	3,5	4,0	4,5	1,0	1,2	1,5
k_2	Isı kayıp katsayısı	W/m^{2}K	0,02	0,02	0,02	0,009	0,01	0,01
$IAM(50^o)$	Geliş açısı 50°	-	0,9	0,9	0,9	0,99	0,99	0,99
c	Efektif ısı kapasitesi	kJ/m^{2}K	6,4	6,4	6,4	11,0	11,0	11,0
A_c	Kolektörün ışınıma maruz 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 doğrultu açısı	derece	-20					
$V_{s,aux}$	Depolama tankının bekleme kısmının hacmi	lt	Bkz. bölüm 4.3.3.1.1					
$V_{s,sol}$	Depolama tankının güneş kısmının (alt) hacmi	lt	$V_{s,sol} = 2 \cdot (L_G \cdot B_G \cdot n_G)^{0,9}$					
$q_{B,s}$	Çift serpantinli depolama tankının bekleme ısıl kayıpları	kWh/d	Bkz. bölüm 4.3.3.1					
	Ayrı bir depolama tankının bekleme ısıl kayıpları	kWh/d	Bkz. bölüm 4.3.3.1					

Güneş pompasının çalışması için destek enerjisi

Yüzey alanına bağlı güneş pompasının destek enerjisi eşitlik 4.3.50 kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{w,g,aux} = 0{,}001 \cdot P_{P,sol} \cdot t_{P,sol} \qquad 4.3.50$$

$Q_{w,g,aux}$: Güneş pompası için gerekli destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$P_{P,sol}$: Güneş pompasının nominal güç tüketimi, (W)
$t_{P,sol}$: Güneş pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Tasarım planlamasının yokluğundan dolayı yukarıdaki parametreler bilinmiyor ise, güneş pompasının destek enerjisi aşağıdaki sınır koşulları kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir.
Güneş pompasının destek enerjisi : $Q_{w,g,aux} = 0{,}05 \cdot Q_{w,sol}$ (ilgili aydaki), (kWh)

4.3.4.2 Sıcak su hazırlanmasında ısı pompaları

Hesaplamalar, her ay için aşağıda verilen yöntem veya uygun, kabul görmüş bir simülasyon programı kullanılarak gerçekleştirilebilir.
Aşağıdaki hesaplama yönteminde, ısı pompasının enerji tüketimi ve mevsimsel performans faktörü üzerinde etkisi olan aşağıdaki fiziksel faktörler dikkate alınır.

- Isı pompasının tipi (hava-su, salamura-su, su-su ve hava-hava tipi ısı pompaları);
- Sistem yapılandırmaları (kullanım sıcak suyu ısıtılması ve çalışma modu);
- Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı;
- Isı kaynağındaki ve ısı kuyusundaki sıcaklık dalgalanmalarının ısı pompasının performans katsayısına ve gücüne olan etkisi;
- Kısmı yük çalışma etkileri (çevrim kayıpları)
- Isı pompasının çalışmasında ihtiyaç duyulan destek enerjisi;
- Kurulumu yapılan depolama tankları nedeniyle olan sistem kayıpları.

Yukarıdaki girdiler baz alınarak aşağıdaki çıktılar hesaplanır.

- Üretecin ısı çıktısını sağlayacak gerekli enerji ($Q_{w,f}$) (elektrik gücü ya da yakıt);
- Isı pompasının toplam ısıl kayıpları ($Q_{l,g}$);
- Isı pompasının çalışması için gerekli destek enerji ($Q_{w,g,aux}$);
- Isı pompasının toplam geri kazanılabilir ısıl kayıpları ($Q_{rl,g}$).

Yanma tahrikli ısı pompaları tahrik kayıplarının bir kısmı ısı pompası çıkışına yerleştirilen ısı değiştirici vasıtasıyla geri kazanılabilir. $Q_{rd,mot,g}$, egzoz gazı ve soğutma sisteminden ısı geri kazanımı için tasarlanan sisteme ve verimine bağlı ısı pompasının bir karakteristiğidir.
Ürün verisi yok ise, $p_{rd,mot}$ = 0,4 değeri, uygun motor soğutması olan gaz motoru ile tahrik edilen ısı pompaları için varsayılan değer olarak alınabilir. Tüm diğer ısı pompaları için ürün verisinin yokluğunda $p_{rd,mot}$ = 0 alınır.

$$p_{rd,mot} = \frac{Q_{rd,mot,g}}{Q_{w,f}} \qquad 4.3.51$$

$p_{rd,mot}$: Üretece verilen, geri kazanılan yakıt girdisinin oranı
$Q_{rd,mot,g}$: Motordan geri kazanılan enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için kullanılan enerji (ilgili aydaki), (kWh)

Başka bir üreteç tarafından ek ısı sağlanırsa (örn. bir güneş sistemi), o zaman eşitlik 4.3.39'da $Q_{w,outg}$ ile $Q^*_{w,outg}$ yer değiştirmelidir.

4.3.4.2.1 Kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı

Isı pompasının enerji performansı hangi şartlar altında kullanıldığına bağlı olarak çok değişiklik göstermektedir. Özellikle ısı kaynağının ve ısı kuyusunun sıcaklığına doğrudan bağlıdır. Isı kaynağının sıcaklığı (örn. dış hava) tek bir ay içinde büyük ölçüde değişebilir. Isı pompalarının enerji

performansının değerlendirilmesi bu nedenle her ay için tek bir adımda gerçekleştirilmez ancak ilgili ay için ısı kaynağı sıcaklığının dağılım sıklığı dikkate alınır.

Isı kaynağı dış hava olan ısı pompaları: Isı kaynağı dış hava olan ısı pompalarının hesaplama yöntemi bu nedenle dış hava sıcaklık dağılımının değerlendirilmesine bağlıdır. Bir ay içinde belirli bir dış hava sıcaklığının meydana geldiği sıklık 1K aralıklarla verilir.

Isı pompasının performans katsayısı ve ısı çıktısı ölçümleri genellikle sadece belli sıcaklık kombinasyonları için mevcuttur. Dış hava sıcaklığının sıklık dağılımı sıcaklık sınıflarına (bins) bölünür. Her sıcaklık sınıfı (bin) bir üst sıcaklık (θ_{upper}) ve bir alt sıcaklık (θ_{lower}) ile sınırlıdır. Her sıcaklık sınıfında (bin) ısı pompasının tasarım çalışma koşulları her sıcaklık sınıfının (bin) orta noktasındaki çalışma noktaları ile karakterize edilir.

Çalışma noktaları, TS EN 14511 (tüm kısımlar) de belirtilen test koşullarını sağlayacak şekilde seçilir. İki sıcaklık sınıfı (bin) arasındaki sıcaklık sınırları, yaklaşık olarak iki çalışma noktası arasının ortasında olacak şekilde seçilir ve tam sayıya yuvarlatılır.

Her sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının ısı çıktısı ve performans katsayısı, TS EN 14511 (tüm kısımlar) deki test düzeneği ölçümleri baz alınarak değerlendirilir. Gerekli ısı üreteç ısı çıktısı ile ısı pompası tarafından verilen ısı arasındaki farkın, ikinci bir üreteç tarafından sağlanma ihtiyacı olabilir. Isı pompasının çalışması ile ilgili kayıplar ve destek enerjisi güç tüketimi her sıcaklık sınıfı (bin) için hesaplanır.

Bir hesaplama süresi (ay) için toplam sonuç, her sıcaklık sınıfı (bin) sonuçlarından elde edilir.

Kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı tüm ay için hesaplanır ve ilgili aya eşit şekilde dağıtılır. Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı, sıcaklık sınıfı (bin) büyüklüğü (zaman) ve o aydaki kullanım sıcak suyu toplam enerji çıktısı kullanılarak eşitlik 4.3.52 ile hesaplanır.

$$Q_{w,outg,i} = Q_{w,outg} \frac{n_{hours,i}}{n_{hours,t}} \qquad 4.3.52$$

$Q_{w,outg,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$n_{hours,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de her aydaki saatlerin toplam sayısı, (h)

$n_{hours,t}$: Toplam saatlerin sayısı (kullanım sıcak suyu çalışması için 8760 saat), (h)

Tablo 4.3.8 – Aylık saatlerin toplamı ($n_{hours,i}$) - her bir sıcaklık sınıfında (bin)

Aylar	Sıcaklık sınıfı (bin)	w-7	w2	w7	w10	w20	Aylık toplam saat sayısı ($n_{hours,i}$)
	Test noktası	-7	2	7	10	20	
	Sıcaklık sınırları °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

Diğer ısı kaynaklı ısı pompalarına aşağıdaki yöntem uygulanır.

- Isı kaynağı egzoz havası : Egzoz havası ısı pompaları 20°C kaynak sıcaklığı için boyutlandırılır ve çalıştırılır. Sıcaklık sınıfları (bins) kullanım sıcak suyu ısıtması veriminin hesaplanması için gerekli değildir; değerlendirme 20°C'daki ölçümler baz alınarak gerçekleştirilir.
- Isı kaynağı toprak : Sıcaklık sınıfı (bin) 0°C tüm üreteç ısı çıktısına uygulanır.
- Isı kaynağı yer altı suyu : Sıcaklık sınıfı (bin) 10°C ağırlık faktörü 1'e sahiptir.
- Isı kaynağı ısı geri kazanımlı egzoz havası: Isı geri kazanımından dolayı olan sıcaklık düşmesi dikkate alınır. Isı geri kazanımın egzoz havası ısı pompası öncesine yerleştirildiği üniteler için egzoz havası sıcaklığı, söz konusu sıcaklık sınıfında (bin) her ay için odanın tasarım sıcaklığı ve ısı geri kazanımın veriminden hesaplanır.

Genel kabul görmüş teknik kurallara göre belirlenmiş ısı değiştirici verimi, mümkün olan maksimum sıcaklık artışı ile ilgili olarak besleme havası sıcaklık artışını karakterize eder. Isı değiştirici çalışma karakteristiklerinin yanı sıra, elektrik donanımlarından (örn. fanlar ve kontroller) yayılan ısı da ısı değiştirici verimini etkiler. Kaçak kayıpları maksimum müsaade edilebilir sınırlar içerisinde olmalıdır ve donanımın yüzeylerinden olan ısıl kayıplar da dikkate alınır. Ek olarak, donma çalışması sırasındaki havalandırma ünitelerinin performansı, havalandırma sistemi havanın ön ısıtılması için kabul görmüş teknik kurallara göre donma olmadan (ve hijyenik) besleme havası akışı sağlayan toprak kaynaklı ısı pompası ile donatılmadıkça dikkate alınmalıdır. Isı değiştiricisi verimi yukarıda belirtilenleri dikkate almaz ve besleme ve egzoz hava debileri sabit bir debi sağlamak için uygun bir donanımla ayarlanmaz ise ısı değiştirici verimi %9 azaltılacaktır.
Egzoz havası verimi ölçümleri (TS EN 308'den) hiçbir şey çıkarılmadan kullanılır.

$$\theta_{Fortluft,mth} = \theta_{ex} - (\theta_{ex} - \theta_e) \cdot \eta_{WÜT,mth} \qquad 4.3.53$$

$\theta_{Fortluft,mth}$: Egzoz havası sıcaklığı, (°C)
θ_{ex} : Mahalden atılan egzoz havası sıcaklığı, (°C)
θ_e : Dış hava sıcaklığı, (°C)
$\eta_{WÜT,mth}$: Isı geri kazanımını dikkate alan ısı değiştiricisi verimi (ilgili aydaki),

Varsayılan değerler

Toprak – besleme havası ısı değiştiricisi olmayan ısı değiştiricisi verimi : $\eta_{WÜT,mth} = 0{,}60$
Toprak – besleme havası ısı değiştiricisi olan ısı değiştiricisi verimi : $\eta_{WÜT,mth} = 0{,}67$

Sıcaklık sınıfları (bins) için ağırlık faktörleri eşitlik 4.3.52 kullanılarak hesaplanır.

Yedek (back-up) ısıtma sistemli (ikinci üreteç) kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı

İkinci üreteç tarafından sağlanması gereken kullanım sıcak suyu enerji ihtiyacının oranı, ısı pompasının verebileceği enerji ile çıkılabilecek bir sıcaklık sınırı baz alınarak belirlenir. Bu sıcaklık sınırının üstünde kalan enerji yedek sistem tarafından sağlanır.

$$Q_{w,b,bu} = \rho_w \cdot c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{w,m} - \theta_{upper,hp}) \qquad 4.3.54$$

$Q_{w,b,bu}$: Yedek (back-up) sistemin kullanım sıcak suyuna sağladığı enerji miktarı (ilgili aydaki), (kWh);
ρ_w : Suyun yoğuniuğu, (kg/m^3);
V_w : Kullanım sıcak suyunun hacmi (yüklenmiş), (m^3);
c_w : Suyun özgül ısı kapasitesi, (J/kgK);
$\theta_{upper,hp}$: Isı pompasının çalışması sırasında sıcak suyun çıkabileceği üst sıcaklık sınırı, (°C)
$\theta_{w,m}$: Kullanım sıcak suyunun ortalama çıkış sıcaklığı, (°C)

Kullanım sıcak suyu üretimi için yedek sistem tarafından sağlanan enerji oranı eşitlik 4.3.55 ile hesaplanır.

$$p_{bu,w} = \frac{Q_{w,b,bu} + Q_{w,f,bu,t}}{Q_{w,outg}} \qquad 4.3.55$$

$p_{bu,w}$: Yedek sistem (ikinci üreteç) tarafından sağlanan kullanım sıcak suyu için gerekli enerjinin oranı

$Q_{w,b,bu}$: Yedek sistem (ikinci üreteç) tarafından sağlanan kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh);

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

$Q_{w,f,bu,t}$: Isı pompasının çalışma süresindeki sınırlamadan dolayı yedek ısıtma için enerji kullanılması (ilgili aydaki), (kWh)

Yedek ısıtma sistemi ile kurulan ısı pompaları için ikinci üretecin katkısı en az %5'tir veya eşitlik 4.3.55 ile doğru bir şekilde belirlenebilir.

4.3.4.2.2 Kullanım sıcak suyu çalışmasında ısı pompasının gücü ve performans katsayısı (COP)

4.3.4.2.2.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları

Sistem sınırları içerisinde kullanım sıcak suyu depolama tankı içeren ısı pompalı kullanım sıcak suyu sistemleri TS EN 255-3'e göre sistem testine tabi tutulur. Dış hava – su ısı pompaları için kaynak sıcaklığı A2, salamura – su ısı pompaları için B0 ve su – su ısı pompaları için kaynak sıcaklığı W10 olacak şekilde test düzeneğinde ölçümler gerçekleştirilir.
Test düzeneği ölçümlerinden bulunan performans katsayıları ($COP_{w,t}$), depolama kayıpları ve doldurma pompalarını içeren kullanım sıcak suyu sistemlerine uygulanır. Musluktan kullanım sıcak suyu almadan (bekleme durumu) depolama tankının tekrar doldurulmasındaki enerji kayıpları dikkate alınmaz. TS EN 255-3 depolama ve bekleme kayıplarını telafi etmek için destek güç tüketimi sağlar.
Kaynak sıcaklığındaki dalgalanmalardan dolayı, $COP_{w,t}$ Metodoloji Kısım III Bölüm 1 Ek A'da açıklandığı gibi ekserjitik veya Carnot verimi baz alınarak düzeltilir.
Ortalama kaynak sıcaklığı, ortalama aylık dış hava sıcaklığından belirlenir.

Tablo 4.3.9 - Ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu için ortalama kaynak sıcaklığı

Ortalama dış hava sıcaklığı °C	Ortalama salamura sıcaklığı °C	Ortalama yeraltı suyu sıcaklığı °C
20	4,5	12,0
10	3,0	10,7
7	2,6	10,2
5	2,3	10,0
2	1,8	9,6
0	1,5	9,3
-2	1,2	9,0
-5	0,8	8,6
-7	0,5	8,4
-10	0,0	8,0

Tablo 4.3.10 - Ortalama aylık dış hava sıcaklığına bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu için ortalama kaynak sıcaklığı

Aylar	Ortalama dış hava sıcaklığı (°C)	Ortalama salamura sıcaklığı (°C)	Ortalama yeraltı suyu sıcaklığı (°C)
Ocak	5	2,3	10,0
Şubat	6	2,4	10,1
Mart	7	2,6	10,3
Nisan	12	3,4	11,0
Mayıs	16	4,1	11,8
Haziran	21	4,7	13,5
Temmuz	23	4,4	14,7
Ağustos	23	4,4	14,7
Eylül	20	4,7	13,0
Ekim	16	4,1	11,8
Kasım	12	3,4	11,0
Aralık	8	2,7	10,4

Kullanım sıcak suyu sistemlerinin sadece kuyu sıcaklıkları yıl içerisinde çok az değişir, çünkü suyun kullanım sıcaklığı mevsime veya dış hava sıcaklığına bağlı değildir.

Isı kaynağı egzoz havası

Havalandırma sisteminden veya bodrum katından atılan egzoz havası ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. Öncesine ısı değiştiricisi yerleştirilen egzoz havası sistemi kullanıldığı zaman, ısı kaynağı sıcaklığının hesaplanması gerekir (bkz. eşitlik 4.3.56).
Egzoz havası ısı pompalarının hesapları, elektrikle tahrik edilen hava – su ısı pompalarındaki gibi, hesaplanan bir değer yok ise Tablo 4.3.11'de verilen tüm yıl boyunca sabit ısı kaynağı sıcaklıkları ile yapılır.

Tablo 4.3.11 - Egzoz havası sistemleri için kaynak sıcaklıkları

Egzoz havası	20°C (veya iç ortam ayar sıcaklığı)
Bodrum	15°C

Isı kaynağı ısı geri kazanımlı egzoz havası

Egzoz havası ısı pompası öncesine ısı geri kazanımı yerleştirilen üniteler için, egzoz havası sıcaklığı, odanın tasarım sıcaklığı ve ısı geri kazanımın veriminden söz konusu sıcaklık sınıfı (bin) için aylık hesaplanır.
Genel kabul görmüş teknik kurallara göre belirlenmiş ısı değiştirici verimi, mümkün olan maksimum sıcaklık artışı ile ilgili olarak besleme havası sıcaklık artışını karakterize eder. Isı değiştirici çalışma karakteristiklerinin yanı sıra, elektrik donanımlarından (örn. fanlar ve kontroller) yayılan ısı da ısı değiştirici verimini etkiler. Kaçak kayıpları maksimum müsaade edilebilir sınırlar içerisinde olmalıdır ve donanımın yüzeylerinden olan ısıl kayıplar da dikkate alınır. Ek olarak, donma çalışması sırasındaki havalandırma ünitelerinin performansı, havalandırma sistemi havanın ön ısıtılması için kabul görmüş teknik kurallara göre donma olmadan (ve hijyenik) besleme havası akışı sağlayan toprak kaynaklı ısı pompası ile donatılmadığında dikkate alınmalıdır. Isı değiştiricisi verimi yukarıda belirtilenleri dikkate almaz ve besleme ve egzoz hava debileri sabit bir debi sağlamak için uygun bir donanımla ayarlanmaz ise ısı değiştirici verimi %9 azaltılacaktır.
Egzoz havası verimi ölçümleri TS EN 308'den hiçbir şey çıkarılmadan kullanılır.

$$\theta_{Fortluft,mth} = \theta_{ex} - (\theta_{ex} - \theta_e) \cdot \eta_{WÜT,mth} \qquad 4.3.56$$

$\theta_{Fortluft,mth}$: Egzoz havası sıcaklığı, (°C)
θ_{ex} : Mahalden atılan egzoz havası sıcaklığı (Tablo 4.3.11'den alınabilir), (°C)
θ_e : Dış hava sıcaklığı (4.3.10), (°C)
$\eta_{WÜT,mth}$: Isı geri kazanımını dikkate alan ısı değiştiricisi verimi (ilgili aydaki),

Varsayılan değerler

Toprak – besleme havası ısı değiştiricisi olmayan ısı değiştiricisi verimi : $\eta_{WÜT,mth} = 0{,}60$
Toprak – besleme havası ısı değiştiricisi olan ısı değiştiricisi verimi : $\eta_{WÜT,mth} = 0{,}67$

Isıtmadan gelen değerlerin interpolasyonu

Bir ısı pompası için sadece TS EN 14511-2 veya TS EN 14511-3'den alınan değerler mevcut ise, performans katsayısı (COP) ortalama 45°C besleme sıcaklığı için bu değerlerden belirlenir.

4.3.4.2.2.2 Yanma tahrikli ısı pompaları

Hesaplamalar, genel kabul görmüş test laboratuvarı test ölçümleri baz alınarak yapılır.
Yanma tahrikli ısı pompalarının ilk çalıştırma kayıpları, TS EN 255-3'ten alınan performans katsayısında (COPw,t) dikkate alınmıştır ve düzeltmeye gerek yoktur.
Motor tahrikli ısı pompaları olması durumunda, motor soğutmasından ve/veya baca gazından geri kazanılan ısı enerjisi, ünitenin tasarımına bağlı olarak ya binanın ısıtma ihtiyacının karşılanmasına ya da kullanım sıcak suyu ısıtmasına katkıda bulunmak için kullanılabilir.
Kullanım sıcak suyu ısıtması için kullanılabilir ısı enerjisi motorun bir karakteristiğidir ve ürün verisi olarak ifade edilir.

4.3.4.2.3 Isı pompasının çalışma süresi

Isı pompasının çalışma süresi ihtiyaç duyulan ısı miktarına ve çalışma koşullarındaki (ısı kaynağı sıcaklığı ve ısıtma suyu gidiş-dönüş sıcaklıkları) ısı yüküne bağlıdır. İhtiyaç duyulan ısı miktarı binanın ısı yüküne, dağıtım sistemine ve iç yüklere bağlıdır. Her bir sıcaklık sınıfındaki (bin) çalışma süresi eşitlik 4.3.57'den belirlenir.

$$t_{ON,g,i} = \frac{Q_{w,outg,i}}{\Phi_{g,i}} \quad 4.3.57$$

$t_{ON,g,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h);
$Q_{w,outg,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki kullanım sıcak suyu için net üreteç ısı çıktısı(ilgili aydaki), (kWh);
$\Phi_{g,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompası üretecinin ısı çıktısı, (kW).

Burada aşağıdaki sınır koşulları geçerlidir.

$$t_{M,ON} \geq \sum_{T-Klassen} t_{ON,g,i} \quad 4.3.58$$

$t_{M,ON}$: Isı pompasının çalışabileceği maksimum süre (ilgili aydaki), (h).

ve

$$Q_{w,f,bu,t} = \max\left(0, \left(\sum_{bin}(t_{ON,g,i}) - t_{M,ON}\right)\right) \cdot \frac{\sum \Phi_{g,i}}{n_{bin}} \quad 4.3.59$$

$Q_{w,f,bu,t}$: Isı pompasının çalışma süresindeki sınırlamadan dolayı yedek ısıtma için enerji kullanılması (ilgili aydaki), (kWh)
$t_{ON,g,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompasının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h);
$t_{M,ON}$: Isı pompasının çalışabileceği maksimum süre (ilgili aydaki), (h);
$\Phi_{g,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki ısı pompası üretecinin ısı çıktısı, (kW).
n_{bin} : Hesaba katılan sıcaklık sınıfı adedi

Isı pompasının çalışabileceği maksimum süre Tablo 4.3.8'de verilmektedir. Eşitlik 4.3.59, ilgili sıcaklık sınıflarındaki (bins) orantılı çalışma süresini sınırlar. Isı pompasının hem mahal ısıtması hem de kullanım sıcak suyu ısıtmasında kullanıldığı yerlerde, mahal ısıtması için çalışabileceği maksimum süre çalışma sürelerinin toplamıyla da sınırlanabilir.
Çalışma süresi eşitlik 4.3.59'dan elde edilen çalışabileceği maksimum süreden büyük ise, mahal ısıtması ve kullanım sıcak suyu ısıtması için çalışma süreleri ısı pompası kontrol sistemi aksini öngörmediği sürece aynı saat sayısı ile azaltılır.

4.3.4.2.3.1 Gaz motoru tahrikli ısı pompaları

Hesaplamalar, genel kabul görmüş test laboratuvarı test ölçümleri baz alınarak gerçekleştirilir.

4.3.4.2.4 Üreteç ısıl kayıpları

Harici herhangi bir sıcak su depolama tankı kurulumu yapılmış olabilir. Bu durumda kayıplar $Q_{l,w,s} = Q_{w,s}$ eşitliği kullanılarak hesaplanır ve her bir sıcaklık sınıfına (bin) aşağıdaki gibi dağıtılır.

$$Q_{w,g,s,i} = Q_{w,s} \cdot \frac{t_i}{t_{Nutz,T} \cdot d_{Nutz,mth}} \quad 4.3.60$$

$Q_{w,g,s,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de depolama tankından çevreye olan ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh);
$Q_{w,s}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının bekleme ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh);
t_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki süre (ilgili aydaki), (h)
$t_{Nutz,T}$: Günlük kullanım saatleri sayısı;
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyunun kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)

Sadece ölçülmüş değerler (TS EN 14511-2 veya TS EN 14511-3'den) mevcut ise, eşitlik 4.3.61'e göre kayıpları telafi etmek için gerekli güç, ısı pompasının 55°C besleme sıcaklığındaki performans katsayısından (COP) belirlenir.

$$P_{es,i} = \frac{Q_{w,g,s,i}}{COP_i} \quad 4.3.61$$

$Q_{w,g,s,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de depolama tankından çevreye olan ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh);
$P_{es,i}$: Kullanım sıcak suyu depolama tankının ısıl kayıplarını telafi etmek için güç girdisi, (W);
COP_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'de 55°C besleme sıcaklığındaki performans katsayısı

Sıcak su depolama tank olan ısı pompası için ölçülmüş değerler (TS EN 255-3'den) mevcut ise, eşitlik 4.3.62 kullanılır.

$$Q_{w,g,s,i} = \frac{COP_{t,w} \cdot P_{es} \cdot t_i}{1000} \qquad 4.3.62$$

$Q_{w,g,s,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de depolama tankından çevreye olan ısı kaybı (ilgili aydaki), (kWh);
$COP_{t,w}$: Kullanım sıcak suyu çalışma performans katsayısı;
P_{es} : Kullanım sıcak suyu depolama tankının ısıl kayıplarını telafi etmek için güç girdisi, (W);
t_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki süre, (h).

Diğer üreteç ısıl kayıpları

Elektrikle tahrik edilen ısı pompaları olması durumunda başka kayıplar dikkate alınmaz. Yanma tahrikli ısı pompaları için test düzeneği sonuçlarından alınan veriler veya ürün verileri kullanılmalıdır.

4.3.4.2.5 Kullanım sıcak suyu için toplam enerji tüketiminin hesaplanması

4.3.4.2.5.1 Elektrik tahrikli ısı pompaları

Kullanım sıcak suyu için destek güç tüketimi eşitlik 4.3.63 ile hesaplanabilir.

$$Q_{w,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{(1-p_{bu,w}) \cdot Q_{w,outg,sin,i}}{COP_{w,t,sin,i}} + P_{es,sin,i} \cdot t_i + \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{(1-p_{bu,w}) \cdot Q_{w,outg,combi,i}}{COP_{w,t,combi,i}} + P_{es,combi,i} \cdot t_i \qquad 4.3.63$$

$Q_{w,f,1}$: Kullanım sıcak suyu çalışmasında ısı pompasının enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{bu,w}$: Yedek sistem (ikinci üreteç) tarafından sağlanan kullanım sıcak suyu için geri kazanılabilir enerjinin oranı
$Q_{w,outg,sin,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ısı pompasının kullanım sıcak suyu çalışmasında kullanılması durumunda) (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg,combi,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ısı pompasının kullanım sıcak suyu çalışmasında ve mahal ısıtılmasında kullanılması durumunda) (ilgili aydaki), (kWh)
$COP_{w,t,sin,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de sadece kullanım sıcak suyu çalışmasında ısı pompasının performans katsayısı (ortalama çalışma koşullarındaki performans katsayısıdır)
$COP_{w,t,combi,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu çalışmasında ve mahal ısıtılmasında ısı pompasının performans katsayısı (ortalama çalışma koşullarındaki performans katsayısıdır)
$P_{es,sin,i}$: Sadece kullanım sıcak suyu çalışmasında, kullanım sıcak suyu depolama tankının ısıl kayıplarını telafi etmek için destek güç tüketimi, (kW)
$P_{es,combi,i}$: Kullanım sıcak suyu çalışması ve mahal ısıtılması durumunda, kullanım sıcak suyu depolama tankının ısıl kayıplarını telafi etmek için destek güç tüketimi, (kW)
t_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'deki süre (ilgili aydaki), (h)
n_{bin} : Sıcaklık sınıfı (bin) sayısı.

4.3.4.2.5.2 Gaz motoru tahrikli ısı pompaları

Her sıcaklık sınıfı (bin) için ısı pompasının yakıt enerji girdisi eşitlik 4.3.64 ile hesaplanır.

$$Q_{w,f,1} = \sum_{i=1}^{n_{bin}} \frac{(1-p_{w,i}) \cdot Q_{w,outg,i} - k_{rd,g} \cdot Q_{w,g,aux,i}}{COP_i} \cdot f_{H_s/H_i} \qquad 4.3.64$$

$Q_{w,f,1}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtma çalışmasında ısı pompasının (gaz) enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{w,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu üretimi için motor egzoz ısısından geri kazanılan enerjinin oranı
$Q_{w,outg,i}$: Isıtma sistemi için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$k_{rd,g}$: Isıl enerji olarak geri kazanılan destek enerjinin oranı ($k_{rd,g} = 0$)
$Q_{w,g,aux,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtma çalışmasında ısı pompasının destek enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
COP_i : Sıcaklık sınıfı (bin) i'de mahal ısıtma çalışmasında ısı pompasının performans katsayısı (ortalama çalışma koşullarındaki performans katsayısıdır)

f_{H_s/H_i} : Kullanılan yakıtın üst ısıt değerinin alt ısıl değerine oranı
n_{bin} : Sıcaklık sınıfı (bin) sayısı.

Kullanım sıcak suyu üretimi için ısıtma veya soğutma çalışmasında geri kazanılan enerji oranı

Gazla çalışan havadan suya ısı pompaları göz önüne alındığında, kullanım sıcak suyu için enerji motorun soğutulmasından geri kazanılıyorsa dikkate alınmaz. Hesaplamalar eşitlik 4.3.65 ile yapılır.

$$p_{w,i} = \frac{Q_{rd,mot,g,i}}{Q_{w,outg,i}} \qquad 4.3.65$$

$p_{w,i}$: Kullanım sıcak suyu üretimi için motordaki fazla ısıdan geri kazanılan enerjinin oranı
$Q_{rd,mot,g,i}$: Motordaki atık ısıdan geri kazanılan ısı enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg,i}$: Sıcaklık sınıfı (bin) i'de kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)

4.3.4.2.6 Destek enerjisi

Birincil devre için sadece tahrik enerjisi dikkate alınır. İkincil devre için destek enerjisi zaten TS EN 14511'den (tüm kısımlar) elde edilen sonuçların içerisindedir; harici kullanım sıcak suyu depolama tankının herhangi bir ek basınç kaybı dikkate alınmaz.
Bu nedenle destek enerji aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_{w,g,aux} = 0{,}001 \cdot \Phi_{prim,aux} \cdot t_{ON,w,aux} \qquad 4.3.66$$

$Q_{w,g,aux}$: Toplam destek enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$\Phi_{prim,aux}$: Birincil devrenin güç ihtiyacı, (W)
$t_{ON,w,aux}$: Destek elemanlarının çalışma süresi (ilgili aydaki), (h)

Destek elemanın çalışma süresi ($t_{ON,aux}$) tüm sıcaklık sınıflarındaki (bins) ısı pompasının çalışma süreleri toplamıdır ($t_{on,g,i}$).
Destek elemanın güç tüketimi bilinmiyor ise, eşitlik 4.3.67 ile hesaplanır.

$$\Phi_{prim/sek,aux} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta_{aux} \cdot 3600} \qquad 4.3.67$$

$\Phi_{prim,aux}$: Birincil devrenin güç ihtiyacı, (W)
$\Phi_{sek,aux}$: İkincil devrenin güç ihtiyacı, (W)
Δp : Sırasıyla birincil veya ikincil devredeki basınç düşümü, (Pa)
$\dot{V}$: Hacimsel debi, (m^3/h)
η_{aux} : Dolaşım pompasının verimi. Dolaşım pompasının verimi TS EN 14511'de (tüm kısımları) $\eta_{aux} = 0{,}3$ olarak tanımlanır.

Havadan suya ısı pompaları

Havadan suya ısı pompaları tek bir ünite gibi test edildiği için kaynak tarafındaki fanın destek enerjisi TS EN 14511'e (tüm kısımlar)göre yapılan ölçümlerde zaten alınmıştır. Havadan suya ısı pompalarında ek destek enerjisi dikkate alınmaz.

Salamuradan suya ısı pompaları

Salamuradan suya ve sudan suya ısı pompaları olması durumunda evaporatördeki iç basınç düşümlerini yenmek için gerekli destek enerji, TS EN 14511'deki (tüm kısımlar) test düzeneği ölçümlerinde performans katsayısının (COP) içinde dikkate alınmıştır. Isı kaynağı sistemindeki basınç düşümünü yenmek için kaynak pompasının eksik destek enerjisi eşitlik 4.3.67 kullanılarak dikkate alınmalıdır. Değer mevcut değil ise, 40 kPa basınç düşümü kullanılacaktır.

4.3.4.2.7 Yedek sistemin enerji tüketimi

$$Q_{w,f,bu} = Q_{w,outg} \cdot P_{w,bu} + Q_{w,f,bu,t} \qquad 4.3.68$$

$Q_{w,f,bu}$: Kullanım sıcak suyu için ikinci ısı üretecinin enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili ayaki), (kWh)

$P_{w,bu}$: İkinci ısı üretecinin kullanım sıcak suyu üretimindeki payı
$Q_{w,f,bu,t}$: Isı pompasının çalışma süresinin sınırlanmasından dolayı gelen yedek ısıtmanın enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh).

4.3.4.2.8 Toplam enerji tüketimi

Toplam destek güç tüketimi, eşitlik 4.3.69'a göre herbir ısı pompasının ve ikinci ısı üretecin destek güç tüketimleri değerlerinin toplamıdır.

$$Q_{w,f} = Q_{w,f,1} + Q_{w,f,bu} \qquad 4.3.69$$

$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu çalışmasında enerji kullanımı (su pompası ve yedek ısıtma sistemi) (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,f,1}$: Kullanım sıcak suyu çalışmasında ısı pompasının enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,f,bu}$: Kullanım sıcak suyu çalışmasında ikinci ısı üretecinin enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh).

4.3.4.2.9 Çevre ısısının katkısı

Isıtma için kullanılan çevre ısısı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$Q_{w,in} = Q_{w,outg} - Q_{w,f} + Q_{w,g} \qquad 4.3.70$$

$Q_{w,in}$: Çevre ısısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,outg}$: Isıtma sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu çalışmasında ısı pompasının enerji kullanımı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,g}$: Kullanım sıcak suyu sisteminin kurulumu yapıldığı mahale olan üretim ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh).

4.3.4.2.10 Üreteç altsisteminin mevsimsel performans faktörü

Herbir çalışma modu için (örn. mahal ısıtma ve kullanım sıcak suyu) mevsimsel performans faktörü, sağlanan enerjinin ilgili oranları ile ağırlıklandırılarak toplam yıllık performans faktörü ile birleştirilebilir. Toplam mevsimsel performans faktörü aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$SPF_{g,t,a} = \frac{\sum_{Monate} Q_{w,outg} + Q_{w,g,s}}{\sum_{Monate} Q_{w,F} + Q_{w,aux}} \qquad 4.3.71$$

$SPF_{g,t,a}$: Isı pompasının mevsimsel performans faktörü
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyuna üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,f}$: Kullanım sıcak suyu için verilen enerji (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,g,s}$: Üreteç sisteminin depolama kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)

4.3.4.3 Elektrikli ani su ısıtıcıları

Bu cihazların ısıl kayıpları eğer 1980 yılından önce yapılmışsa harcadığı enerjinin %1'i olarak tahmin edilmektedir; 1980 yılı ve sonrasında yapılan cihazlar için harcadığı enerjinin %0'ı olarak tahmin edilmektedir. Destek enerji ihtiyacının olmadığı varsayılmaktadır ($Q_{w,g,aux}$ = 0 kWh/mth).

1980 öncesi $$Q_{w,f} = 1{,}01 \cdot Q_{w,outg} \qquad 4.3.72$$

1980 ve sonrası $$Q_{w,f} = 1{,}0 \cdot Q_{w,outg} \qquad 4.3.73$$

Kullanım sıcak suyu ısı üretimi için verilen enerji ($Q_{w,f}$) enerji dengesi hesaplarında doğrudan kullanılır.

4.3.4.4 Çok kazanlı sistemler

Çok kazanlı sistemler Metodoloji Kısım III Bölüm 1 e göre hesaplanacaktır.

4.3.4.5 Kullanım sıcak suyu ısı üretimi için harcamanın belirlenmesi

Mahal ısıtma sistemleri için ısı üretimi Metodoloji Kısım III Bölüm 1 de ele alınmıştır. Aynı üreteç kullanılıyor ise, takip eden hesaplamalarda sadece çalışma süresi dikkate alınır.

Diğer taraftan ısıtma sistemine ısı metodolojinin diğer bölümlerinden (örn. egzoz havası ısı pompası bkz. Metodoloji Kısım III Bölüm 3 veya Metodoloji Kısım III Bölüm 2) sağlanıyorsa, o zaman üreteç tarafından sağlanan ısı hesaplanırken bu da dikkate alınır.
Birden fazla ısı üreteci kullanıldı ise ısı üretiminde kullanıldığı sıraya göre hesaplanacaktır.Bir bina veya bina zonu için maksimum üreteç ısı çıktısı (mahal ısıtması, kullanım sıcak suyu ısıtması, konut havalandırma ve iklimlendirmesi için) paralel durumda gerekli tüm yüklerin toplamı veya öncelikli işletmedeki en büyük yüktür.

$$\dot{Q}_{N,max} = \max\left(\sum \dot{Q}_{N,gl}, \dot{Q}_{Vorrang}\right) \qquad 4.3.74$$

4.3.4.5.1 Yakıt yakan sistemler (kazanlar)

Bir kazanın ısı kaybı ve destek enerjisi ($Q_{TW,g,aux}$), nominal ısı gücü ($\dot{Q}_N$), nominal güçteki verim ($\eta_{100\%}$), bekleme ısıl kaybı ($q_{B,70}$) ve kazanın destek ünitelerinin elektrik gücü (P_{aux}) baz alınarak hesaplanır. Bu değerler ya ölçümlerden (örn. TS EN 304, TS EN 303-5, TS EN 297 veya TS EN 656 veya TS EN 625'e göre) belirlenir ya da ürün verileri mevcut değilse varsayılan değerler kullanılabilir.
Güneş sistemi tarafından ek ısı sağlanır ise, o zaman eşitlik 4.3.41'de $Q_{w,outg}$ ile $Q^*_{w,outg}$ yer değiştirmelidir.
Verim ($\eta_{100\%}$), bekleme ısıl kaybı ($q_{B,70}$) ve nominal ısı gücü ($\dot{Q}_N$) temelinde hesaplama dönemindeki kazanın ısıl kaybı ($Q_{w,g}$) iki bileşenden oluşur: tam yükte çalışmada ısı üretimi ($Q_{w,outg}$) sırasında meydana gelen ısıl kayıplar ($Q_{w,g,100\%}$) ve bekleme ısıl kaybı (Q_B).

$$Q_{w,g} = Q_{w,g,100\%} \cdot t_{w,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} + Q_{B,w} \cdot \left(d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}\right) \qquad 4.3.75$$

$d_{h,rB} > d_{Nutz,mth}$ ise $d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}$ farkı sıfırdır.

$$Q_{w,g,100\%} = \frac{\left(f_{H_s/H_i} - \eta_{k,100\%}\right)}{\eta_{k,100\%}} \cdot \frac{Q_{w,outg}}{d_{Nutz,mth}} \qquad 4.3.76$$

$$Q_{B,w} = \frac{q_{B,\theta} \cdot \dot{Q}_N}{\eta_{k,100\%}} \cdot \left(t_{Nutz,T} - t_{w,100\%}\right) \cdot f_{H_s/H_i} \qquad 4.3.77$$

$Q_{w,g}$: Kazanın ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,g,100\%}$: Kazanın günlük ısıl kayıpları, (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu üretimi için ısı üreteci tarafından sağlanan ısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{B,w}$: Kazanın çalışmadığı durumdaki günlük bekleme güç kaybı, (kWh)
f_{H_s/H_i} : Yakıtın üst ısıl değerinin alt ısıl değerine oranı
$t_{w,100\%}$: Kazanın nominal ısı gücünde kullanım sıcak suyu üretimi için günlük çalışma süresi, (h)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu için kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)
$d_{h,rB}$: Aylık tasarım çalışma süresi, (d)
$t_{Nutz,T}$: Günlük kullanım süresi, (h)

Yukarıdaki eşitlikte;

$$q_{B,\theta} = \frac{q_{B,70} \cdot (\theta_{g,m} - \theta_i)}{(70-20)} \qquad 4.3.78$$

$q_{B,70}$: 70°C ortalama sıcaklıkta bekleme ısıl kayıpları, (kW)
$\theta_{g,m}$: Bekleme sırasındaki ortalama kazan sıcaklığı, (°C)
θ_i : Ortam sıcaklığı (Tablo 4.3.1'den), (°C)

Ortalama kazan sıcaklığı yedek sistemin kullanıldığı kullanım sıklığına bağlıdır (yani sıcak su gereksiniminin büyüklüğüne).

Basitleştirmek için bekleme süresi sırasında dolaşımlı sistemler için ortalama kazan sıcaklığı $\theta_{g,m} = 50°C$ olarak alınır. Dolaşım suyu ısıtıcıları, birleşik kazanlar ve dolaşım sistemi olmayan sistemler veya dolaşım sistemi olup kapalı durumda olan sitemler için ortalama kazan sıcaklığı $\theta_{g,m} = 40°C$ olarak alınır.
Burada $t_{w,100\%}$ şu şekilde verilir.

$$t_{w,100\%} = \frac{Q_{w,outg}}{\dot{Q}_N \cdot d_{Nutz,mth}} \quad 4.3.79$$

$t_{w,100\%}$: Nominal ısı gücünde kullanım sıcak suyu için kazanın günlük çalşma süresi, (h)
$Q_{w,outg}$: Üretecin ısı çıktı kapasitesi (ilgili aydaki), (kWh)
$\dot{Q}_N$: Üretecin nominal ısı gücü, (kW)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu için kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)

Üretecin kurulumunun ısıtılan zona yapılmasından dolayı üretecin cidarından olan kayıplar yani kontrolsüz ısı kazançları aşağıdaki gibi dikkate alınır.
Gaz yakıtlı atmosferik kazanlar;

$$q_{s,\theta} = 0{,}5 \cdot q_{B,\theta} \quad 4.3.80$$

Tüm diğer kazanlar;

$$q_{s,\theta} = 0{,}75 \cdot q_{B,\theta} \quad 4.3.81$$

Böylece hesaplama dönemindeki ışınım kayıplarının ($Q_{l,w,g}$) toplamı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_{l,w,g} = \frac{q_{s,\theta} \cdot \dot{Q}_N}{\eta_{k,100\%}} \cdot \left(\left(t_{Nutz,T} - t_{w,100\%} \right) \cdot \left(d_{Nutz,mth} - d_{h,rB} \right) + t_{w,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} \right) \quad 4.3.82$$

$d_{h,rB} > d_{Nutz,mth}$ ise $d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}$ farkı sıfırdır.

$Q_{l,w,g}$: Toplam ışınım kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$t_{w,100\%}$: Kazanın nominal ısı gücünde kullanım sıcak suyu ısıtması için günlük çalışma süresi, (h)
$t_{Nutz,T}$: Günlük kullanım süresi, (h)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu için kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)
$d_{h,rB}$: Tasarım çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)

4.3.4.5.2 Isı üretecinin çalışması için destek enerjisi

Kazanın çalışması için destek enerji kazanın destek güç tüketimi (P_{aux}) baz alınarak hesaplanır. Kurulumu yapılabilecek herhangi bir pompa burada dikkate alınmamaktadır.

$$Q_{w,g,aux} = P_{aux,100\%} \cdot t_{w,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} + P_{aux,SB} \cdot \left(24 - t_{w,100\%}\right) \cdot \left(d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}\right) \quad 4.3.83$$

$d_{h,rB} > d_{Nutz,mth}$ ise $d_{Nutz,mth} - d_{h,rB}$ farkı sıfırdır.

$Q_{w,g,aux}$: Kazanın nominal ısı gücündeki destek enerji ihtiyacı (ilgili aydaki), (kWh)
$P_{aux,100\%}$: Kazanın destek güç tüketimi (ilgili aydaki), (kW)
$P_{aux,SB}$: Bekleme modunda destek güç tüketimi, (kW)
$t_{w,100\%}$: Kazanın nominal ısı gücünde kullanım sıcak suyu ısıtması için günlük çalışma süresi, (h)
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)
$d_{h,rB}$: Tasarım çalışma süresi (ilgili aydaki), (d)

Varsayılan değerler için sınır koşulları

Kazan nominal ısı gücü $\dot{Q}_N$, (kW)

$$\dot{Q}_N = 0{,}42 \cdot \left(\frac{Q_{w,b,d}}{0{,}036}\right)^{0{,}7} \text{ ya da birleşik kazanlar için 24 kW} \quad 4.3.84$$

$Q_{w,b,d}$: Kullanım sıcak suyu için günlük enerji ihtiyacı, (kWh)

Kazan aynı zamanda mahal ısıtması için kullanıldığı sürece, daha büyük nominal güce sahip kazan gereklidir.

Tasarım hesaplarının olmamasından dolayı yukarıdaki parametreler bilinmiyor ise, ısı üretiminin ısıl kayıpları aşağıdaki sınır koşulları ve yaklaşımlarla yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Verim ($\eta_{100\%}$), 70°C test sıcaklığında kazan nominal gücünün $\dot{Q}_N$ (kW) bir fonksiyonudur (kazan nominal gücü 400 kW'a kadar, ancak kazan nominal gücü 400 kW üzerinde ise 400 kW nominal gücündeki verim kullanılır).

$$\eta_{k,100\%} = \frac{\left(A + B \cdot \log\left(\dot{Q}_N\right)\right)}{100} \qquad 4.3.85$$

Tablo 4.3.12 - Verim faktörleri

Kazan tipi		Üretim yılı	Faktör A	Faktör B
Standart kazanlar	Çift 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
	Gaz yakıtlı atmosferik kazan	1978'den önce	79,5	2
		1978-1994 arası	82,5	2
		1994'ten sonra	85	2
	Cebri çekişli 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
	Brülörü daha sonra değiştirilebilir (gaz/sıvı yakıt) cebri çekişli ısıtma kazanı	1978'den önce	82,5	2
		1978-1994 arası	84	2
		1994'ten sonra	85	2
	Biyokütleli kazan Sınıf 3 Sınıf 2 Sınıf 1	1994'ten sonra	67	6
		1994'ten sonra	57	6
		1994'ten sonra	47	6
Düşük sıcaklık kazanları	Gaz yakıtlı atmosferik kazan	1978-1994 arası	85,5	1,5
		1994'ten sonra	88,5	1,5
	Cebri çekişli ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1987'den önce	84	1,5
		1987-1994 arası	86	1,5
		1994'ten sonra	88,5	1,5
	Brülörü daha sonradeğiştirilebilir (gaz/sıvı yakıt) cebri çekişli ısıtma kazanı	1987'den önce	86	1,5
		1987-1994 arası	86	1,5
		1994'ten sonra	88,5	1,5
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı yakıt /gaz)	Standart	1987'den önce	89	1
		1987-1994 arası	91	1
		1994'ten sonra	92	1
	Geliştirilmiş	1999'dan sonra	94	1

İyileştirilmiş yoğuşmalı kazanlar için varsayılan değerler birincil enerji kullanımını hesaplamak için kullanılırsa, gerçekten kurulumu yapılan kazanın verimi en az yukarıda belirtilen kadar olmalıdır.

Dolaşımlı su ısıtıcıları için aşağıdakiler uygulanır.

Dolaşımlı su ısıtıcıları 11 kW, 18 kW ve 24 kW

-1987 öncesi (1987 dahil değil) : $\eta_{100\%}$ = %86
-1987 – 1992 arası : $\eta_{100\%}$ = %88

Mevcut kazanların baca gazı kayıpları biliniyor ise, o zaman sınır koşullarını koruyarak kazan verimi $\eta_k = 100 - q_A - q_{St}$ ($\eta_{k,100\%} = \eta_k$) eşitliği ile yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Kazanın ışınım kaybı (q_{St}) kazanın nominal ısı gücünün bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi verilir.

$$q_{St} = \frac{\left(G \cdot (\dot{Q}_N)^H\right)}{100} \qquad 4.3.86$$

Tablo 4.3.13 - Işınım kayıp faktörleri

Kazan tipi	Üretim yılı	Faktör G	Faktör H
Çift 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			
Gaz yakıtlı atmosferik kazan	1978'e kadar	12,0	-0,35
	1978'den sonra	9,0	-0,45
Cebri çekişli ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	1978'e kadar	12,0	-0,4
	1978'den sonra	9,0	-0,37
Düşük sıcaklık kazanları			
Gaz yakıtlı atmosferik kazan	_	9,0	-0,45
Dolaşımlı su ısıtıcısı (birleşik kazan 11 kW, 18 kW ve 24 kW)	_	9,0	-0,6
Cebri çekişli ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	_	7,0	-0,4
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı yakıt/gaz)	_	5,5	-0,4

Kazanın bekleme (stand-by) ısıl kaybı ($q_{B,70}$) kazanın nominal gücünün bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi verilir.

$$q_{B,70} = \frac{\left(E \cdot (\dot{Q}_N)^F\right)}{100} \qquad 4.3.87$$

Tablo 4.3.14 - Bekleme (stand-by) ısı faktörleri

Kazan tipi	Üretim yılı	Faktör E	Faktör F
Çift 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			
Gaz yakıtlı atmosferik kazan	1978'den önce	8,0	-0,27
	1978-1994 arası	7,0	-0,30

	1994'ten sonra	8,5	-0,4
Cebri çekişli 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 sıcaklık kazanları			
Gaz yakıtlı atmosferik kazan	1994'e kadar	6,0	-0,32
	1994'ten sonra	4,5	-0,4
Dolaşımlı su ısıtıcıları (11 kW, 18 kW ve 24 kW)	1994'e kadar	$q_{B,70^oC} = 0,022$	
Birleşik kazanlar KSp[b]	1994'ten sonra	$q_{B,70^oC} = 0,022$	
Birleşik kazanlar DL[a]	1994'ten sonra	$q_{B,70^oC} = 0,012$	
Cebri çekişli 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	$q_{B,70^oC} = 0,022$	
Birleşik kazanlar DL[a] (11 kW, 18 kW ve 24 kW))	1994'ten sonra	$q_{B,70^oC} = 0,012$	
[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 kazanların hesaplamalarında net alan maksimum 500 m^2 yi aşmamalıdır..
Ani ısıtıcılar aynı düşük sıcaklık kazanları gibi ele alınır.
Kazanın destek güç tüketimi (P_{aux}) kazanın nominal ısı gücünün bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi verilir.

$$P_{aux,x} = \frac{\left(G+H\cdot(Q_N)^n\right)}{1000} \qquad 4.3.88$$

Tablo 4.3.15 - Destek enerjisi faktörleri

Kazan tipi	Destek güç tüketimi	Faktör G	Faktör H	Faktör n
1994'ten beri				
Üflemeli brülörlü kazan	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Atmosferik brülörlü kazan (250 kW'a kadar)	$P_{aux,100}$	40	0,35	1
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Atmosferik brülörlü kazan (250 kW ve üstü)	$P_{aux,100}$	80	0,7	1
	$P_{aux,SB}$	15	0	0
Tüm diğer kazanlar				
Çift yakıtlı kazan	$P_{aux,100}$	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				
Gaz yakıtlı atmosferik kazanlar	$P_{aux,100}$	40	0,148	1

	$P_{aux,SB}$	15[a]	0	0
Cebri çekişli ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,SB}$	20[a]	0	0
Düşük sıcaklık kazanları				
Gaz yakıtlı atmosferik kazanlar	$P_{aux,100}$	40	0,148	1
	$P_{aux,SB}$	15[a]	0	0
Dolaşımlı su ısıtıcıları	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[a]	0	0
Cebri çekişli ısıtma kazanı (gaz/sıvı yakıt)	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[a]	0	0
Yoğuşmalı kazanlar (sıvı yakıt/gaz)	$P_{aux,100}$	0	45	0,48
	$P_{aux,SB}$	15[a]	0	0
[a] Eğer elektrikle çalışan kazan kontrolü varsa, diğer durumlarda $P_{aux,SB} = 0$ dır.				

Elektrikle çalışan kazan kontrolü var ise, o zaman $P_{aux,SB}$ = 0,02 kW'dır.

4.3.4.6 Doğrudan yakmalı depolu su ısıtıcıları (gaz)

Gaz kullanan doğrudan yakmalı depolu su ısıtıcısı için dikkate alınması gereken kayıp kazan gibi hesaplanır.
Üreteç verimi ($\eta_{100\%}$) TS EN 89'a göre %82 kabul edilecektir.
Böylece ısıl kayıp ($Q_{w,g}$) kazan veriminden ($\eta_{100\%}$) ve ilgili hesaplama dönemindeki nominal ısı gücünden $\dot{Q}_N$ belirlenir.

$$Q_{w,g} = Q_{w,g,100\%} \cdot d_{Nutz,mth} \quad \text{(ilgili aydaki)} \quad \text{(kWh)} \qquad 4.3.89$$

$$Q_{w,g,100\%} = \frac{\left(f_{H_S/H_I} - \eta_{100\%}\right)}{\eta_{100\%}} \cdot \frac{Q_{w,outg}}{d_{Nutz,mth}} \quad \text{(ilgili aydaki)} \quad \text{(kWh)} \qquad 4.3.90$$

$Q_{w,g}$: Aşırı çekişte depolu su ısıtıcısının ısıl kayıpları (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,g,100\%}$: Aşırı çekişte depolu su ısıtıcısının günlük ısıl kayıpları, (kWh)
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu sistemine üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
f_{H_S/H_I} : Yakıtın üst ısıl değerinin alt ısıl değerine oranı
$d_{Nutz,mth}$: Kullanım sıcak suyu için kullanım süresi (ilgili aydaki), (d)

Başka bir veri yok ise nominal ısı gücü aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\dot{Q}_N = 0{,}82 \cdot (0{,}027 \cdot V + 2{,}5) \quad \text{(kW)} \qquad 4.3.91$$

Basitleştirmek için destek enerji gereksinimi $Q_{w,g,aux} = 0$ alınabilir.

4.3.4.7 Bölgesel ısıtma

Daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonunun (substation) ısı kaybı aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$Q_{w,g} = H_{DS} \cdot (\theta_{DS} - \theta_i) \qquad 4.3.92$$

$$H_{DS} = B_{DS} \cdot (\Phi_{DS})^{1/3} \quad \Phi_{DS} \text{ (kW)}, H_{DS} \text{ (kWh/K a)} \qquad 4.3.93$$

$$\theta_{DS} = D_{DS} \cdot \theta_{pim,DS} + (1 - D_{DS}) \cdot \theta_{sek,DS} \qquad 4.3.94$$

$\theta_{pim,DS}$ ve $\theta_{sek,DS}$ için sırasıyla daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonunun (substation) birincil ve ikincil tarafındaki ortalama sıcaklıklar kullanılacaktır. 4.3.92 – 4.3.94 arası eşitlikler sayısal eşitliklerdir. Daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonunun (substation) nominal ısı gücü Φ_{DS} kW birimindedir Tablo 4.3.16 ve Tablo 4.3.17'deki sayısal değerler kullanılır.

Tablo 4.3.16 - Daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonu (substation) tipi ve birincil tarafın sıcaklığının bir fonksiyonu olarak D_{DS} değeri

Daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonu (substation) tipi	Birincil devre tasarım sıcaklığı $\theta_{pim,DS}$ (°C)	D_{DS}
Sıcak su – düşük sıcaklık	105	0,6
Sıcak su – yüksek sıcaklık	150	0,4
Düşük basınçlı buhar	110	0,5
Yüksek basınçlı buhar	180	0,4

Tablo 4.3.17 - Daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonu (substation) tipi ve yalıtım sınıfının bir fonksiyonu olarak B_{DS} katsayısı

		TS EN 12828'e göre daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonunun (substation) bileşenlerinin yalıtım sınıfı			
İstasyon tipi	İkincil tarafın yalıtımı	4,0	3,0	2,0	1,0
	Birincil tarafın yalıtımı	5,0	4,0	3,0	2,0
	Sıcak su – düşük sıcaklık	3,5	4,0	4,4	4,9
	Sıcak su – yüksek sıcaklık	3,1	3,5	3,9	4,3
	Düşük basınçlı buhar	2,8	3,2	3,5	3,9
	Yüksek basınçlı buhar	2,6	3,0	3,3	3,7

Prensip olarak sistemi aylık bazda dikkate almak mümkündür. Bu genel olarak çok karmaşık olduğu için hesaplama dönemi olarak bir yıl seçilmesi tavsiye edilir ve sonraki hesaplarda yıl boyunca değiştirilmemiş ısıl kayıplar dikkate alınacaktır. Bazı durumlarda yaz ve kış için ayrı değerlerin hesaplanması faydalı olabilir.
Daire içi ısıtma ve kullanım sıcak suyu istasyonunun (substation) destek enerjisi ihmal edilmiştir. Binanın ısıtma sisteminin besleme sıcaklığı merkezi bir kontrol sistemi tarafından kontrol ediliyor ise, ilgili ayda $Q_{h,g,aux}$ = 10 kWh değeri alınabilir.

4.3.4.8 Bileşik ısı ve güç sistemleri

Bileşik ısı ve güç sistemi vasıtasıyla bina içerisinde üretilen ısı Metodoloji Kısım III Bölüm 5 de ele alınmıştır.

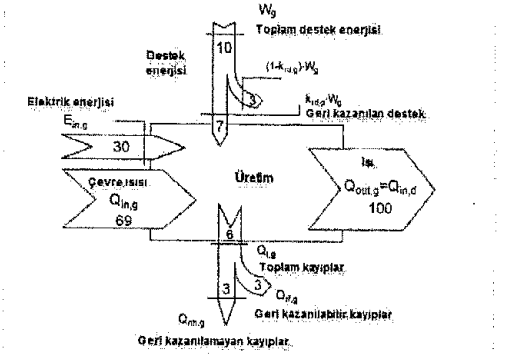
EK A

ISITMA İHTİYACINI KARŞILAMAK İÇİN ENERJİ KULLANIMI

A.1 GENEL BİLGİ

A.1.1 Hesaplama yönteminin prensipleri

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

A.2 ELEKTRİK TAHRİKLİ ISI POMPALARI

Aşağıdaki eşitlik üreteç alt sistemi için ısıl kayıplar cinsinden enerji dengesini vermektedir.

$$Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{w,g,aux} - Q_{w,in} \qquad \text{A.1}$$

$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,g}$: Isı üretimindeki kayıplar (ilgili aydaki), (kWh)
$k_{rd,g}$: Destek enerji sistemlerinden geri kazanılan enerji oranı,
$Q_{w,g,aux}$: Üreteç çalışması için destek giriş enerjisi (ilgili aydaki), (kWh)
$Q_{w,in}$: Çevre ısısı (ilgili aydaki), (kWh)

Destek sisteminin geri kazanılmış enerji oranı dikkate alınmamıştır, bu yüzden $k_{rd,g} = 0$ dır.
Isı pompasının çalışmasındaki enerji ($Q_{w,f}$), TS EN 14511'e (tüm bölümleri) göre kurulan test düzeneğinden alınan ölçüm sonuçlarıdır. Dikkate alınanlar, ısı pompası evaporatöründeki (ısı kaynağı) ve kondenser (ısıtma) iç basınç düşümlerini yenecek kaynak ve kuyu pompalarının destek enerjisi aynı zamanda kontrol, buz çözme (defrosting) ve kurulumu yapılabilecek herhangi yedek ısıtma sistemi destek enerjisidir.

A.3 YANMA TAHRİKLİ ISI POMPALARI

Yanma tahrikli ısı pompalarında üreteç alt sistemi için enerji dengesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{w,f} = \frac{Q_{w,out,g} + Q_{h,g} - k_{rd,g} \cdot Q_{w,g,aux} - Q_{w,in}}{1 + p_{rd,mot}} \qquad \text{A.2}$$

$Q_{w,out,g}$: Isı üretimindeki toplam kayıplar, (ilgili aydki), (kWh)
$Q_{h,g}$: Üreteç alt sistemindeki kayıplar (ilgili aydaki), (kWh)
$p_{rd,mot}$: Üretece sağlanan geri kazanılmış yakıt girişi oranı,
$k_{rd,g}$: Destek enerji sistemlerinden geri kazanılan enerji oranı,

$Q_{w,g,aux}$: Isı pompasının çalışması için gerekli destek enerji girdisi, (kWh)
$Q_{w,in}$: Çevre ısısı (ilgili aydaki), (kWh)

Destek sisteminin geri kazanılmış enerji oranı dikkate alınmamıştır, bu yüzden $k_{rd,g} = 0$ dır.

EK B

ISI POMPALARI

B.1 Kullanım sıcak suyu ısı pompalarının performans katsayısı ($COP_{w,t}$)

Kullanım sıcak suyu ısı pompalarında varsayılan değerler su sıcaklığının 55°C olduğu durum için uygulanmaktadır.

Tablo B.1 – Sıcak su sıcaklığı 50°C olduğundaki kullanım sıcak suyu ısı pompalarının performans katsayısı için varsayılan değer

Test noktası	$COP_{w,t}$
BO/[a]	3,06
[a] Depolama tankının doldurma sırasındaki değişen kuyu sıcaklığını tanımlar	

B.2 Depolama kayıplarını telafi etmek için elektriksel enerji girdisi (P_{es})

Kullanım sıcak suyu ısı pompalarında varsayılan değerler su sıcaklığının 50°C olduğu durum için uygulanmaktadır.

Tablo B.2 - Depolama tankı kayıplarını telafi etmek için elektriksel enerji girdisi varsayılan değerleri

Test noktası	Depolama sıcaklığı (°C)	P_{es} (W)
BO/[a]	55	55
BO/[a]	50	49
BO/[a]	45	42
[a] Depolama tankının doldurma sırasındaki değişen kuyu sıcaklığını tanımlar		

B.3 Egzoz havası kullanım sıcak suyu ısı pompaları ve egzoz havası/besleme havası kullanım sıcak suyu ısı pompaları

TS EN 255-3'e göre hazırlanan test düzeneği ölçüm sonuçları bilinmiyor ise, o zaman basitleştirmek için ısı geri kazanımı olmayan sistemlerin performans katsayısı aşağıdaki gibi alınabilir.

$$COP_{w,t} = 3,8 \qquad \text{B.1}$$

Sıcak suyun sıcaklığı 50°C'dır.

B.4 Bodrum katı egzoz havası kullanım sıcak suyu ısı pompaları

TS EN 255-3'e göre hazırlanan test düzeneği ölçüm sonuçları bilinmiyor ise, o zaman basitleştirmek için ısı geri kazanımı olmayan sistemlerin performans katsayısı aşağıdaki gibi alınabilir.

$$COP_{w,t} = 3,4 \qquad \text{B.2}$$

Sıcak suyun sıcaklığı 50°C'dır.

EK C

KULLANIM SICAK SUYU ISITMA İHTİYACINI $Q_{w,b}$ KARŞILAYACAK SİSTEMLERİN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

C.1 Genel bilgi

Kullanım sıcak suyu ısıtma ihtiyacını karşılayacak sistemlerin hesaplaması aynı sistem tarafından kullanım sıcak suyu ile birlikte besleniyorsa tüm bina için gerçekleştirilir. Binanın farklı bölümleri farklı sistemler tarafından besleniyorsa veya farklı amaçla kullanılıyorsa (örn. yaşam mahalleri ve ofis mahalleri), o zaman bu alanlar ayrı ayrı hesaplanacaktır.
Hesaplamanın ana ünitesi kullanım sıcak suyu ana besleme hattıdır. Bu birkaç zona genişleyebilir o zaman bu farklı bir şekilde dikkat gerektirebilir. Kullanım sıcak suyu besleme hattı genellikle, en az bir ısı üreteci, gerekli olduğu yerlerde depolama tankı, dikey ana besleme borusu ve en az bir kontrol ve yayılım içerir. Kullanım sıcak suyu besleme hattı hesaplanabilir en küçük ünitedir.

C.2 Örnek hesaplamalar

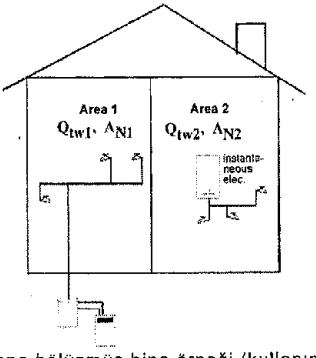
Aşağıda birkaç örnek hesaplama verilmektedir.

Örnek 1 : Bir alan ve bir besleme hattından oluşan bina

Hesaplamalar bölüm 4.1.3.1'e göre yapılır.

Örnek 2 : İki alan ve her alan için bir besleme hattından oluşan bina

Bir bina farklı sistemlerden oluşan alanlara bölünmüş ise, kullanım sıcak suyu için ısıtma enerji ihtiyacı ($Q_{w,b}$) alanlara bölünür (örn. net alana göre). Benzer alanlar birlikte gruplanabilir (örn. iki tip daireye sahip apartman).

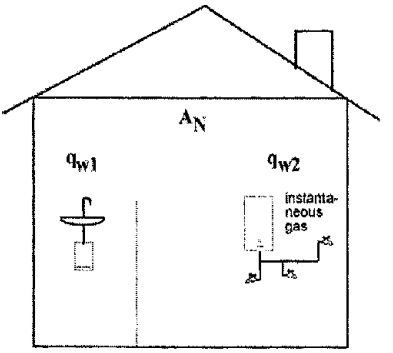


Şekil C.1 — Birkaç alana bölünmüş bina örneği (kullanım sıcak suyu ısıtması)

NOT: Şekil C.1'de $Q_{tw,1} = Q_{w,b,1}$ ve $Q_{tw,2} = Q_{w,b,2}$ varsayılmıştır; $A_{N,1}$ ve $A_{N,2}$ silinecektir.

Örnek 3 : Bir alan ve birkaç besleme hattından oluşan bina

Bir alan birkaç kullanım sıcak suyu hattından besleniyor ise, her hat ayrı ayrı hesaplanacaktır (örn. banyodaki tüm sıcak su musluklarını besleyecek ani gazlı su ısıtcılı daire ve elektrikli lavabo altı su ısıtıcısı tarafından mutfağın ve misafir tuvaletinin merkezi olmayan beslemesi



Şekil C.2 – Binanın birkaç kullanım sıcak suyu besleme hattına bölünme örneği (merkezi olmayan besleme)

Kullanım sıcak suyu için ısıtma enerji ihtiyacı ($Q_{w,b}$) besleme hatlarına ilgili oranlarda dağıtılır.

EK D

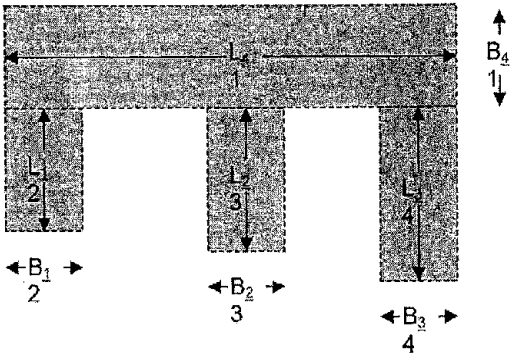
BİNALARIN BOYUTLANDIRILMASI

D.1 Genel bilgi

Binaların boyutlandırılması uzunluk, genişlik ve aynı zamanda katların yükseklikleri ve sayısı ile tarif edilmektedir. Dikdörtgen şeklinde olmayan binalar olması durumunda, burada örnek olarak bir dizi boyutlandırma parametreleri gösterilmektedir.

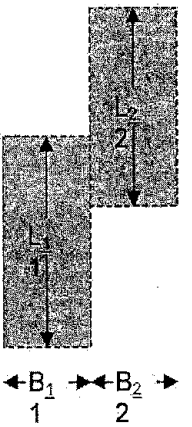
Tek tek boyutların toplanmasıyla binanın toplam uzunluğu (L_G) ve genişliği (B_G) bulunur.

$$L_G = \sum_i L_i \text{ ve } B_G = \frac{\sum_i L_i B_i}{L_G} \qquad \text{D.1}$$



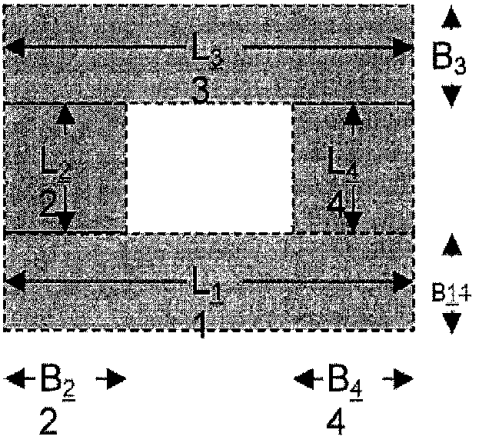
a) Örnek 1

Şekil D.1 – Bina geometrisi



b) Örnek 2

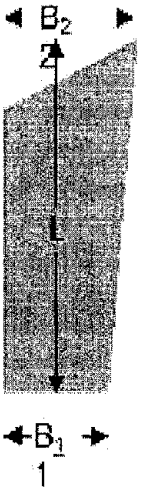
Şekil D.1 Bina geometrisi (devam)



c) Örnek 3

Şekil D.1 Bina geometrisi (devam)

Alternatif olarak, d örneğindeki gibi ortalama değerler kullanılabilir: $B_G = \frac{\sum_i B_i}{i}$



d) Örnek 4

Şekil D.1 Bina geometrisi (devam)

EK E

ÇALIŞMA SAATLERİ TABLOLARI

Tablo E.1. Konut dışı binalarda kullanma ve çalışma zamanları

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Kullanma ve çalışma zamanları								
Sıra 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
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 E.2. Konut dışı binalarda kullanım sıcak suyu için enerji ihtiyaçları

Kullanım sıcak suyu üretimi için enerji ihtiyacı ($q_{w,b,d}$)			Referans alan	Gün içinde kullanılan pik musluk sayısı (n_{SP})
Kullanım Şekli	Enerji ihtiyacı	Spesifik alan (Wh/m^2d)		
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 dükkanı/ departman deposu	1 kWh (günlük çalışan kişi başı)	10	Satış alanları	1
Atölye, endüstri faliyetleri (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 E.3 - Ortalama aylık güneş ışınımı

Yön	Açı (Derece)	Ortalama aylık güneş ışınımı (W/m^2)												Yıllık değer (kWh/m^2)
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak-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
	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

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III .

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

İçindekiler

6. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER
6.1 Terimler ve tanımlar
6.1.1 Destek enerji
6.1.2 Bina entegrasyonlu fotovoltaik sistemler
6.1.3 Net güç üretimi
6.1.4 Pik güç
6.1.5 Geri kazanılabilir sistem ısıl kaybı
6.1.6 Geri kazanılmış kayıp
6.1.7 İnşaat alanında üretilen yenilenebilir enerji
6.1.8 Yenilenebilir enerji
6.1.9 Güneş ışınımı
6.1.10 Bir alan üzerine düşen güneş enerjisi ışınımı
6.1.11 Sistem ısıl kaybı
6.1.12 Teknik bina alt sistemi
6.1.13 Teknik bina sistemi
6.2 Semboller ve kısaltmalar
6.3 Hesaplama yöntemi
6.3.1 Fotovoltaik sistem tarafından verilen enerji
6.3.2 Fotovoltaik modüller üzerindeki güneş ışınımı
6.3.3 Pik güç
6.3.4 Sistem performans faktörü
6.3.5 Fotovoltaik panelin ısıl çıktısı
6.3.6 Destek enerji tüketimi
6.3.7 Sistem ısıl kayıpları
6.3.8 Geri kazanılabilir sistem ısıl kayıpları

EK A

Fotovoltaik sistemler ile bağlantılı standardlar

EK B

Varsayılan değerler
B.1 Fotovoltaik modül üzerine gelen güneş ışınımı
B.2 Pik güç
B.3 Sistem performans faktörü

EK C

Hesaplama örnekleri

6. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER

6.1 Terimler ve tanımlar

6.1.1 Destek enerji

Enerji ihtiyaçlarını karşılamak için enerji dönüşümünü destekleyecek ısıtma, soğutma, havalandırma ve/veya kullanım sıcak suyu için teknik bina sistemleri tarafından kullanılan elektrik enerjisi
Not 1 : Bu fanlar, pompalar, elektronik cihazlar vs. için kullanılan enerjiyi kapsamaktadır. Havanın taşınması ve ısı geri kazanımı için havalandırma sistemine elektrik enerjisi girdisi destek enerji olarak ele alınmaz, fakat havalandırma için kullanılan enerji olarak ele alınır.
Not 2 : TS EN ISO 9488 standardında pompalar ve valfler için kullanılan enerjiye "parazit eneji" (parasitic energy) denir.

6.1.2 Bina entegrasyonlu fotovoltaik sistemler

Bina zarfının (çatı, duvarlar vb.) fotovoltaik panelleri desteklemek için kullanıldığı yerdeki sistem.

6.1.3 Net güç üretimi

Fotovoltaik panel tarafından üretilen toplam güç ile alt sistem sınırları içerisindeki tüm destek enerjisi tüketimleri arasındaki fark.

6.1.4 Pik güç

Belirli bir yüzeyi olan ve bu yüzeyde 1 kW/m^2 güneş ışınımı için (25°C da) fotovoltaik sistemin elektrik gücü.

6.1.5 Geri kazanılabilir sistem ısıl kaybı

Ya ısıtma veya soğutma enerji ihtiyacını ya da ısıtma veya soğutma sisteminin enerji kullanımını düşürmek için geri kazanılabilir sistem ısıl kaybı kısmı.

6.1.6 Geri kazanılmış kayıp

Enerji gerkesinimlerini düşürmek için geri kazanılmış geri kazanılabilir kayıpların kısmı.

6.1.7 İnşaat alanında üretilen yenilenebilir enerji

Doğrudan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak binaya bağlı teknik bina sistemleri tarafından üretilen enerji.

6.1.8 Yenilenebilir enerji

Güneş enerjisi (ısıl ve fotovoltaik), rüzgar, su gücü, yenilenen biyokütle gibi çekmekle bitmeyen bir kaynaktan enerji.

6.1.9 Güneş ışınımı

Yüzeye gelen ışınım güç yoğunluğu, yani yüzeye gelen ışınım akısının o yüzeyin alanına bölümü veya yüzeyin birim alanı başına yüzeye gelen ışınım enerjisi miktarıdır. Normalde W/m^2 olarak ifade edilir.
Not : Referans güneş ışınımı 1kW/m^2 ye eşittir.

6.1.10 Bir alan üzerine düşen güneş enerjisi ışınımı

Belirli bir zaman aralığı (bir saat veya bir gün) boyunca ışınımın integre edilmesiyle bulunan, birim yüzey alanı başına gelen enerji. Normalde MJ/m^2 olarak ifade edilir.

6.1.11 Sistem ısıl kaybı

Sistemin yararlı çıktısına katkıda bulunmayan, ısıtma, soğutma, kullanım sıcak suyu, nemlendirme, nem alma, havalandırma veya aydınlatma için bir teknik bina sisteminden olan ısıl kayıp.

6.1.12 Teknik bina alt sistemi

Belirli birilevi yerine getiren teknik bina sisteminin bir kısmı (örn. ısı üretimi, ısı dağıtımı, ısı yayılımı, elektrik üretimi).

6.1.13 Teknik bina sistemi

Alt sistemlerden oluşan ısıtma, soğutma, havalandırma, kullanım sıcak suyu, aydınlatma ve elektrik üretimi için teknik donanım.
Not 1 : Bir teknik bina sistemi bir veya birkaç bina tesisine yönlendirilebilir (örn. ısıtma sistemi, ısıtma ve kullanım sıcak suyu).
Not 2 : Elektrik üretimi kojenerasyon (CHP) ve fotovoltaik sistemleri içerebilir.

6.2 Semboller ve kısaltmalar

Tablo 6.2.1 – Semboller ve birimler

Sembol	Anlamı	Birim
A	alan, tüm fotovoltaik modüllerin toplam yüzey alanı (çerçeve hariç)	m^2
E	yıllık güneş ışınımı birincil enerji, enerji taşıyıcıları (ısı miktarı, mekanik iş ve destek (elektrik) enerjisi hariç genelde enerji	Wh/m^2 [a] Wh [a b]
f	faktör [c]	-
I	güneş ışınımı	W/m^2
K	katsayı	[c]
P	genelde elektrik gücünü içeren güç	W
Q	ısı miktarı	Wh [a]
T	termodinamik sıcaklık	K
W	destek (elektrik) enerjisi, mekanik iş	Wh [a]
θ	sıcaklık	°C

[a] zaman içeren tüm büyüklükler için saat (h) yerine zaman birimi olarak saniye (s) kullanılabilir (yani süreler için hem de hava değişim oranları için), fakat bu durumda enerji birimi Wh yerine J dür.
[b] birim, enerji taşıyıcının tipine ve miktarı olarak ifade edilen şekline bağlıdır.
[c] katsayılar boyutlara sahiptir; faktörler boyutsuzdur.

Tablo 6.2.2 – Alt simgeler

Altsimge	Anlamı
an	yıllık
aux	destek
el	elektrik
gen	üretim
hor	yatay
in	girdi
ls	kayıplar
out	çıktı
perf	performans
pk	pik
pv	fotovoltaik
rbl	geri kazanılabilir
ref	referans
sol	güneş
T	ısıl
tlt	eğim açısı ve yön

6.3 Hesaplama yöntemi

6.3.1 Fotovoltaik sistem tarafından verilen enerji

Fotovoltaik sistem tarafından üretilen elektrik enerjisi ($E_{el,pv,out}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E_{el,pv,out} = \frac{E_{sol} \cdot P_{pk} \cdot f_{perf}}{I_{ref}} \qquad 6.3.1$$

E_{sol} : Fotovoltaik sisteme gelen yıllık güneş ışınımı, ((kWh/m^2)/yıl)
P_{pk} : Belirli bir yüzeyi olan ve bu yüzeyde 1 kW/m^2 güneş ışınımı için (25°C da) fotovoltaik sistemin elektrik gücü, (kW)
f_{perf} : Sistem performans faktörü,
I_{ref} : 1 kW/m^2 ye eşit referans güneş ışınımı

Not 1 : $E_{el,pv,out}$ nin bu değeri prEN 15603 e göre hesaplamalar için girdi verisidir.

Hesaplama örnekleri Ek C de verilmiştir. Hesaplamalar yıllık üretilen elektrik miktarında binanın çeşitli kısımlarından (örn bacalar, havalandırma üniteleri) olan gölgeleme etkilerini de dikkate almaktadır. İnşaat alanında üretilen yenilenebilir enerji için, enerji girdisi dikkate alınmamıştır.

$E_{pv,gen,in} = 0$

Not 2 : Bu değer prEN 15603 e göre hesaplamalar için girdi verisidir.
Not 3 : prEN 15603 aktif güneş sistemlerini belirtir, güneş panelleri üzerine gelen güneş ışınımı enerji dengesinin bir parçası değildir. Sadece üreteci cihaz tarafından verilen enerji, enerji dengesinde dikkate alınır.

6.3.2 Fotovoltaik modüller üzerindeki güneş ışınımı

Fotovoltaik modüller üzerindeki güneş ışınımı (E_{sol}) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E_{sol} = E_{sol,hor} \cdot f_{tilt} \qquad 6.3.2$$

$E_{sol,hor}$: Bir coğrafi bölgede yatay yüzey üzerine gelen yıllık güneş ışınımı, ((kWh/m^2)/yıl) Varsayılan değerler için bkz. Ek B.1, Tablo B.1.

f_{tilt} : Fotovoltaik modül yüzeyine gelen güneş ışınımının hesaplanması için eğim açısı ve yön dönüşüm faktörü. Varsayılan değerler için bkz. Ek B.1, Tablo B.2.

6.3.3 Pik güç

Pik güç (P_{pk}) standart test koşullarından elde edilir (TS EN 61829 satndardına göre bir fotovoltaik modül veya bir fotovoltaik hücre testi için hücre sıcaklığının referans test değerleri 25°C, düzlem ışınımı $I_{ref} = 1\ kW/m^2$, hava kütle güneş referans spektrumu AM=1,5)

Pik güç (P_{pk}) mevcut değilse, aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$P_{pk} = K_{pk} \cdot A \qquad 6.3.3$$

K_{pk} : Fotovoltaik modülün bina entegrasyon tipine bağlı pik güç katsayısı, (kW/m^2). Varsayılan değerler için bkz. Ek B.2, Tablo B.3.

A : Tüm fotovoltaik modüllerin toplam yüzey alanı (çerçeve hariç), (m^2)

6.3.4 Sistem performans faktörü

Sistem performans faktörü (f_{perf}),

- doğru akımdan alternatif akıma dönüşüm sistemine
- fotovoltaik modüllerin gerçek çalışma sıcaklığına
- fotovoltaik modüllerin bina entegrasyonuna

bağlı olarak binaya entegreli fotovoltaik tesisatın sistem performansını dikkate alır.
Fotovoltaik modüllerin havalandırma tipine göre bina entegrasyonunun farklı tipleri arasında ayrım yapılabilir.
Sistem performans faktörü (f_{perf}) için ulusal değerler alınacaktır. Varsayılan değerler için bkz. Ek B.3, Tablo B.4.

6.3.5 Fotovoltaik panelin ısıl çıktısı

Isıl çıktı dikkate alınmamıştır.

$Q_{pv,gen,out} = 0$

Not : Bu değer TS EN 15603 e göre hesaplamalar için girdi verisidir.

6.3.6 Destek enerji tüketimi

Destek enerji tüketimi sadece net güç üretimi uygulanarak dikkate alınır (toplam güç üretimi – alt sistem sınırları içerisindeki tüm destek enerji tüketimi).

$W_{pv,gen,aux} = 0$

Not : Bu değer TS EN 15603 e göre hesaplamalar için girdi verisidir.

6.3.7 Sistem ısıl kayıpları

Sistem ısıl kayıpları dikkate alınmamıştır.

$Q_{pv,gen,ls} = 0$

Not : Bu değer TS EN 15603 e göre hesaplamalar için girdi verisidir.

6.3.8 Geri kazanılabilir sistem ısıl kayıpları

Hiçbir kayıp mahal ısıtma ihtiyaçları için kazanılamaz.

$Q_{pv,gen,ls,rbl} = 0$

Not : Bu değer TS EN 15603 e göre hesaplamalar için girdi verisidir.

EK A

Fotovoltaik sistemler ile bağlantılı standardlar

Tablo A.1 Fotovoltaik sistemler ile bağlantılı standardlar

Standard	Not	Başlık
EN 61173	sistem standard	Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems — Guide (IEC 61173:1992)
EN 61194	sistem standard	Characteristic parameters of stand-alone photovoltaic (PV) systems (IEC 61194:1992, modified)
EN 61277	sistem standard	Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems — General and guide (IEC 61277:1995)
EN 61683	sistem standard	Photovoltaic systems — Power conditioners — Procedure for measuring efficiency (IEC 61683:1999)
EN 61724	sistem standard	Photovoltaic system performance monitoring — Guidelines for measurement, data exchange and analysis (IEC 61724:1998
EN 61725	sistem standard	Analytical expression for daily solar profiles (IEC 61725:1997)
EN 61727	sistem standard	Photovoltaic (PV) systems — Characteristics of the utility interface (IEC 61727:1995)
EN 61829	sistem standard	Crystalline silicon photovoltaic (PV) array — On-site measurement of I-V characteristics (IEC 61829:1995)
IEC/TR2 61836	sistem standard	Solar photovoltaic energy systems — Terms and symbols
EN 61427	sistem standard	Secondary cells and batteries for photovoltaic energy systems (PVES) -General requirements and methods of test (IEC 61427:2005)
EN 61721	bileşen standard	Susceptibility of a photovoltaic (PV) module to accidental impact damage (resistance to impact test) (IEC 61721:1995)
EN 61701	bileşen standard	Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules (IEC 61701:1995)
EN 61646	bileşen standard	Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval (IEC 61646:1996)
EN 61345	bileşen standard	UV test for photovoltaic (PV) modules (IEC 61345:1998)
EN 61215	bileşen standard	Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval (IEC 61215:2005)
EN 60904-10	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 10: Methods of linearity measurement (IEC 60904-10:1998)
IEC 60904-9	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 9: Solar simulator performance requirements
EN 60904-8	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device (IEC 60904-8:1998)
EN 60904-7	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device (IEC 60904-7:1998)
EN 60904-6/A1	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 6: Requirements for reference solar modules, Amendment 1 (IEC 60904-6:1994/A1:1998)
EN 60904-5	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method (IEC 60904-5:1993)
EN 60904-3	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data (IEC 60904-3:1989)
EN 60904-2/A1	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 2: Requirements for reference solar cells, Amendment 1 (IEC 60904- 2:1989/A1:1998)
EN 60904-1	bileşen standard	Photovoltaic devices — Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics (IEC 60904-1:1987)
IEC 60891 AMD 1	bileşen standard	Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices, Amendment 1

EK B

Varsayılan değerler

B.1 Fotovoltaik modül üzerine gelen güneş ışınımı

Tablo B.1 – Yatay yüzeye gelen yıllık güneş ışınımı değerleri

SIRA	İSTASYON NO	ŞEHİR / İSTASYON ADI	YILLIK YATAYDAKİ TOPLAM IŞINIM ($kWh/m^2.yıl$)
1	17351	ADANA	1570
2	17069	ADAPAZARI	1135
3	17265	ADIYAMAN	1576
4	17190	AFYON	1390
5	17099	AĞRI	1446
6	17192	AKSARAY	1486
7	17085	AMASYA	1217
8	17130	ANKARA	1360
9	17300	ANTALYA	1624
10	17046	ARDAHAN	1241
11	17045	ARTVİN	1145
12	17234	AYDIN	1557
13	17152	BALIKESİR	1452
14	17020	BARTIN	956
15	17282	BATMAN	1597
16	17089	BAYBURT	1316
17	17120	BİLECİK	1361
18	17203	BİNGOL	1366
19	17848	BİTLİS	1360
20	17070	BOLU	1217
21	17892	BURDUR	1455
22	17116	BURSA	1354
23	17112	ÇANAKKALE	1401
24	17080	ÇANKIRI	1337
25	17084	ÇORUM	1352
26	17237	DENİZLİ	1478
27	17280	DİYARBAKIR	1498
28	17072	DÜZCE	1160
29	17050	EDİRNE	1233
30	17201	ELAZIĞ	1404
31	17094	ERZİNCAN	1380
32	17096	ERZURUM	1380
33	17123	ESKIŞEHİR	1358
34	17261	GAZİANTEP	1427
35	17034	GİRESUN	954
36	17088	GÜMÜŞHANE	1298

37	17285	HAKKARİ	1515
38	17372	HATAY	1569
39	17100	IĞDIR	1283
40	17240	ISPARTA	1503
41	17636	İstanbul_1	1344
42	17062	İstanbul_2	1222
43	17059	İstanbul_3	1191
44	17610	İstanbul_4	1217
45	17220	İZMİR	1558
46	17255	KAHRAMANMARAŞ	1449
47	17078	KARABÜK	1341
48	17246	KARAMAN	1603
49	17097	KARS	1411
50	17074	KASTAMONU	1307
51	17196	KAYSERİ	1456
52	17262	KİLİS	1541
53	17135	KIRIKKALE	1386
54	17052	KIRKLARELİ	1241
55	17160	KIRŞEHİR	1525
56	17066	KOCAELİ	1183
57	17244	KONYA	1478
58	17155	KÜTAHYA	1303
59	17199	MALATYA	1485
60	17184	MANİSA	1369
61	17275	MARDİN	1597
62	17340	MERSİN	1507
63	17292	MUĞLA	1496
64	17204	MUŞ	1408
65	17193	NEVŞEHİR	1528
66	17250	NİĞDE	1545
67	17033	ORDU	952
68	17355	OSMANİYE	1553
69	17040	RİZE	907
70	17030	SAMSUN	1171
71	17270	ŞANLIURFA	1531
72	17210	SİİRT	1484
73	17026	SİNOP	1198
74	17950	ŞIRNAK	1557
75	17090	SİVAS	1411
76	17056	TEKİRDAĞ	1118
77	17086	TOKAT	1287
78	17037	TRABZON	994
79	17165	TUNCELİ	1490
80	17188	UŞAK	1521
81	17852	VAN	1532

82	17119	YALOVA	1191
83	17140	YOZGAT	1411
84	17022	ZONGULDAK	1281
85	17015	AKÇAKOCA MET.IS	1171
86	17024	İNEBOLU	1358
87	17038	TRABZON MEYD.	1208
88	17042	HOPA	1198
89	17083	MERZİFON	1451
90	17110	GÖKÇEADA	1540
91	17114	BANDIRMA	1431
92	17118	YENİŞEHİR MEYDA	1168
93	17128	ESENBOĞA	1463
94	17129	ETİMESGUT MEYD.	1398
95	17145	EDREMİT	1605
96	17150	BALIKESIR MEYDA	1506
97	17162	GEMEREK	1774
98	17175	AYVALIK	1410
99	17180	DİKİLİ	1384
100	17184	AKHİSAR	1640
101	17191	CİHANBEYLİ	1347
102	17205	TATVAN	946
103	17208	BİTLİS OMGI	914
104	17221	ÇESME	1480
105	17232	KUŞADASI	1780
106	17233	DİDİM	1635
107	17239	AKŞEHİR	1576
108	17242	BEYŞEHİR MET.İS	1800
109	17248	EREĞLİ KONYA	1761
110	17290	BODRUM	1510
111	17296	FETHİYE	1451
112	17297	DATÇA	1657
113	17298	MARMARİS	1389
114	17310	ALANYA	1418
115	17320	ANAMUR	1550
116	17330	SİLİFKE	1703
117	17370	İSKENDERUN	1394
118	17375	FİNİKE	1488
119	17380	KAŞ	1657
120	17602	AMASRA	1414
121	17604	CİDE	1383
122	17606	BOZKURT	1165
123	17608	UZUNKÖPRÜ	1436
124	17618	DEVREKANİ	1035
125	17622	BAFRA	1309
126	17624	ÜNYE	1300

127	17632	İPSALA	1387
128	17634	MALKARA	1423
129	17646	ÇERKEŞ	1191
130	17648	ILGAZ	1671
131	17650	TOSYA	1365
132	17652	OSMANCIK	1365
133	17656	ARPAÇAY	1426
134	17664	KIZILCAHAMAM	1386
135	17668	OLTU	1380
136	17674	GÖNEN	1385
137	17679	NALLIHAN	1468
138	17683	TURHAL	1389
139	17684	SUŞEHRİ	1452
140	17688	TORTUM	1258
141	17692	SARIKAMIŞ	1453
142	17695	KELEŞ	1484
143	17700	DURSUNBEY	1322
144	17702	BOZÜYÜK	1380
145	17704	TAVŞANLI	1170
146	17712	SORGUN	1498
147	17718	TERCAN	1619
148	17720	DOĞUBEYAZIT	1623
149	17728	POLATLI	1756
150	17730	KESKİN	1842
151	17732	ÇİÇEKDAĞI	1604
152	17734	DİVRİĞİ	1580
153	17740	HINIS	1754
154	17742	BERGAMA	1606
155	17746	DEMİRCİ MANİSA	1618
156	17750	GEDİZ	1280
157	17754	KULU	1754
158	17756	KAMAN	1752
159	17760	BOĞAZLIYAN	1594
160	17762	KANGAL	1256
161	17766	AGIN	1591
162	17768	ÇEMİŞGEZEK	1530
163	17774	KARAKOÇAN	1475
164	17776	SOLHAN	1539
165	17780	MALAZGİRT	1529
166	17786	MURADİYE VAN	1621
167	17793	ÇAY	1499
168	17798	YUNAK	1814
169	17802	PINARBAŞI KAYSERİ	1512
170	17804	KEBAN	1462
171	17806	PALU	1538

172	17812	ÖZALP	1330
173	17822	ÖDEMİŞ	1470
174	17824	GÜNEY	1477
175	17826	SENİRKENT	1628
176	17828	YALVAÇ	1749
177	17832	ILGIN	1603
178	17833	AVANOS	1581
179	17835	ÜRGÜP	1602
180	17836	DEVELİ	1930
181	17837	TOMARZA	1699
182	17843	BASKIL	1638
183	17844	SİVRİCE	1570
184	17846	MADEN ELAZIĞ	1552
185	17847	ERGANİ	1382
186	17850	SULTANHİSAR	1645
187	17852	GEVAŞ	1653
188	17854	SELÇUK	1401
189	17862	DİNAR	1515
190	17864	ULUBORLU	1577
191	17866	GÖKSUN	1272
192	17870	ELBİSTAN	1231
193	17871	GÖLBAŞI	1642
194	17872	DOĞANŞEHİR	1613
195	17880	BAŞKALE	2003
196	17884	MİLAS	1200
197	17886	YATAĞAN	1764
198	17892	TEFENNİ	1633
199	17898	SEYDİŞEHİR	1363
200	17900	ÇUMRA	1591
201	17902	KARAPINAR	1770
202	17906	ULUKIŞLA	1698
203	17908	KOZAN	1583
204	17910	KAHTA	1634
205	17912	SİVEREK	1666
206	17914	HİLVAN	1688
207	17924	KÖYCEĞİZ	953
208	17926	KORKUTELİ	1665
209	17928	HADIM	1555
210	17936	KARAİSALI	1591
211	17944	BOZOVA URFA	1804
212	17948	NUSAYBİN	1658
213	17950	CİZRE	1613
214	17952	ELMALI	1819
215	17954	MANAVGAT	1376
216	17958	ALATA-ERDEMLI	1604

217	17962	DÖRTYOL	1564
218	17966	BİRECİK	1503
219	17968	CEYLANPINAR	1799
220	17970	KALE-DEMRE	1669
221	17974	GAZİPAŞA	1611
222	17980	AKÇAKALE	1681
223	17981	KARATAŞ	1443

Tablo B.2 - Fotovoltaik modül yüzeyine gelen güneş ışınımının hesaplanması için eğim açısı ve yön dönüşüm faktörünün varsayılan değerleri

Tüm İstasyonlar		Yön				
		Batı	Güneybatı	Güney	Güneydoğu	Doğu
		Dönüşüm faktörü f_{tilt}				
Açı	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	0,93	1,07	1,12	1,07	0,93
	45°	0,87	1,04	1,10	1,04	0,87
	60°	0,79	0,97	1,03	0,97	0,79
	90°	0,60	0,72	0,74	0,72	0,60

B.2 Pik güç

Tablo B.3 - Pik güç katsayılarının varsayılan değerleri

Fotovoltaik modül tipi	K_{pk} (kW/m²)
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-Indium-Galium-Iselenide	0,105
İnce film Kadmium-Telloride	0,095
[a] %80'lik minimum paket yoğunluğu.	

B.3 Sistem performans faktörü

Tablo B.4 - Sistem performans faktörünün varsayılan değerleri

Fotovoltaik modüllerin binaya entegrasyon tipi	f_{perf}
Havalandırılmayan modüller	0,70
Havalandırılan modüller (orta)	0,75
Güçlü bir şekilde havalandırılan veya zorlamalı havalandırmalı modüller	0,80

EK C

Hesaplama örnekleri

Tablo C.1 – Hesaplama örnekleri

Proje verisi		Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3
İstasyon		İstanbul1	İstanbul2	İstanbul3
Yön		Güney	Güney	Güney
Açı		30°	90°	60°
Teknoloji		Mono kristalin	Multi kristalin	Amorphous
Pik güç P_{pk} [kW]		1,1	10	22
Modül havalandırması		havalandırılmayan	zorlamalı havalandırılan	havalandırılan (orta)
Hesaplamalar				
$E_{sol,hor}$ ((kWh/m^2)/yıl)	(Tablo B.1)	1344	1222	1191
f_{tilt}	(Tablo B.2)	1,12	0,74	1,03
E_{sol} ((kWh/m2)/yıl)	(Eşitlik 6.3.2)	1505	904	1227
f_{perf}	(Tablo B.4)	0,70	0,80	0,75
Sonuçlar				
$E_{el,pv,out}$ [kWh/yıl]	(Eşitlik 6.3.1)	1159	7232	20246

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

III .

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – MEKANİK SİSTEMLER İÇİN ENERJİ İHTİYACININ HESAPLANMASI

İçindekiler

5. BİLEŞİK ISI VE GÜÇ SİSTEMLERİ .....
5.1 Terimler ve tanımlar .....
5.1.1 Kojenerasyon (birleşik ısı ve güç üretimi (CHP)) .....
5.1.2 Gücün ısıya oranı .....
5.2 Metodolojinin bölümleri arasındaki ilişki .....
5.2.1 Metodolojinin diğer bölümlerinden olan girdi parametreleri .....
5.2.2 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı parametreleri .....
5.3 Prensipler .....
5.4 Hesaplamalar .....

EK A .....

HESAPLAMA ÖRNEĞİ .....
A.1 Genel bilgi .....
A.2 Alternatif 1 e göre hesaplama (eşitlik 5.4.1 ve 5.4.2) .....
A.3 Alternatif 2 ye göre hesaplama (eşitlik 5.4.3) .....

5. BİLEŞİK ISI VE GÜÇ SİSTEMLERİ

5.1 Terimler ve tanımlar

5.1.1 Kojenerasyon (birleşik ısı ve güç üretimi (CHP))

Termodinamik veya elektrokimyasal süreçte eşzamanlı ısıl enerji ve elektrik ve/veya elektrokimyasal ve/veya mekanik enerjinin üretimi.

5.1.2 Gücün ısıya oranı

Bileşik ısı ve güç sisteminin (CHP) net elektrik gücü üretiminin net ısı üretimine oranı.

Tablo 5.1.1 Semboller

Sembol	Anlamı	Ortak birim
C	gücün ısıya oranı	-
E	bileşik ısı ve güç sistemi tarafından üretilen elektrik enerjisi	kWh
f	faktör	-
Q	enerji	kWh/mth
β	kısmi yük seviyesi (yük faktörü – kojenerasyon ünitesi tarafından üretilen ısının toplam ısı üretimi ile ilişkili)	-
η	verim	-

Tablo 5.1.2 Altsimgeler

Altsimge	Anlamı
a	yıl
CHP	bileşik ısı ve güç (kojenerasyon)
f	verilen enerji, faktör
h	ısıtma
HP	ısı üreteci
outg	üreteç ısı çıktısı
p	birincil
elt	elektrik enerjisi

5.2 Metodolojinin bölümleri arasındaki ilişki

Altmaddeler 5.2.1 ve 5.2.2

- bu dokümanda kullanılmak üzere girdi parametrelerini özetlemekte
- burada açıklanan yöntem kullanılarak kısmi dengelerin nasıl hesaplandığına bakış açısı sağlanır ve metodolojinin diğer bölümlerine uygulanır.

Basitleştirmek için ne parametreler ne de sebepler diğer hesaplamalarda verilere neden ihtiyaç duyulduğuna bakılmaksızın burada açıklanmaktadır.
Bu doküman ısı üretimi için destek enerji ve kayıplar hesaplarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

5.2.1 Metodolojinin diğer bölümlerinden olan girdi parametreleri

Anlamı	Sembol	Kaynak
Kullanılan yakıt için birincil enerji faktörü	f_p	bkz. DIN V 18599-1
Elektrik enerjisi için birincil enerji faktörü	$f_{p,elt}$	bkz. DIN V 18599-1
Isıtma sistemine üreteç ısı çıktısı	$Q_{h,outg}$	bkz. DIN V 18599-1
HVAC ısıtma fonksiyonu için üreteç ısı çıktısı	$Q_{h',outg}$	bkz. DIN V 18599-1
Havalandırma sistemine üreteç ısı çıktısı	$Q_{rv,outg}$	bkz. DIN V 18599-1
Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı	$Q_{w,outg}$	bkz. DIN V 18599-1

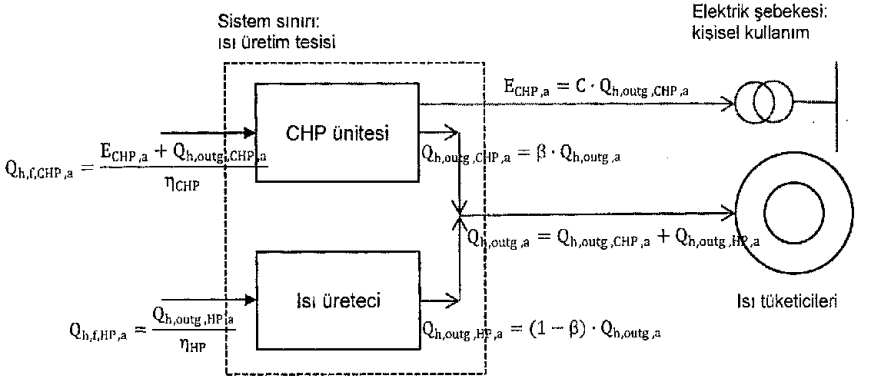
5.2.2 Metodolojinin diğer bölümleri için çıktı parametreleri

Anlamı	Sembol	Kullanılacağı yer

Isı üretim sistemi için yıllık verilen enerji, (kWh)	$Q_{h,f,a}$	bkz. DIN V 18599-1

5.3 Prensipler

Sistem birleşik ısı ve güç (CHP) tesisi de dahil olmak üzere tüm bağlı ısı üretim tesislerini içermektedir. Şekil 5.3.1 de gösterildiği gibi, denge bu sistem sınırı boyunca tüm enerji akışları için gerçekleştirilir. Üretilen elektrik enerjisi teknik bina sistemleri veya alternatif ısı üretim tesisi de dahil olmak üzere bina sistemine yatırılmaktadır.
Prensip olarak sistemi aylık bazda ele almak mümkündür. Bu genellikle çok karmaşık olduğundan, hesaplama dönemi olarak bir yılın seçilmesi ve takip eden hesaplarda (örn. birincil enerji gereksinimi veya CO_2 yayılımları) sadece yıllık değerlendirmenin verilmesi tavsiye edilir. Bazı durumlarda verilen enerjiyi yaz ve kış için ayrı ayrı hesaplamak yararlı olabilir.



Şekil 5.3.1 Dengeleme yöntemi

Aşağıdaki eşitlikler aylık değerlerin toplamından oluşan yıllık değerlere dayanmaktadır.

$$Q_{h,outg,a} = \sum_{j=1}^{12}\left(Q_{h,outg,j} + Q_{h^*,outg,j} + Q_{rv,outg,j} + Q_{w,outg,j}\right) \qquad 5.3.1$$

$Q_{h,outg}$: Isıtma sistemine üreteç ısı çıktısı
$Q_{h^*,outg}$: HVAC ısıtma fonksiyonu için üreteç ısı çıktısı
$Q_{rv,outg}$: Havalandırma sistemine üreteç ısı çıktısı
$Q_{w,outg}$: Kullanım sıcak suyu için üreteç ısı çıktısı

Takip eden hesaplamalar aşağıdakilere dayanmaktadır.

- ısı üretecinin sisteme olan ısı çıktısı

$$Q_{h,outg,HP,a} = (1-\beta) \cdot Q_{h,outg,a} \qquad 5.3.2$$

- birleşik ısı ve güç tesisinin (CHP) sisteme olan ısı çıktısı

$$Q_{h,outg,CHP,a} = \beta \cdot Q_{h,outg,a} \qquad 5.3.3$$

- birleşik ısı ve güç tesisi (CHP) tarafından üretilen elektrik enerjisi

$$E_{CHP,a} = C \cdot Q_{h,outg,CHP,a} \qquad 5.3.4$$

Bu aşağıdaki verimleri sağlar;

- ısı üreteci için

$$\eta_{HP} = \frac{Q_{h,outg,HP,a}}{Q_{h,f,HP,a}} \qquad 5.3.5$$

- birleşik ısı ve güç tesisi (CHP) için

$$\eta_{CHP} = \frac{E_{CHP,a} + Q_{h,outg,CHP,a}}{Q_{h,f,CHP,a}} \qquad 5.3.6$$

Standart durumlarda, herhangi bir bilgi mevcut değilse aşağıdaki değerler kullanılacaktır.

$\beta = 0{,}5$: birleşik ısı ve güç tesisinin (CHP) toplam ısı üretimine katkısı
$C = 0{,}75$: gücün ısıya oranı

5.4 Hesaplamalar

Bileşik ısı ve güç tesisi (CHP) tarafından üretilen elektrik enerjisi Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] ye göre sistem değerlendirilirken dikkate alınabilir.

$$Q_{f,Bonus,a} = -E_{CHP,a} \qquad 5.4.1$$

Aşağıdakine göre, ısı üretim tesisinin verilen enerji harcamasının hesaplanması.

$$Q_{h,f,a} = \left[\frac{1-\beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1+C)\cdot\beta}{\eta_{CHP}}\right] \cdot \frac{Q_{h,outg,a}}{\eta_{HN}} \qquad 5.4.2$$

Alternatif olarak elektrik enerjisi üretimi elektrik enerjisi için birincil enerji faktörlerini ve kullanılan ısı taşıyıcı akışkana verilen enerjiyi dikkate alan verilen enerji harcamasıdan hesaplanabilir.

$$Q_{h,f,a} = \left[\frac{1-\beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1+C)\cdot\beta}{\eta_{CHP}} - \frac{f_{p,elt}}{f_p} \cdot C \cdot \beta\right] \cdot \frac{Q_{h,outg,a}}{\eta_{HN}} \qquad 5.4.3$$

η_{HN} : Isıtma ağının verimi
$\eta_{HN} = 0{,}90$: Aktarma istasyonuna ısıtma ağının verimini temsil eden varsayılan değer
$\eta_{HN} = 1$: Birincil ısıtma ağı yoksa

Birincil enerji faktörü ve verilen enerji taşıyıcılarının yayılım faktörü Metodoloji Kısım I Bölüm 2[10] ye göre toplamda kullanılacaktır. Eşitlik 5.4.2 vasıtasıyla elde edilen verilen enerji harcaması negatifse, 0 (sıfır) alınacaktır.

EK A

HESAPLAMA ÖRNEĞİ

A.1 Genel bilgi

Küçük bir ısı ve güç tesisi (CHP) 500 kW ısıtma yüküne sahip bir bina kompleksini beslemektedir. Isıl baz yük 50 kW dır. Isı bir gaz motoru (elektrik güç çıktısı 40 kW, ısıl güç çıktısı 50 kW ve yakıt tüketimi 115 kW) ve verimi %87 olan kazan tarafından üretilmektedir. Metodoloji Kısım III Bölüm 1 deki hesaplamalara göre, mahal ısıtması, kullanım sıcak suyu, HVAC ve havalandırma amaçları için ısı üretim tesisinden tam yükte işletmede yıllık 1600 h e karşılık gelen toplam ısı çıktısı gerekmektedir. Isıl baz yük 50 kW dır ve tam yükte işletmede gaz motorunun yılda 6000 h çalışmasını sağlar.

Isı üretim tesisinin toplam ısı çıktısı	$Q_{h,outg} = 500\text{kW} \cdot 1600\ \text{h/a}$	800 MWh/a
CHP modülünün ısı çıktısı	$Q_{h,outg,CHP} = 50\text{kW} \cdot 6000\ \text{h/a}$	300 MWh/a
Kazanın ısı çıktısı	$Q_{h,outg,HP} = 800 - 300$	500 MWh/a
CHP modülünün elektrik enerjisi üretimi	$E_{CHP} = 40\text{kW} \cdot 6000\ \text{h/a}$	240 MWh/a
CHP tesisi tarafından üretilen ısının oranı	$\beta = 300/800$	0,375
CHP modülünün güç ısı oranı	$C = 40/50$	0,800
CHP modülünün verimi	$\eta_{CHP} = (40 + 50)/115$	0,783
Kazanın verimi	η_{HP}	0,870

A.2 Alternatif 1 e göre hesaplama (eşitlik 5.4.1 ve 5.4.2)

Verilen enerji harcaması, gaz;

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1-\beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1+C)\cdot\beta}{\eta_{CHP}}\right] \cdot Q_{h,outg} \qquad \text{A.1}$$

$$= \left[\frac{1-0{,}375}{0{,}870} + \frac{(1+0{,}8)\cdot 0{,}375}{0{,}783}\right] \cdot 800 \approx 1260\ \text{MWh yıllık}$$

Elektrik enerjisi fazlalılığı;

$$Q_{f,Bonus} = -E_{CHP} = -240\ \text{MWh yıllık} \qquad \text{A.2}$$

A.3 Alternatif 2 ye göre hesaplama (eşitlik 5.4.3)

Birincil enerji faktörü, elektrik enerjisi : $f_{P,elt} = 2{,}7$
Birincil enerji faktörü, doğalgaz (H) : $f_P = 1{,}1$

Verilen enerji harcaması, gaz;

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1-\beta}{\eta_{HP}} + \frac{(1+C)\cdot\beta}{\eta_{CHP}} - \frac{f_{p,elt}}{f_p} \cdot C \cdot \beta\right] \cdot \frac{Q_{h,outg}}{\eta_{HN}} \qquad \text{A.3}$$

$$Q_{h,f} = \left[\frac{1-0{,}375}{0{,}870} + \frac{(1+0{,}8)\cdot 0{,}375}{0{,}783} - \frac{2{,}7}{1{,}1} \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}375\right] \cdot \frac{800}{1} \approx 675\ \text{MWh yıllık}$$

Not 1 : Birincil enerji harcaması hesaplanırken Alternatif 1 ve 2 aynı sonucu verir.
Not 2 : Sayısal değerler mevcutsa, hesaplamalar Şekil 5.3.1 kullanılarak doğrudan da gerçekleştirilebilir.

EK 9

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 ve asıl binanın yıllık m2 başına düşen CO_2 salım miktarının, referans binanın yıllık m2 başına düşen CO_2 salım miktarı ile kıyaslanmasıyla, enerji tüketimi için ve CO_2 salımı için ayrı ayrı belirlenir.

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

$$Ep,EP= 100 (EPa / EPr) \qquad (01)$$

Burada,
Ep: 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.

CO_2 salımı için ise aşağıdaki formül kullanılır:

$$Ep,SEG= 100 (SEGa / SEGr) \qquad (02)$$

Burada,
Ep: Binanın performansını,
SEG: Binanın yıllık m2 başına düşen CO_2 salım miktarını (kg.CO_2/m2.yıl),
r: Referans binayı,
a: Asıl binayı,
ifade eder.

1.3 Sınıflandırma

Referans bina ile aynı değerlere sahip bir binanın Ep değeri 100'dür ve D sınıfının üst sınırına yerleşmektedir. Tablo 1, Ep değerlerine göre sınıflandırmayı göstermektedir. Sınıflandırma, enerji tüketimi için ve CO_2 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 binadakinin tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.

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

2.2 Bina Geometrisi

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

2.3 Binanın Yeri ve İklim Verileri

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

2.4 Bina Tipolojisi ve Hacim Fonksiyonları

Bina tipolojileri aşağıdaki gibidir:

A. Konut
    1. Müstakil konut
    2. Apartman
    3. Rezidans
B. Konut Dışı
    1. Rezidans
    2. İşyeri Binaları
    3. Sağlık Binaları
    4. Eğitim Binaları
    5. Oteller
    6. AVM
    7. İdari Binalar

Müstakil konut ve apartman hariç diğer bina tipolojilerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler, fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır. (İşyeri binaları ofisleri için "İşyeri Ofisi" adlı yeni bir zon tipi oluşturuldu. İç kazanç hesaplarında kullanıldı. İşyeri binaları için gerekli görülen diğer fonksiyonel zonlar diğer tipolojilerden alınıp kullanıldı. İdari binaların zon tipleri ve çalışma koşullarını belirlemek için eğitim binaları kullanıldı.)

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

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 (Up) 2,1 W/m2.K olacak şekilde tasarlanır ve diğer ısı kaybeden bölümlerinin ısıl geçirgenlik katsaytlarının Tablo 4'te verilen de ğerlerden % 25 daha küçük kabul edilir. Tablo 4, TS 825'i referans alır.

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

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

2.6 Mekanik Sistemler

Konutlar

1. Isıtma

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

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.
- Klima kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.1 katı olarak kabul edilir.

3. Kullanma Sıcak Suyu

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

4. Havalandırma

- Konutlarda doğal havalandırma kabulü yapılır.

Konut Dışı Binalar

1. Isıtma

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

2. Soğutma

- Konut dışı binalarda soğutma sistemi merkezi fan coil sistemi olarak alınır.
- Soğutma grubu için soğutma yöntemi hava soğutmalı kabul edilir.
- Kontrol tipi on-off (2 nokta kontrollü) kabul edilir.
- Soğutulmuş su rejimi 6/12°C kabul edilir.
- Soğutma kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.3 katı olarak kabul edilir.
- Soğutucu gaz tipi olarak R134A kabul edilir.
- Pompa işletme modu mevsimsel kapatma olarak kabul edilir.
- Pompa güç kontrol modu kontrollü olarak kabul edilir.
- Hidrolik dengelemenin olduğu kabul edilir.
- Hidrolik ayrıştırmanın olmadığı kabul edilir.
- HVAC transferinin olmadığı 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.
- Kazan kapasitesi net enerji ihtiyacının 1.3 katı olarak kabul edilir.
- Depolama hacmi 500 lt olarak kabul edilir.
- Borulama yalıtımının 1995 sonrası olduğu kabul edilir.
- Sirkülasyonlu dağıtımın olduğu kabul edilir.

4. Havalandırma

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

2.7. Aydınlatma Sistemi

Referans bina için kabul edilen parametreler aşağıdaki gibidir:

a) Ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir.
b) Duvar ve zemin yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı ρ_D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı ρ_T %70 olarak belirlenmiştir. Odanın kaldırılmasıyla zon tanımlanırken metodolojideki Tablo F.3 de 0.794 değerine karşılık gelen seçenek "Renk Yoğunluğu: Orta" dır.
c) Zonun kirlilik durumunun Normal olduğu kabul edilir.
d) Aydınlatma sistemi kontrolü manuel olarak kabul edilir.

e) Konut dışı binalarda binalarda işleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin sağlanması için gerekli ışık akısının %50'sinin 35 W güce, 3150 lümen ışık akısına sahip tüp flüoresan lambalarla, %30'unun 18 W güce, 1100 lümen ışık akısına sahip kompakr fluoresan lambalarla ve %20'sinin 20 W güce, 1900 lümen ışık akısına sahip led lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir.
f) Aygıt tipinin D grubu IP2X normal aygıt, bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu kabul edilmiştir.

3 Asıl ve Referans Bina Karşılaştırması

Asıl ve referans bina için parametrelerin nasıl alınacağı Tablo 3. de özetlenmiştir.

Tablo 3: *Asıl* ve *referans bina* için modelleme detayları

	ASIL BİNA	REFERANS BİNA
Model	Asıl binanın simülasyon modeli, bina geometrisi, bina fonksiyonu, bina bileşenlerinin termofiziksel özellikleri, iç mekan aydınlatması kurulu gücü ve kontrolleri, HVAC sistem tipleri, boyutları ve kontrolleri, sıcak su sistemi ve kontrolleri dahil bütün tasarım dokümanları ile tutarlı olmalıdır Herhangi bir ısıtma/soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, bütün konfor koşulu öngörülen alanlar için ısıtma/soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır. Binanın enerji yüklerine etki eden sistemlerin (ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, aydınlatma sistemleri) net enerji ihtiyacı olmasına rağmen kurulmadığı binalarda, bu olmayan sistemler asıl binada, referans binadakinin tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.	Referans bina, asıl bina ile aynı sayıda kat ve tamamen aynı iklimlendirilmiş kat alanı ile modellenir. Ayar sıcaklıkları ve zaman çizelgeleri referans ve asıl binada aynıdır. Referans binanın geometrisi ve fonksiyonu asıl bina ile aynıdır. Bina bileşenlerinin termofiziksel özelliklerinin (opak bileşenlerin U katsayısı, saydam bileşenlerin güneş enerjisi geçirgenlik katsayısı gibi) nasıl alınacağı bina kabuğu bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır. ısı köprülerinin yalıtımsız olduğu varsayılır.
Bina tipolojileri ve hacim fonksiyonlarının tanımlanması	Bina tipolojileri aşağıdaki gibidir: 1. Konut 1a. Müstakil konut 1b. Apartman 1c. 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. Müstakil konut, apartman ve ofis binaları hariç diğer bina tipolojilerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır.	Referans binada hacimler ve fonksiyonlar asıl binadakinin aynısı olarak tanımlanır.

	ASIL BİNA	REFERANS BİNA
Zaman çizelgeleri	*Asıl binanın* zaman çizelgeleri ve bu çizelgelere bağlı HVAC sistem işletim süreleri, iç kazanç, kullanıcı yoğunluğu gibi bilgiler binanın ve hacmin fonksiyonuna bağlı olarak veritabanından gelir.	Asıl binaya atanan değerler referans bina için de aynıdır.
Bina kabuğu	*Asıl binanın* 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. Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller, karşı engeller, gece yalıtımı *asıl binada* modellenir.	Kabuğun bütün dış bileşen tipleri için, *asıl bina* ile referans binanın bütün ölçüleri eşit kabul edilmelidir. Örneğin dış duvar alanı asıl ve referans bina için aynı olmalıdır. Aynı mevzu çatı ve döşeme alanları için de geçerlidir. Referans binada opak ve saydam bileşen U değerleri ve saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları Tablo 4'te verilmiştir. Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller ve gece yalıtımı referans binada modellenmez. Karşı engeller asıl bina ile aynı kabul edilir.

	ASIL BİNA	REFERANS BİNA
Aydınlatma sistemleri	*Asıl binanın* aydınlatma sistemi, mevcut durumdaki kurulu güç, kontrol sistemi, gün saatlerindeki kullanım süresi ve gün saatleri dışında kalan kullanım süresi dikkate alınarak hesaplanır. FD değeri hacim boyutları, pencere boyutları, cam ve doğrama türü ve dış engeller dikkate alınarak belirlenen günışığı etkisine bağlı olarak hesaplanır.	Ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir. Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı ρ D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı ρT %70 olarak belirlenmiştir. 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 ı ş ık akısına sahip tüp flüoresan lambalarla ve %30'unun 75 W güce, 930 lümen ışık akısına sahip enkandesan lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir. Aygıt tipinin D grubu IP2X normal aygıt, bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu kabul edilmiştir. Günışığı etkisi zayıf ve yapma aydınlatma sistemi kontrolü manuel kabul edilerek, FD değeri için hacim türüne ve istenen aydınlık düzeyine bağlı olarak **Tablo 2'de** yer alan tanımlı değerler kullanılır.
Mekanik sistemler (Isıtma,soğutma, havalandırma,sıcak su, yenilenebilir enerji sistemleri)	a) Bütün mekanik sistemlerin bulunması durumunda bina, mevcut sistemin kapasite ve verimlilik değerlerini kullanır. b) Sistemlerin tasarlanmış/belirlenmiş olması durumunda, mevcut tasarım verileri kullanır. c) Mevcut veya tasarlanmış -herhangi- bir sistemin, net enerji ihtiyacı olmasına rağmen bulunmaması durumunda, sistem karakteristikleri *referans bina* ile aynı alınır 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. Yenilenebilir enerji sistemleri, mevcut veya Yenilenebilir enerji sistemleri, mevcut veya tasarlanmış sistemin parametrelerine uygun olarak modellenir.	*Referans binanın* mekanik sistemleri, Tablo 5'teki gibidir. *Referans binada* yenilenebilir enerji sistemleri modellenmez.

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					

Sakarya	0,6	0,4	0,6	2,4	0,75
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)					

	U_D*	U_T*	U_t*	U_P*	g_gl*
3. BÖLGE					
Afyon	0,5	0,3	0,45	2,4	0,3
Ankara					
Artvin					
Bilecik					
Bingöl					
Bolu					
Burdur					
Çankırı					
Çorum					
Elazığ					
Eskişehir					
Isparta					
Kırklareli					
Kırşehir					
Konya					
Kütahya					
Malatya					
Nevşehir					
Niğde					
Tokat					
Tunceli					
Uşak					

Aksaray					
Karaman					
Kırıkkale					
Iğdır					
Karabük					
Pozantı (Adana)					
Korkuteli (Antalya)					
Merzifon (Amasya)					
Dursunbey (Balıkesir)					
Ulus (Bartın)					
Tosya (Kastamonu)					

	U_D*	U_T*	U_t*	U_P*	g_gl*
4. BÖLGE					
Ağrı					
Bitlis					
Erzincan					
Erzurum					
Gümüşhane					
Hakkari					
Kars					
Kastamonu					
Kayseri					
Muş					
Sivas					
Van					
Yozgat	0,4	0,25	0,4	2,4	0,3
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 ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m^2K
U_T: Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

U_t: Zemine oturan tabanın/döş emenin ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m^2K U_P: Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı, W/m^2K

g_gl: Pencere camının güneş ışınımı geçirgenlik katsayısı

BİNA ENERJİ PERFORMANSI

HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

EK 1.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – HACİMLERIN 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 FONKSİ-YONU	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/m²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNUMUM (°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 (Yaşanmaya n Odalar)(vestiyer odası-arşiv-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 FONKSİ-YONU	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/m²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNUMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kiçilik)	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 ÇalıÇma 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	6,2	10,9	200,0		
Tuvalet (Konut Dışı)	HASTANE	00:00-23:00	00:00-23:00	-	-	-	-	-	-	20	26

Diğer 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)(vestiyer odası-arşiv-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 İçin, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİ-YONU	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/m²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNUMUM (°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 (Yaşanmayan 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 İçin, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİ-YONU	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/m²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNUMUM (°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 ÇalıÇma 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 (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-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 FONKSİ-YONU	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/m²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNUMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kiçisel Ofis (Tek kiçilik)	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/Soğuk 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)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	Oturma	70	35	11,7	5,8	1,0	20	
Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar) (vestiyer odası-arşiv-koridor)	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	ALIŞVERİŞ VE TİCARET MERKEZİ	10:00-22:00	09:00-21:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	ALIŞVERİŞ 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)	ALIŞVERİŞ 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)	ALIŞVERİŞ 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	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 6. İdari Binalar İçin, Hacimlerin Kullanım ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç ve Konfor Koşulları

HACİM FONKSİ-YONU	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/m²)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m²)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m²)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNUMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel Ofis (Tek kişilik)	İDARİ BİNA	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)	İDARİ BİNA	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)	İDARİ BİNA	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	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma	70	35	15,6	7,8	1,3	20	26
Kantin	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturarak çalışma	80	80	29,6	29,6	1,6	20	26
Restoran	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturarak çalışma	80	80	29,6	29,6	1,6	20	26
Mutfak (Konut Dışı)	İDARİ BİNA	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)	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	Tezgahta hafif çalışma	80	140	6,2	10,9	20,0	20	26
Tuvalet (Konut Dışı)	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturma	70	35	10,4	5,2	0,9	20	

Yardımcı Mekanlar (Yaşanmaya n Odalar)(vesti yer odası-arşiv-koridor)	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sirkülasyon Alanları	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	20	26
Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	Oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	75,0	18	18
Spor Salonu (Tribün Olmayan)	İDARİ BİNA	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)	İDARİ BİNA	08:00-17:00	07:00-16:00	-	-	-	-	-	-	-	-

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

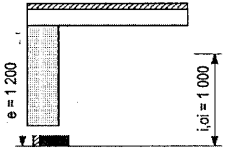
BEP

EK 2.

BİNA ENERJİ PERFORMANSI – ISI KÖPRÜLERİ

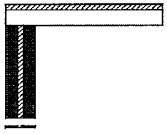
ÇATILAR

C1



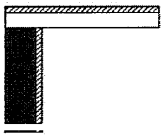
ψ_e =0,30
ψ_{oi}=0,50
ψ_i =0,50

C2



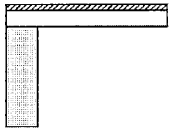
ψ_e =0,50
ψ_{oi}=0,75
ψ_i =0,75

C3



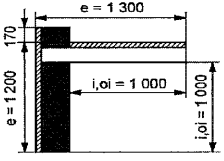
ψ_e =0,40
ψ_{oi}=0,75
ψ_i =0,75

C4



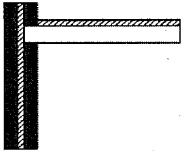
ψ_e=0,40
ψ_{oi}=0,65
ψ_i=0,65

C5



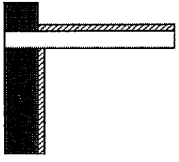
ψ_e =0,60
ψ_{oi}=0,80
ψ_i =0,80

C6



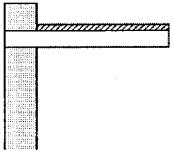
ψ_e =0,50
ψ_{oi}=0,70
ψ_i =0,70

C7



ψ_e =0,65
ψ_{oi}=0,85
ψ_i =0,85

C8

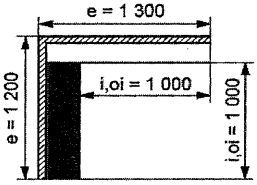


ψ_e=0,45
ψ_{oi}=0,70
ψ_i=0,70

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

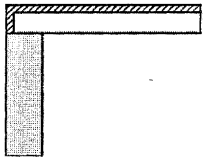
ÇATILAR

C9



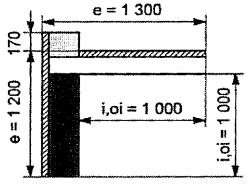
ψ_e =-0,05
ψ_{oi}=0,15
ψ_i =0,15

C10



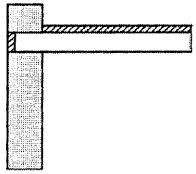
ψ_e =0,00
ψ_{oi}=0,20
ψ_i =0,20

C11



ψ_e =0,30
ψ_{oi}=0,50
ψ_i =0,50

C12

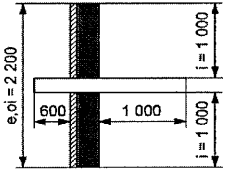


ψ_e=0,15
ψ_{oi}=0,40
ψ_i=0,40

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

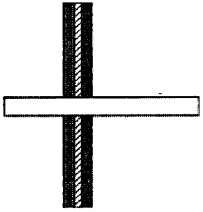
BALKONLAR

B1



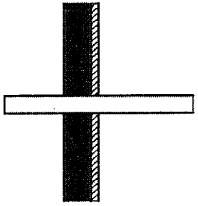
ψ_e =0,95
ψ_{oi}=0,95
ψ_i =1,05

B2



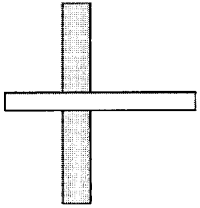
ψ_e =0,95
ψ_{oi}=0,95
ψ_i =1,05

B3



ψ_e =0,90
ψ_{oi}=0,90
ψ_i =1,00

B4

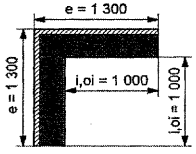


ψ_e=0,70
ψ_{oi}=0,70
ψ_i=0,80

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

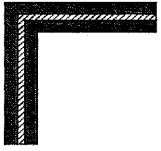
KÖŞELER

K1



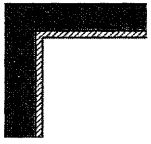
ψ_e =-0,05
ψ_{ot}=0,15
ψ_i =0,15

K2



ψ_e =-0,10
ψ_{oi}=0,10
ψ_i =0,10

K3

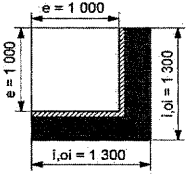


ψ_e =-0,20
ψ_{oi}=0,05
ψ_i =0,05

K4

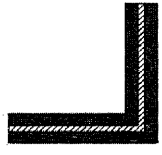
ψ_e=-0,15
ψ_{oi}=0,10
ψ_i=0,10

K5



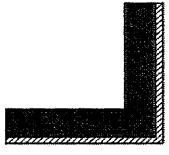
ψ_e =0,05
ψ_{ot}=-0,15
ψ_i =-0,15

K6



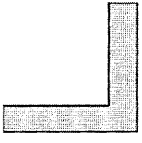
ψ_e =0,15
ψ_{ot}=-0,10
ψ_i =-0,10

K7



ψ_e =0,15
ψ_{ot}=-0,05
ψ_i =-0,05

K8

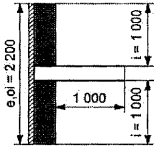


ψ_e=0,10
ψ_{ot}=-0,10
ψ_i=-0,10

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

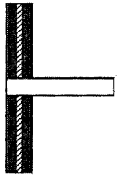
ARA KATLAR

AK1



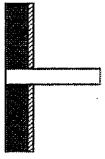
ψ_e =0,00
ψ_{ot}=0,00
ψ_i =0,10

AK2



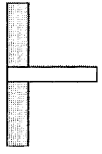
ψ_e =0,95
ψ_{ot}=0,95
ψ_i =1,05

AK3



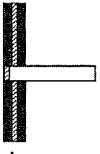
ψ_e =0,90
ψ_{ot}=0,90
ψ_i =1,00

AK4



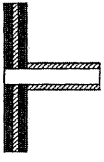
ψ_e=0,70
ψ_{ot}=0,70
ψ_i=0,80

AK5



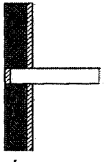
ψ_e =0,60
ψ_{ot}=0,60
ψ_i =0,65

AK6



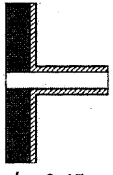
ψ_e =0,90
ψ_{ot}=0,90
ψ_i =1,00

AK7



ψ_e =0,70
ψ_{ot}=0,70
ψ_i =0,80

AK8

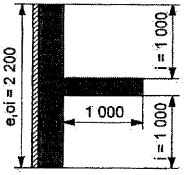


ψ_e=0,45
ψ_{ot}=0,45
ψ_i=0,60

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

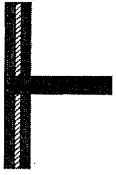
İÇ DUVARLAR

ICD1



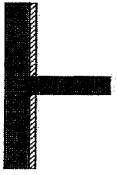
ψ_e =0,00
ψ_{oi}=0,00
ψ_i =0,10

ICD2



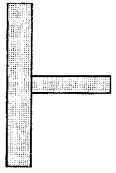
ψ_e =0,50
ψ_{oi}=0,50
ψ_i =0,55

ICD3



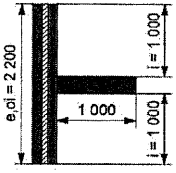
ψ_e =0,90
ψ_{oi}=0,90
ψ_i =1,00

ICD4



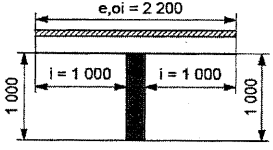
ψ_e=0,00
ψ_{oi}=0,00
ψ_i=0,10

ICD5



ψ_e =0,00
ψ_{oi}=0,00
ψ_i =0,10

ICD6

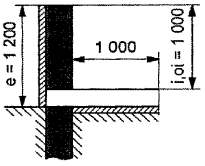


ψ_e =0,00
ψ_{oi}=0,00
ψ_i =0,10

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

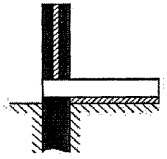
TOPRAK ÜSTÜ DÖŞEME

TUD1



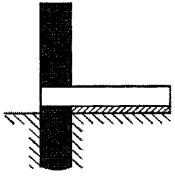
ψ_e =0,65
ψ_{oi}=0,80
ψ_i =0,80

TUD2



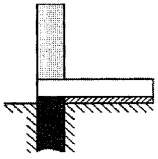
ψ_e =0,60
ψ_{oi}=0,75
ψ_i =0,75

TUD3



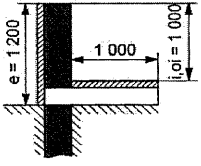
ψ_e =0,55
ψ_{oi}=0,70
ψ_i =0,70

TUD4



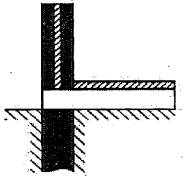
ψ_e=0,50
ψ_{oi}=0,65
ψ_i=0,65

TUD5



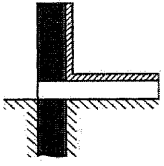
ψ_e =0,60
ψ_{oi}=0,75
ψ_i =0,75

TUD6



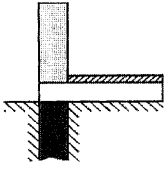
ψ_e =0,45
ψ_{oi}=0,60
ψ_i =0,60

TUD7



ψ_e =-0,05
ψ_{oi}=0,10
ψ_i =0,10

TUD8

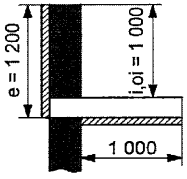


ψ_e=0,05
ψ_{oi}=0,20
ψ_i=0,20

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

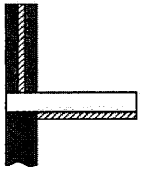
ASMA GİRİŞ KATLAR

AGK1



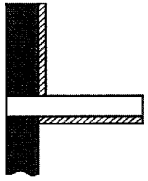
ψ_e =0,75
ψ_{oi}=0,95
ψ_i =0,95

AGK2



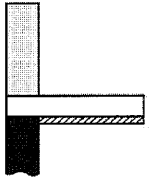
ψ_e =0,65
ψ_{oi}=0,85
ψ_i =0,85

AGK3



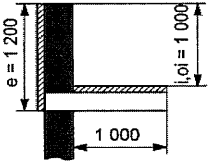
ψ_e =0,55
ψ_{oi}=0,75
ψ_i =0,75

AGK4



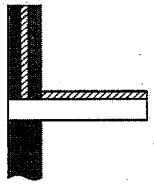
ψ_e=0,50
ψ_{oi}=0,70
ψ_i=0,70

AGK5



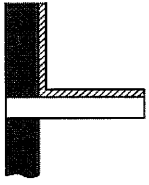
ψ_e =0,60
ψ_{oi}=0,80
ψ_i =0,80

AGK6



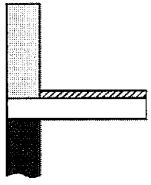
ψ_e =0,45
ψ_{oi}=0,65
ψ_i =0,65

AGK7



ψ_e =-0,10
ψ_{oi}=0,10
ψ_i =0,10

AGK8

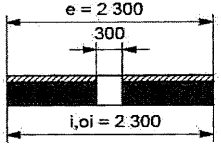


ψ_e=0,00
ψ_{oi}=0,20
ψ_i=0,20

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

KOLON-DİKME

KL1



ψ_e =1,30
ψ_{oi}=1,30
ψ_i=1,30

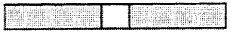
KL2

ψ_e =1,20
ψ_{oi}=1,20
ψ_i=1,20

KL3

ψ_e =1,15
ψ_{oi}=1,15
ψ_i=1,15

KL4

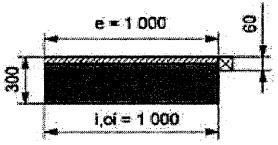


ψ_e=0,90
ψ_{oi}=0,90
ψ_i=0,90

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

KAPI VE PENCERE AÇIKLIKLARI

P1



ψ_e =0,00
ψ_{oi} =0,00
ψ_i =0,00

P2

ψ_e =1,00
ψ_{oi}=1,00
ψ_i=1,00

P3

ψ_e =0,80
ψ_{oi}=0,80
ψ_i=0,80

P4

ψ_e =0,15
ψ_{oi}=0,15
ψ_i=0,15

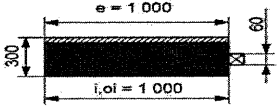
P5

ψ_e =0,40
ψ_{oi}=0,40
ψ_i =0,40

P6

ψ_e =0,10
ψ_{oi}=0,10
ψ_i =0,10

P7



ψ_e =0,45
ψ_{oi}=0,45
ψ_i =0,45

P8

ψ_e =1,00
ψ_{oi}=1,00
ψ_i=1,00

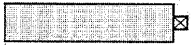
DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

KAPI VE PENCERE AÇIKLIKLARI

P9

ψ_e =0,60
ψ_{ot} =0,60
ψ_i =0,60

P10



ψ_e =0,10
ψ_{ot} =0,10
ψ_i =0,10

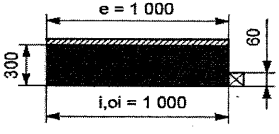
P11

ψ_e =0,00
ψ_{ot} =0,00
ψ_i =0,00

P12

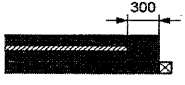
ψ_e =0,10
ψ_{ot} =0,10
ψ_i =0,10

P13



ψ_e =0,80
ψ_{oi}=0,80
ψ_i=0,80

P14



ψ_e =1,00
ψ_{oi}=1,00
ψ_i=1,00

P15

ψ_e =0,00
ψ_{oi}=0,00
ψ_i=0,00

P16

ψ_e =0,15
ψ_{oi}=0,15
ψ_i=0,15

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

KAPI VE PENCERE AÇIKLIKLARI

WP7

ψ_e =0,40
ψ_{ot} =0,40
ψ_i =0,40

P18

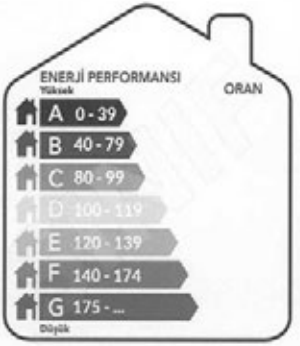
ψ_e =0,20
ψ_{ot} =0,20
ψ_i =0,20

DUVAR | HAFİF DUVAR | YALITIM | DÖŞEME/KOLON | PENCERE ÇERÇEVESİ

bep TR
bina enerji performansı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

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



SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam					
Isıtma					
Sıhhi Sıcak Su					
Soğutma					
Havalandırma					
Aydınlatma					
Kojenarasyon					—
Fotovoltaik	—	—			—

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

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

BİNA BİLGİLERİ

LEJANT: Bina dışı bölge | Bina içi bölge | Toprak

Toplam Kat Adedi:	Duvar Ağırlıklı U Değeri:
Bodrum Kat Adedi:	Kolon Ağırlıklı U Değeri:
Ortalama Kat Yüksekliği(m):	Kiriş Ağırlıklı U Değeri:
Toplam Bina Alanı(m²):	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri:
İklimlendirilen Alan(m²):	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri:
Net Alan(m²):	Çatı Ağırlıklı U Değeri:
Toplam Zon Adedi:	Pencere Ağırlıklı U Değeri:
İklimlendirilen Zon Adedi:	Kapı Ağırlıklı U Değeri:

BİNA DIŞ KABUĞUNDA EN FAZLA KULLANILAN YAPI BİLEŞENLERİ

Toplam Dış Duvar Alanı(m²):

Tipi:
Alanı(m²):
U Değeri:
Kalınlık(m):

Toplam Dış Betonarme Eleman Alanı(m²):

Tipi:
Alanı(m²):
U Değeri:
Kalınlık(m):

Toplam Döşeme Alanı(m²):

Tipi:
Alanı(m²):
U Değeri:
Kalınlık(m):

Toplam Çatı Alanı(m²):

Tipi:
Alanı(m²):
U Değeri:
Kalınlık(m):

Toplam Pencere Alanı(m²):

Tipi	Alanı(m²)

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

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

MEKANİK SİSTEMLER

İklimlendirilen Zon Adedi:

Binanın Isıtma Sistemi

Bağlı Zon Adedi:

Sistemin Konumu:

Sistemin Tipi:

Sistemin Gücü(kW):

Yakıt tipi:

Güneş Enerjisi Katkısı:

Sıcak Su Sistemi

Binanın Soğutma Sistemi

Bağlı Zon Adedi:

Sistemin Konumu:

Sistemin Tipi:

Sistemin Gücü(kW):

Havalandırma Sistemi

Bağlı Zon Adedi:

Sistemin Tipi:

Isı Eşanjörü:

Aydınlatma Sistemi

En Fazla Kullanılan Armatür Tipi ve Adedi

En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi

Toplam Aydınlatma Gücü (kW):

Toplam Aydınlatma Lümeni:

Kojen Sistemi Üretilen Enerji

Isı Geri Kazanımı (kWh):

Elektrik Güç Çıktısı (kW):

Isıl Güç Çıktısı (kW):

Yakıt Tüketimi (kW):

Yakıt Tipi:

Birincil Enerji Kazancı

Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji

Pik Güç (kW):

Alan (m²):

TAVSİYELER/AÇIKLAMALAR

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