

BİNA ENERJİ PERFORMANSI
HESAPLAMA YÖNTEMİ

BEP

II.
BİNA ENERJİ PERFORMANSI –
AYDINLATMA ENERJİSİ GEREKSİNİMLERİNİN
HESAPLANMASI

İÇİNDEKİLER

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

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

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA YÖNTEMİ

Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri

Giriş

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

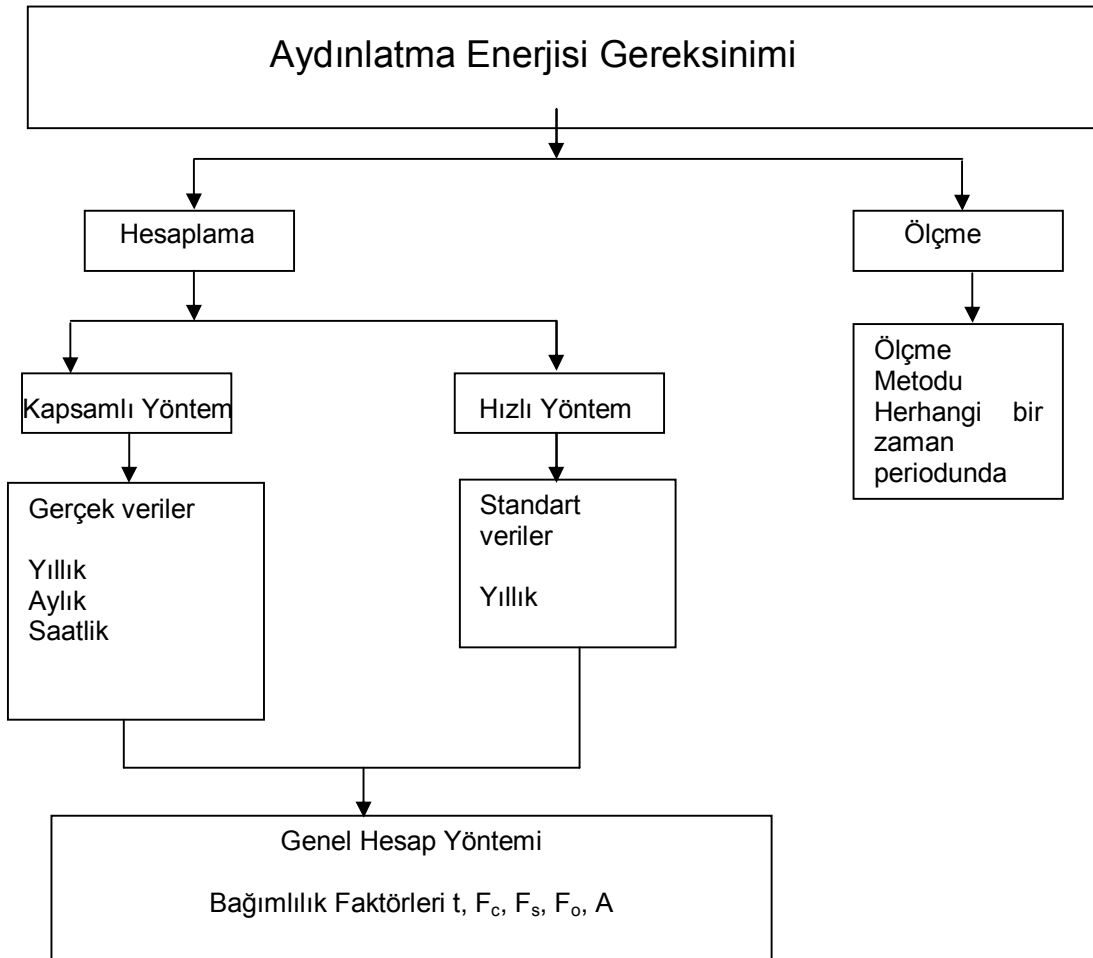
Binaların aydınlatılmasında doğru sistemlerin tasarlanmasının ve uygulanmasının önemi çok büyüktür, tasarım ve uygulamanın görsel konfor koşullarını sağlaması gerekmektedir. Yeni uygulamalar için tasarım, "EN 12464-1 Işık ve Aydınlatma-Çalışma alanlarının aydınlatılması-Bölüm 1:Çalışma alanları" standardına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

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

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

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

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



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

1 Kapsam

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

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

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

2 Atıf yapılan standart ve/veya dokümanlar

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

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

3 Terimler ve tanımlar

Bu standartta aşağıda verilen terimler ve tanımlar geçerlidir.

3.1 Yerleşik aygıtlar

Binada aydınlatmayı sağlayan sabit aygıtlar.

3.2 Kontrol donatısı

Lambaların kontrol edilmesini sağlayan bileşenler.

3.3 Güç**3.3.1 Aygıt gücü (P_i)**

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

NOT: Bu veri aygıt üreticisi firmadan elde edilebilir.

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

Bir hacim veya bölümdeki tüm aygıtların gücü (Watt).

$$P_n = \sum_i P_i (W) \quad (01)$$

3.3.3 Parazit güç**3.3.3.1 Aygıta ilişkin parazit güç (P_{pi})**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4 Enerji**3.4.1 Toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (W_t)**

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

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

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

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

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

3.5 Zaman**3.5.1 İşletim süresi (t)**

Enerji tüketilen zaman aralığı (h).

3.5.2 Yıllık işletim süresi (t_o)

Yapma aydınlatma sisteminin yıllık toplam işletim süresi (h).

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

(05)

NOT: Bu değer binanın kullanım saatlerine bağlıdır.

3.5.3 Standart yıl (t_y)

Bir yıl içindeki toplam saatler, 8 760 h.

3.5.4 Gün saatleri kullanımı (t_D)

Gün saatleri içindeki işletim süresi (h).

3.5.5 Gün saatleri dışında kullanım (t_N)

Gün saatleri dışındaki işletim süresi (h).

3.5.6 Acil durum aydınlatması şarj süresi (t_e)

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

3.6 Kullanılan alan (A)

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

3.7 Bağımlılık faktörleri**3.7.1 Güneş ışığı bağımlılık faktörü (F_D)**

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

3.7.2 Kullanıma bağlı faktör (F_O)

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

3.7.3 Yokluk faktörü (F_A)

Kullanıcının bulunmamasına ilişkin faktör

3.7.4 Sabit aydınlık faktörü (F_C)

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

3.8 Bakım faktörü (MF)

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

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

3.9 Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (AESG)

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

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

4 Aydınlatma enerjisinin hesaplanması

4.1 Toplam aydınlatma enerjisi

4.1.1 Toplam enerjinin belirlenmesi

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

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

Burada;

W_t : Aydınlatma için harcanan toplam enerji

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

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

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

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

Burada;

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

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

F_c : Sabit aydınlık faktörü

t_D : Gün saatleri kullanımı (h)

F_o : Kullanıma bağlı faktör

F_D : Güneş ışığı bağımlılık faktörü

t_N : Gün saatleri dışında kullanım (h)

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

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

Burada;

P_{pc} : Bir hacimdeki toplam parazit güç

t_y : Bir yıl içindeki toplam süre(h)

t_D : Gün saatleri kullanımı (h)

t_N : Gün saatleri dışında kullanım (h)

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

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

Notlar:

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

4.1.2. Yıllık toplam aydınlatma enerjisi

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

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

4.2. Aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi

Bir bina için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

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

Burada,

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

A: Binanın toplam kullanılan alanıdır (m²).

5 Ölçüm

5.1. Genel

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

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

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

5.2 Güç ayırımı

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

5.3 Uzaktan ölçüm

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

Not: Ek A'da ölçüm örnekleri verilmektedir.

6 Binalarda aydınlatma enerjisinin hesaplanması

6.1. Kurulu aydınlatma gücü

6.1.1. Genel

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

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

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

6.1.2. Aygıtlar

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

6.1.3. Aygıt gücü (P_i)

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

6.1.4. Parazit güç (P_{ci} ve P_{ei})

Parazit güç Ek B'ye göre belirlenir.

6.2. Hesaplama yöntemleri

6.2.1. Hızlı yöntem

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

6.2.1.1 Konutlar için aydınlatma enerjisi hesaplanması

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

Konutta kullanılan her farklı lamba tipi için aşağıdaki işlem yapılır:

Lamba tipi 1 için:

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

Lamba tipi 2 için:

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

Lamba tipi n için:

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

hesaplanır.

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

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

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

Günlük toplam aydınlatma enerjisi yükünün belirlenmesi

Hafta içi günler için

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

Hafta sonu günler için

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

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

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

Enkandesan Lambalar için:

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

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

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

Fluoresan Lambalar için:

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

Kompakt Fluoresan Lambalar için:

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

Tablo 6. 1. Konutların saatlik kullanım oranları

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

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

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

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

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

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

6.2.1.2 Konutların çekirdek alanları için hesap adımları

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

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

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

Lamba tipi 1 için:

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

Lamba tipi 2 için:

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

Lamba tipi n için:

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

hesaplanır.

Çekirdek alan için aydınlatma sisteminin saatlik toplam gücü (P_{toplaml}) aşağıdaki eşitlikle belirlenir:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2.1.3 Konut binalarının aydınlatma enerjisi gereksiniminin belirlenmesi

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

Toplam konut alanlarının yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (W_K)

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

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

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

Binanın toplam alanı (A_{bina})

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

Konut binasının Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

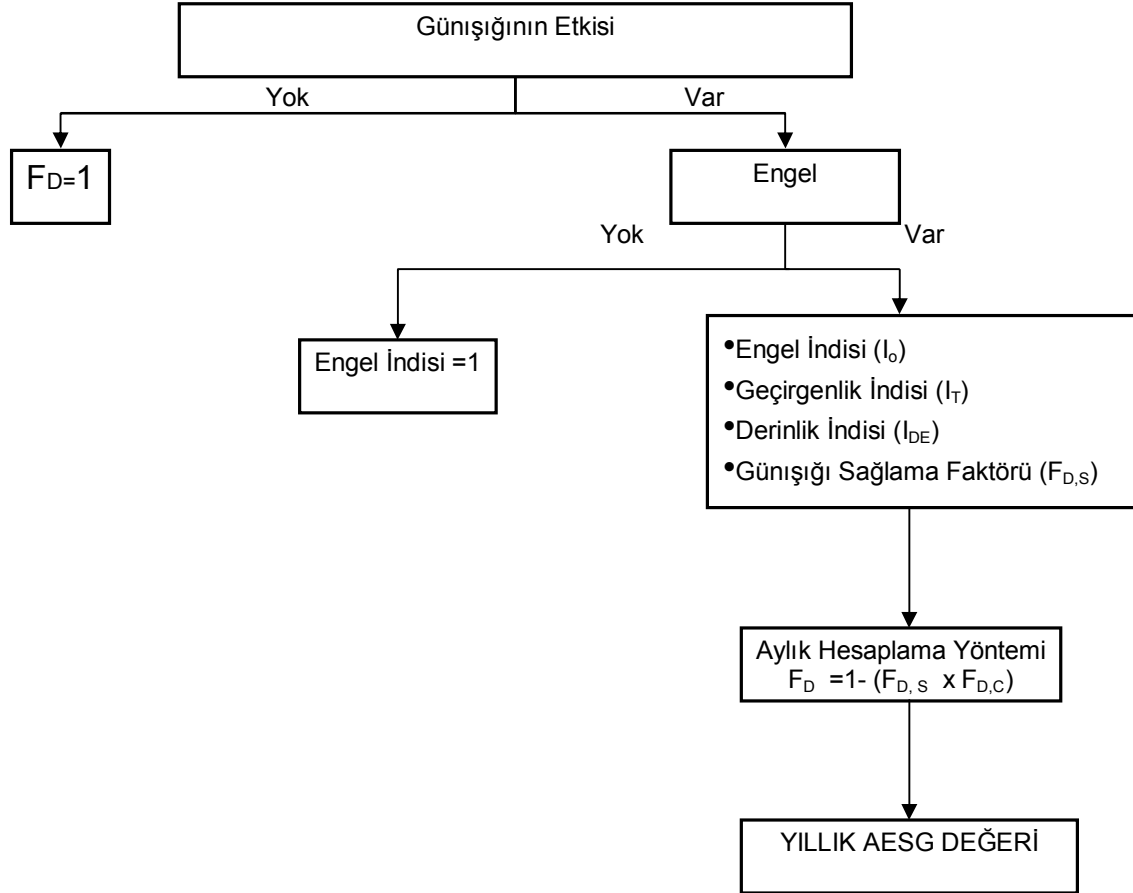
$$\text{AESG}_{\text{konutbina}} = W_{\text{bina}} / A_{\text{bina}} \text{ (kWh/m}^2 \times \text{yıl)} \quad (27)$$

6.2.2. Kapsamlı yöntem

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

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

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



Şekil 2 - Günışığı bağımlılık faktörünün belirlenmesi ile ilgili akış diyagramı

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

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

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

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

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

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

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

Burada

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2.3. Sabit aydınlık faktörünün belirlenmesi F_c

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

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

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

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

Bir bina için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi

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

(10)

Burada,

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

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

7 Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri

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

8 Aydınlatma tasarımı ve uygulama

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

- Bağımsız loşlaştırma

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

- Algoritmik ışık

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

- Işık tüpleri

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

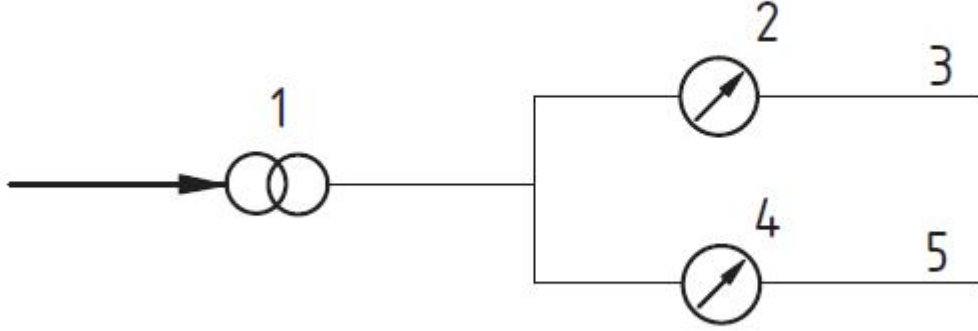
- Senaryo ayarlı sistemler

Farklı eylemler için farklı aydınlatma senaryolarının önceden ayarlanabildiği sistemlerdir.

- Günışığı iletimi

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

Ek A Aydınlatma sistemi enerji gereksiniminin ölçülmesi (Bilgi Amaçlı)



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

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

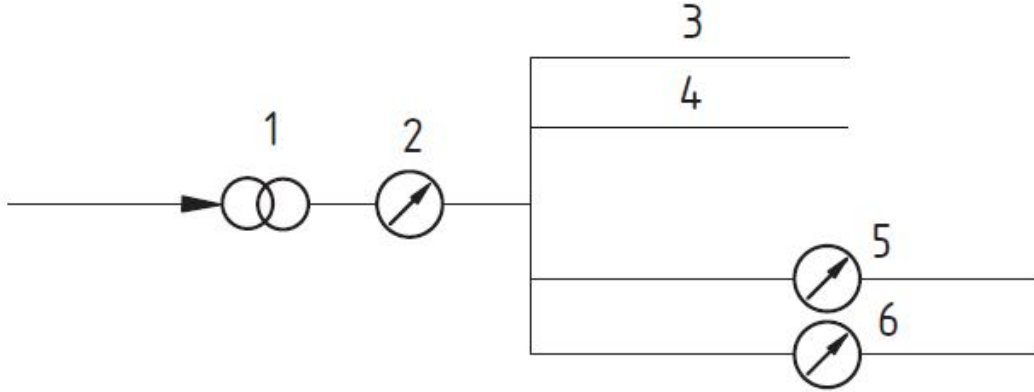
Şekil A.1’de aydınlatma sistemi için ayrılan kWh sayacı, elektrik sisteminin geri kalanı için ayrılan kWh sayacına paralel bağlanmıştır. Binanın toplam enerji gereksinimi, her iki sayaçtan okunan değerlerin toplamına eşittir.

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

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

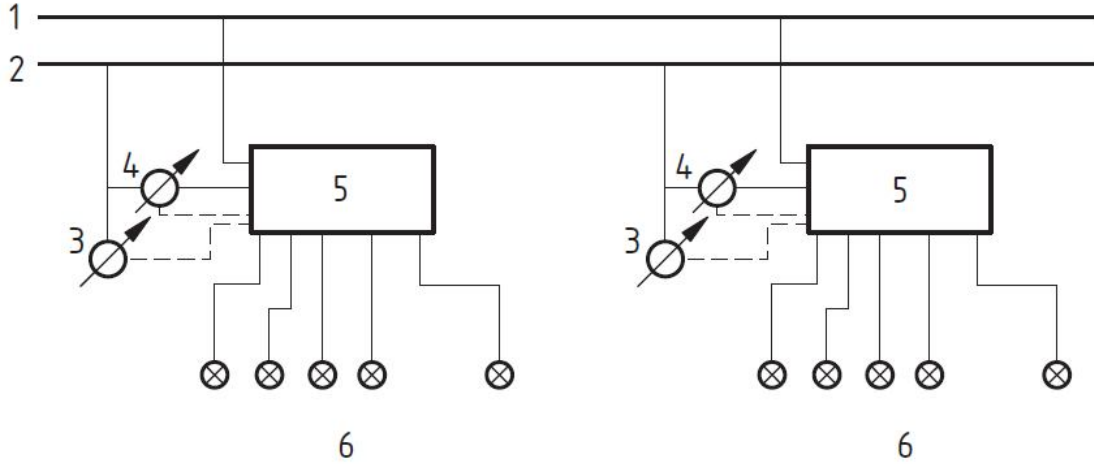
$$W = W_{\text{aydınlatma ölçülen}} = \sum_{\text{butun katlar}} (\text{kWh}_{\text{tarih}} - \text{kWh}_{(\text{tarih} - 12 \text{ ay})}) \text{ (kWh/yıl)} \quad (\text{A2})$$

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



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

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



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

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

NOT: Bazı sistemler bir güç faktörü sayacı içerebilirler.

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

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

İzleme için eşitlikler:

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

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

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

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

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

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

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

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

B.1 Giriş

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

B.2 Normal çalışma koşullarında aydınlatma gereçlerinin test ölçümleri

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

B.3 Standart test koşulları

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

B.4 Elektriksel ölçüm cihazları

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

B.5 Test edilecek aydınlatma aygıtları

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

B.6 Test gerilimi

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

B.7 Aygıt gücü (P_i)

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

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

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

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

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

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

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

B.11 Kurulu olan aydınlatma sistemleri için varsayılan güç

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

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

(Lamba gücü) x (aygıt içindeki lamba sayısı)

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

B.12 Kurulu olan aydınlatma sistemleri için varsayılan parazit güç

Tüketilen parazit enerjinin bilinmediği mevcut binalarda yıllık enerji tüketimi;

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

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

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

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

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

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

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

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

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

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

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

C.1. Genel

Bu bölüm $F_{D,S,n}$ ve $F_{D,C,n}$ değerlerinin ve buna bağlı olarak $F_{D,n}$ değerinin belirlenme yöntemini tanıtmaktadır. Düşey cephelerde yer alan pencereler dikkate alınmıştır. Yöntem yıllık veya aylık olarak uygulanabilmektedir.

Alt bölüm 6.2.2.1'de açıklandığı gibi günişliği bağımlılık faktörü $F_{D,n}$ değeri, günişliği sağlama faktörü $F_{D,S,n}$ ve günişliğine bağlı yapma aydınlatma kontrol faktörü $F_{D,C,n}$ değerlerinin fonksiyonu olarak belirlenebilmektedir.

Böylece aşağıdaki eşitlik geçerlidir:

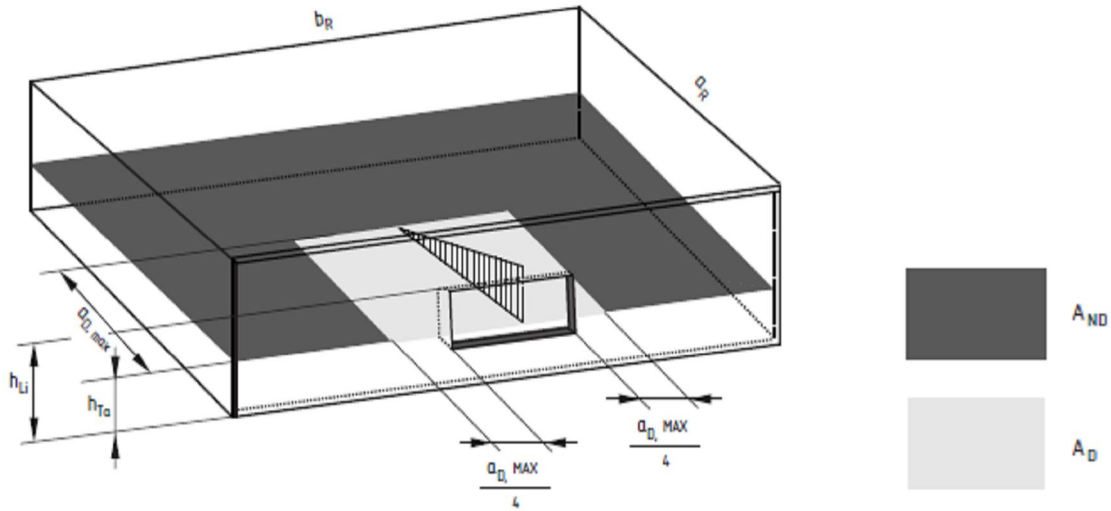
$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n}) \quad (C1)$$

Şekil 2'de verilen işlemlerle ilgili açıklamalar aşağıdaki 5 adımda açıklanmıştır:

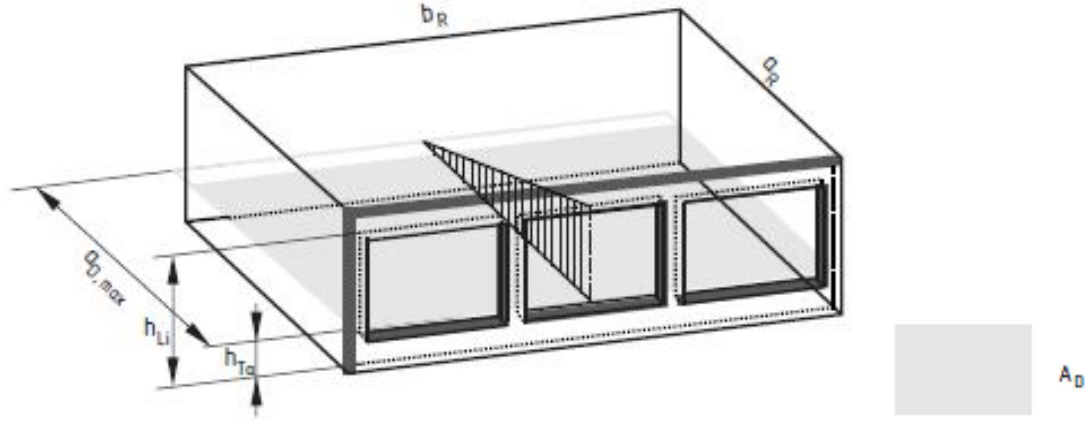
- 1) Binanın günişliği alan ve almayan bölümleri ayrılmalıdır.
- 2) Hacme ilişkin parametrelerin, cephe geometrisinin ve dış engellerin hacme giren günişliği üzerindeki etkisi günişliği faktörü kavramı kullanılarak dikkate alınmalıdır.
- 3) Enerji tasarrufu potansiyeli yöresel iklim, aydınlık düzeyi ve günişliği faktörünün fonksiyonu olan günişliği sağlama faktörü $F_{D,S,n}$ değerine bağlı olarak belirlenmelidir.
- 4) Günişliği kullanımı mevcut günişliği değerine ve yapma aydınlatma kontrol tipine bağlı ($F_{D,C,n}$) olarak belirlenmelidir.
- 5) $F_{D,n}$ yıllık ve aylık değerleri belirlenmelidir.

C.2. Binanın bölümlendirilmesi

Hacimler günişliği alan bölümler, $A_{D,j}$ ve günişliği almayan bölümler, $A_{N,D,j}$ olarak ikiye ayrılmalıdır. Şekil C.2'de örnek bir hacmin günişliği alan ($A_{D,j}$) ve günişliği almayan ($A_{N,D,j}$) bölümleri ifade edilmiştir. Şekil C.3'de ise geniş pencere açıklığına sahip bir hacim için günişliği alan ($A_{D,i}$) bölge ifade edilmiştir.



Şekil C.2. Örnek bir hacim için günişliği alan ($A_{D,j}$) ve günişliği almayan ($A_{N,D,j}$) bölümlerin gösterimi



Şekil C.3. Geniş pencere açıklığına sahip bir hacim için günışığı alan ($A_{D,j}$) bölgenin gösterimi

Birden fazla cepheden aydınlatılan veya bir cephede birden fazla penceresi bulunan hacimlerdeki günışığı alan bölümlerin belirlenmesinde aşağıda açıklanan yöntem izlenmiştir. Öncelikle hacim formu Tablo C.1 'e göre seçilerek belirlenen adımlara göre $A_{D,j}$ ve $A_{N,D}$ hesaplanır.

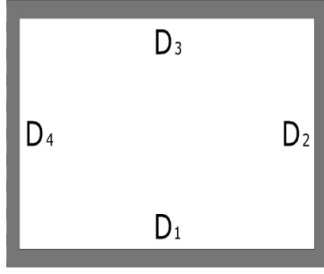
Tablo C.1 Farklı hacim formları

Oda Formu	Şekil	Alan
Dikdörtgen		A, B, C, D $A_{\text{hacim}} = A \times B$
Yamuk		A, B, C, D $A_{\text{hacim}} = [(A + C) \times D] / 2$ Not: A ve D duvarları birbirine dik kabul edilir.
L tipi		A, B, C, D, E, F $A_{\text{hacim}} = (A \times B) + (E \times (F - D))$ Not: Kenarlar birbirine dik kabul edilir.
O tipi		A, B, C, D, E, F, x, y $A_{\text{hacim}} = (A \times B) - (E \times F)$ Not: Kenarlar birbirine dik kabul edilir.

C.2.1. Dikdörtgen hacimler

Bu bölümde hacim formunun dikdörtgen olması durumunda doğal aydınlatmanın iç mekanda etki ettiği toplam alanın bulunmasına yönelik hesap adımları tanıtılmaktadır.

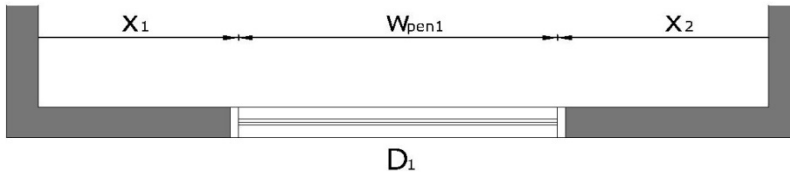
a : Hacmin derinliği (m)
b : Hacmin genişliği (m)
bilgileri $A_{D,i}$ ve $A_{N,D}$ hesapları için gereklidir.



Şekil C4. Dikdörtgen hacim planı

C.2.1.1 Bir duvarda bir pencere durumu (Durum 1)

Bir duvarda bir pencere olması durumunda hesaplama için gerekli büyüklükler, Şekil C5'de ifade edilmiştir.



Şekil C5. Bir duvarda bir pencere olması durumu

$$A_C = h_{pen} \times w_{pen} \quad (C2)$$

A_C : Pencere alanı (m^2)

h_{pen} : Pencere yüksekliği (m)

w_{pen} : Pencere genişliği (m)

$$a_d = 2.5 \times (h_{li} - h_{çd}) \quad (C3)$$

$$b_d = w_{pen} + a_d/2 \quad (C4)$$

$$A_D = a_d \times b_d \quad (C5)$$

A_D : Güneşten yararlanılan toplam yatay çalışma düzlemleri alanı (m^2)

a_d : Güneşten yararlanılan bölgenin derinliği (pencereye dik uzunluk)

b_d : Güneşten yararlanılan bölgenin uzunluğu (pencereye paralel uzunluk)

h_{li} : Lentonun yerden yüksekliği (Pencerenin üst kotu)

$h_{çd}$: Çalışma düzlemi yüksekliği

Taşma durumu kontrol edilir.

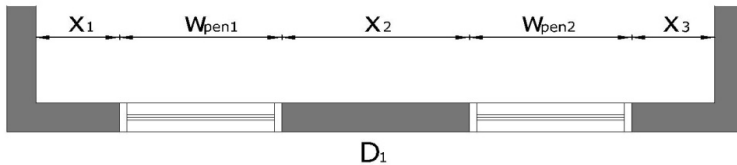
Eğer güneşli bölgesinin genişliği (b_d) hacmin genişliğinin %75'inden daha büyükse veya dışarı taşıyorsa $b_d = b$ alınmalıdır.

Eğer güneşli bölgesinin derinliği (a_d), hacmin derinliğinden (a) büyükse, $a_d = a$ alınmalıdır.

Eğer güneşli bölgesinin derinliği (a_d), hacmin derinliğinden (a) küçük, fakat 1.25 katı hacmin derinliğinden büyükse, $a_d = a$ alınmalıdır.

C.2.1.2. Bir duvarda birden çok pencere durumu (Durum 2)

Bir duvarda birden fazla pencere olması durumunda hesaplama için gerekli büyüklükler, Şekil C6'da ifade edilmiştir.



Şekil C6. Bir duvarda birden fazla pencere olması durumu

Her pencere için A_C hesaplanır, toplanır.

$$A_{CT} = A_{C1} + A_{C2} + \dots + A_{CN} \quad (C6)$$

Her pencere için $a_{d1}, \dots, a_{dn}$ ve $b_{d1}, \dots, b_{dn}$ değerleri hesaplanır.

$$a_{d1} = 2.5 \times (h_{li} - h_{ta}), \dots, a_{dn} = 2.5 \times (h_{lin} - h_{ta}) \quad (C7)$$

$$b_{d1} = w_{pen1} + a_{d1}/2, \dots, b_{dn} = w_{penn} + a_{dn}/2 \quad (C8)$$

Eğer günışığı bölgesinin derinliği (a_{d1}, a_{dn}) hacmin derinliğinden (a) büyükse, $a_{d1} = a$, $a_{dn} = a$ alınmalı. Eğer günışığı bölgesinin derinliği (a_{d1}, a_{dn}), hacmin derinliğinden (a) küçük, fakat 1.25 katı hacmin derinliğinden büyükse, $a_{d1} = a$, $a_{dn} = a$ alınmalı.

İlk ve son pencereler için taşma kontrolü yapılır, varsa bu alan hesaba katılmaz.

Günışığı bölgelerinin üst üste düşme kontrolü yapılır, varsa üst üste düşen alan çıkartılır.

Eğer tüm günışığı bölgeleri üst üste düşüyorsa veya toplam b_d , b 'nin en az %75'ine eşitse

$b_d = b$ alınır. Bu durumda a_d olarak ortalama değer alınır ve bu duvardaki A_{DT} değeri $a_{dort} \times b_d$ olarak hesaplanır.

$$a_{dort} = (a_{d1} + a_{d2} + \dots + a_{dn}) / n \quad (C9)$$

$$A_{DT} = a_{dort} \times b_d \quad (C10)$$

Değilse aşağıdaki gibi ayrı ayrı hesaplanarak toplanır.

A_D alanları hesaplanır, toplanır.

$$A_{D1} = a_{d1} \times b_{d1} \quad (C11)$$

$$A_{DN} = a_{dn} \times b_{dn} \quad (C12)$$

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} + \dots + A_{DN} \quad (C13)$$

C.2.1.3. Dikdörtgen hacimlerde birden çok duvarda bir veya birden çok pencere durumu

C.2.1.3.1 A- Karşılıklı duvarlarda pencereler (D1 –D3) veya (D2 –D4) duvarlarında pencere

Bu duvarlardaki pencerelerin oluşturduğu günışığı bölgelerinin alanları $A_{Dduvar1}$, $A_{Dduvar3}$ ayrı ayrı bulunur. Üst üste düşme kontrolü yapılır.

(D1 –D3) duvarları için:

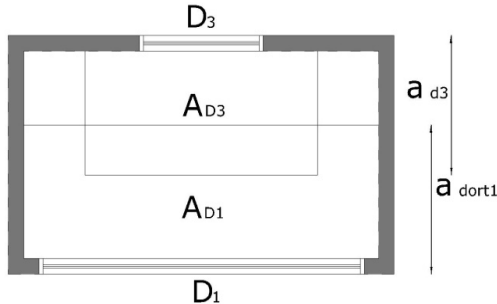
Karşılıklı duvarlarda pencere olması durumunda hesaplama için gerekli büyüklükler, Şekil C7 ve Şekil C8'de ifade edilmiştir.

İki duvarın da “Durum 2” olması halinde üst üste düşme varsa tüm hacim alanı A_D olarak alınır. Üst üste düşme kontrolünü yapmak için $a_{d \text{ duvar1}}$ ve $a_{d \text{ duvar3}}$ değerleri, ortalama değerler olarak hesaplanacaktır.

$$a_{d \text{ duvar1}} = a_{dort1} \quad (C14)$$

$$a_{d \text{ duvar3}} = a_{dort3} \quad (C15)$$

-Bir duvarın “Durum 1”, bir duvarın “Durum 2” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. “Durum 1” olan duvar için ilgili pencerenin a_d değeri, “Durum 2” olan duvar için ortalama değer alınır.



Şekil C7. D1-D3 duvarlarında pencere olması durumu

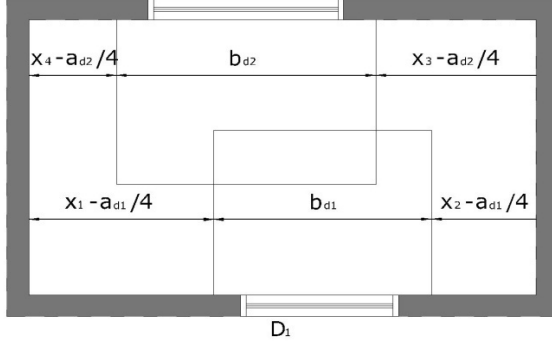
Örnek 1: Duvar 1, “Durum 2” ve Duvar 3, “Durum 1” olduğunda Duvar 1 için $a_{d \text{ duvar1}} = a_{dort1}$

alınır ve Duvar 3 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKes} = (a_{d3} + a_{dort1} - a) \times b_{d3} \quad (C16)$$

Örnek 2: Duvar 1, “Durum 1” ve Duvar 3, “Durum 2” olduğunda Duvar 3 için $a_{d \text{ duvar3}} = a_{dort3}$ alınır ve Duvar 1 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKes} = (a_{d1} + a_{dort3} - a) \times b_{d1} \quad (C17)$$



Şekil C8. D1-D3 duvarlarında pencere olması durumu

-Her iki duvarın da “Durum 1” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. Bunun için her duvardaki pencere pozisyonunu belirten $x_1, x_2, \dots, x_n$ değerleri kullanılır.

$$a_{kes} = a_{d1} + a_{d2} - a \quad (C18)$$

$$b_{kes} = (x_1 - a_{d1}/4 + b_{d1}) + (x_3 - a_{d2}/4 + b_{d2}) - b \quad (C19)$$

$$A_{KES} = a_{kes} \times b_{kes} \quad (C20)$$

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} - A_{KES} \quad (C21)$$

Üst üste düşme olmadığı durumlar için aşağıdaki bağıntı geçerlidir.

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} \quad (C22)$$

(D2 –D4) duvarları için:

-İki duvarın da “Durum 2” olması halinde üst üste düşme varsa, tüm hacim alanı A_D olarak alınır.

$$a_{d \text{ duvar2}} = a_{dort2} \quad (C23)$$

$$a_{d \text{ duvar4}} = a_{dort4} \quad (C24)$$

-Bir duvarın “Durum 1”, bir duvarın “Durum 2” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. “Durum 1” olan duvar için ilgili pencerenin a_d değeri, “Durum 2” olan duvar için ortalama değer alınır.

Örnek 1: Duvar 2, “Durum 2” ve Duvar 4, “Durum 1” olduğunda Duvar 2 için $a_{d \text{ duvar2}} = a_{dort2}$ alınır ve Duvar 4 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKES} = (a_{d4} + a_{dort2} - b) \times b_{d4} \quad (C25)$$

Örnek 2: Duvar 2, “Durum 1” ve Duvar 4, “Durum 2” olduğunda Duvar 4 için $a_{d \text{ duvar4}} = a_{dort4}$ alınır ve Duvar 2 için, o duvardaki pencerenin a_d değeri alınarak üst üste düşme kontrolü yapılır ve üst üste düşen alan çıkartılır.

$$A_{DKES} = (a_{d2} + a_{dort4} - b) \times b_{d2} \quad (C26)$$

-Her iki duvarın da “Durum 1” olması halinde üst üste düşen alan toplam alandan çıkartılır. Bunun için her duvardaki pencere pozisyonunu belirten $x_1, x_2, \dots, x_n$ değerleri kullanılır.

$$a_{kes} = a_{d1} + a_{d2} - b \quad (C27)$$

$$b_{kes} = (x_1 - a_{d1}/4 + b_{d1}) + (x_3 - a_{d2}/4 + b_{d2}) - a \quad (C28)$$

$$A_{KES} = a_{kes} \times b_{kes} \quad (C20)$$

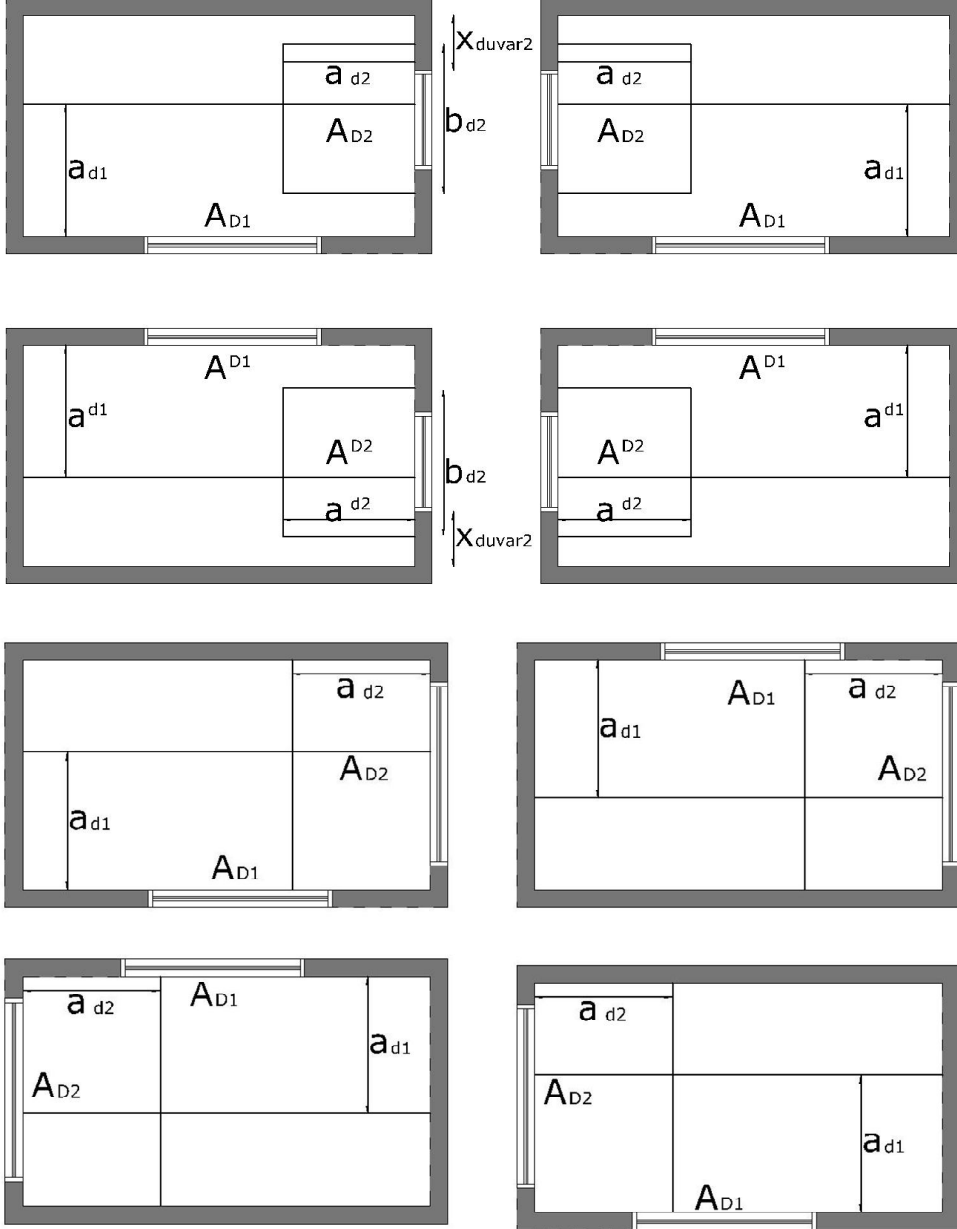
$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} - A_{KES} \quad (C21)$$

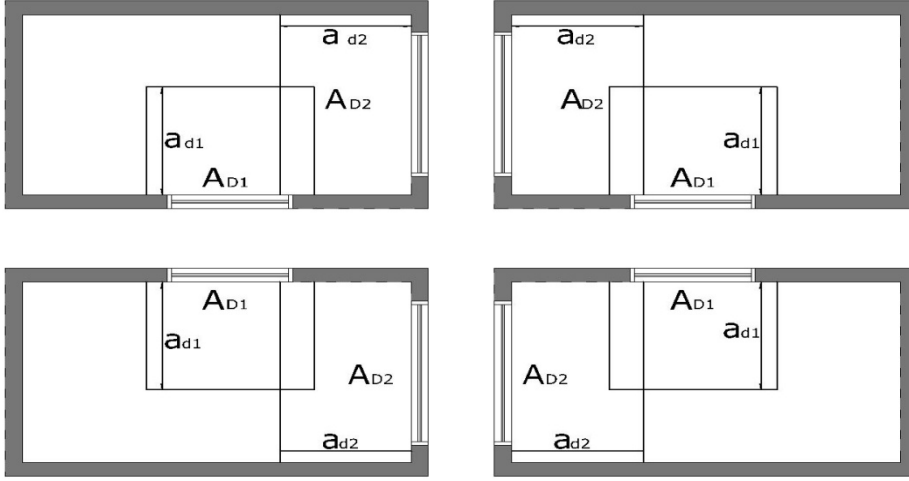
Üst üste düşme olmadığı durumlar için aşağıdaki bağıntı geçerlidir.

$$A_{DT} = A_{D1} + A_{D2} \quad (C22)$$

C.2.1.3.2 B-Köşe duvarlarda pencereler

Duvarlardaki pencerelerin konumlarına göre “Durum 1” ve “Durum 2” durumları için geçerli bağıntılar ve pencerelerin köşelere olan uzaklıkları $x_1, x_2, \dots, x_n$ değerlerine bağlı olarak üst üste düşen alanlar kontrol edilerek varsa çıkartılır. Şekil C9 'de farklı köşe pencereleri alternatifleri verilmiştir.



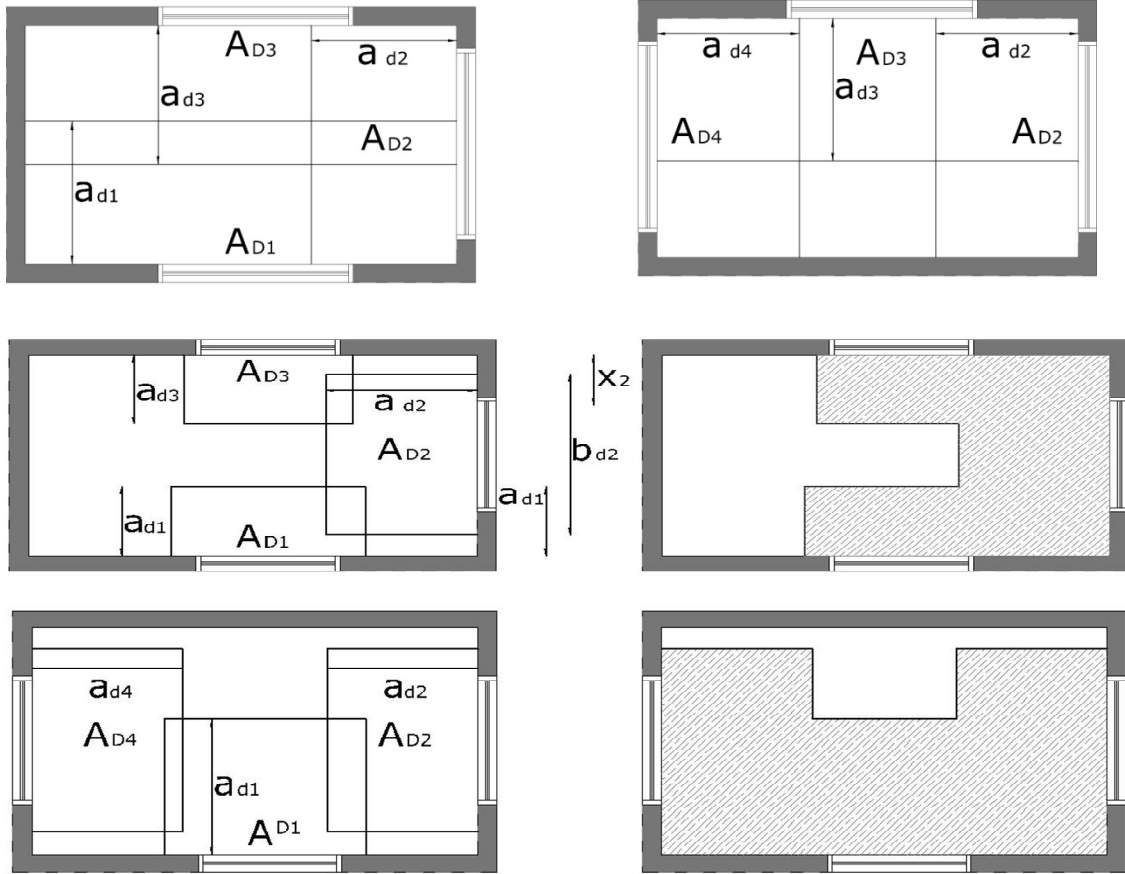


Şekil C9. Bir hacimdeki köşe penceresi alternatifleri

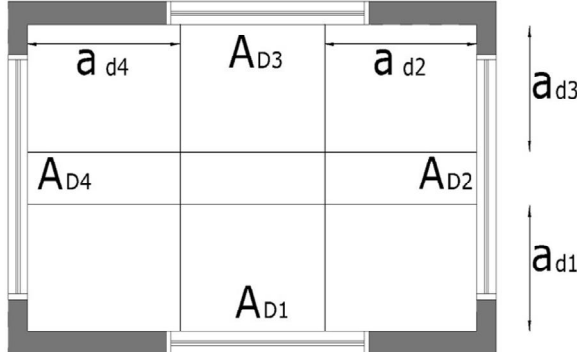
C.2.1.3.3 C-Üç duvarda pencereler

Üç duvarda da pencere olması durumunda oluşan günışığından etkilenen bölgeler Şekil C10'da ifade edilmiştir.

Duvarlardaki pencerelerin konumlarına göre "Durum 1" ve "Durum 2" durumları için geçerli bağıntılar ve pencerelerin köşelere olan uzaklıkları $x_1, x_2, \dots, x_n$ değerlerine bağlı olarak üst üste düşen alanlar kontrol edilerek varsa çıkartılır.



Şekil C10. Üç duvarda da pencere bulunması durumlarında ($A_{D,j}$) ve günışığı almayan ($A_{N,D,j}$) bölümlerin gösterimi

C.2.1.3.4 D-Dört duvarda pencere

Şekil C11. Dört duvarda da pencere bulunması durumlarında ($A_{D,i}$) ve güneşiği almayan ($A_{N,D,i}$) bölümlerin gösterimi

C.2.2. Diğer hacim biçimleri

Tablo C.1’de yer alan diğer hacim biçimleri için de benzer bağıntılar geliştirilerek güneşiği alan bölgelerin üst üste düşmesi kontrol edilir ve güneşiğinden yararlanan toplam yatay çalışma düzlemleri alanı hesaplanır.

C.3. Güneşiği sağlama**C.3.1. Düşey cepheler**

Bu bölümde düşey cepheler için güneşiği sağlama faktörünün ($F_{D,S,N}$) hesap adımları yer almaktadır.

C.3.1.1. Güneşiği faktörü sınıflandırması

Binada güneşiğinden yararlanan bir bölümde sağlanan güneşiği, geçirgenlik indisi I_T olarak tanımlanan geometrik koşullara, derinlik indisine ve engel indisine bağlıdır.

A. Geçirgenlik indisinin hesaplanması (I_T):

Binada güneşiğinden yararlanan bir bölüme ilişkin geçirgenlik indisi I_T aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_T = A_C / A_D \quad (C29)$$

A_C : Pencere alanı (m^2)

A_D : Güneşiğinden yararlanan toplam yatay çalışma düzlemleri alanı (m^2)

B. Derinlik indisinin hesaplanması (I_{DE}):

Binada güneşiğinden yararlanan bir bölüme ilişkin derinlik indisi I_{DE} aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_{DE} = a_D / (h_{Li} - h_{cd}) \quad (C30)$$

h_{Li} : Lentonun yerden yüksekliği (Pencerenin üst kotu)

h_{cd} : Çalışma düzlemi yüksekliği

Not: Birden fazla cepheden aydınlatılan hacimler için C.2.’de açıklanan adımlar izlenmelidir.

C. Engel indisinin hesaplanması (I_O):

Engel indisi I_O cepheye gelen güneşiğini azaltan engellerin etkisini ifade etmektedir. Engel örnekleri şunlardır:

- Diğer binalar ve ağaç, dağ gibi doğal engeller
- Avlu veya atriumu olan binalarda binanın kendisi
- Cephede yer alan yatay veya düşey gölgeleme elemanları
- Camlı çift cidarlı cepheler

Engel indisi I_O aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_0 = I_{0,OB} \times I_{0,OV} \times I_{0,SF} \times I_{0,CA} \times I_{0,GDF} \quad (C31)$$

I_0 : Engel indisi

$I_{0,OB}$: Karşı bina engel için düzeltme faktörü

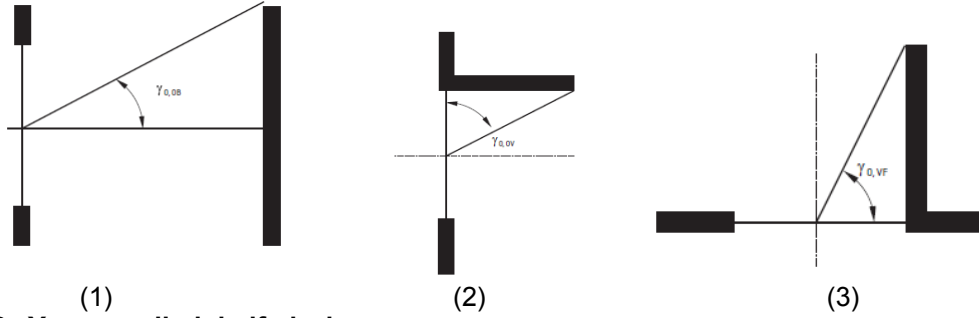
$I_{0,OV}$: Yatay saçak için düzeltme faktörü

$I_{0,VF}$: Düşey gölgeleme elemanı için düzeltme faktörü

$I_{0,CA}$: Avlu veya atrium için düzeltme faktörü

$I_{0,GDF}$: Camlı çift cidarlı cephe için düzeltme faktörü

Engel etkileri cephe ortasında bulunan bir pencereye göre alınarak yöntem basitleştirilebilir. Şekil C.12'de bir pencereye etki eden engel durumları örneklenmiştir. Ele alınan hacim veya bölüm için engel etkilerinin ortalaması alınmalıdır.



Şekil C.12. Yapı engellerinin ifadesi

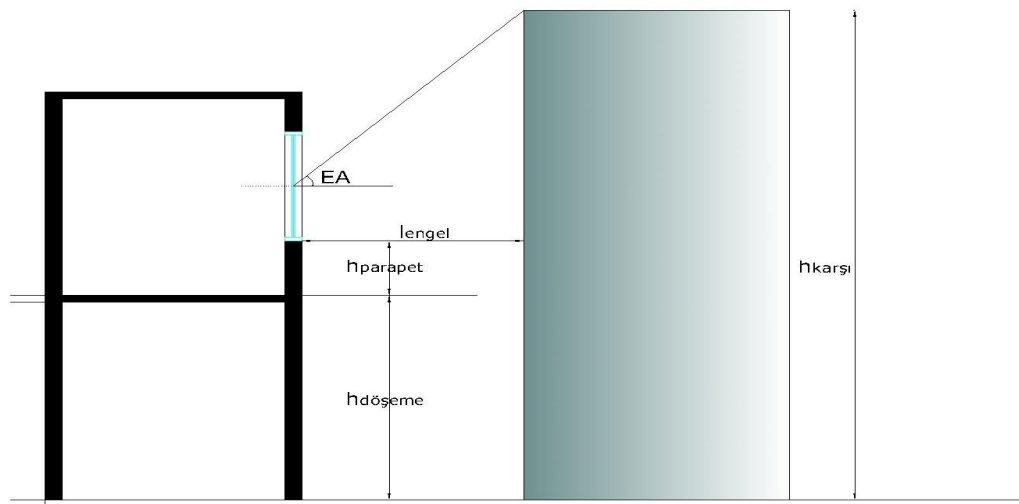
a. Pencerenin karşısında engel olma durumu ($I_{0,OB}$).

Pencerenin karşısında bir engel bulunması durumunda karşı engel etkisinin hesaplanabilmesi için pencere orta noktası ile engelin üst kotu arasında kalan engel açısının bilinmesi gerekmektedir. Karşı bina engel açısı (EA), Şekil C.13'de örneklenmiştir.

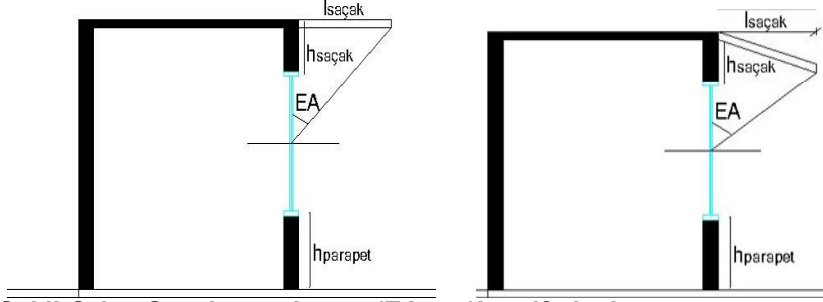
Engel açısı 60° 'den büyükse hacim içine gün ışığı girse de enerji verimliliği üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Karşı engel açısının 60° 'den büyük veya küçük olma durumlarına göre aşağıdaki bağıntılar geçerlidir.

$$EA_{bina} 60^\circ \text{ den büyükse } I_{0,OB} = 0 \quad (C32)$$

$$EA_{bina} 60^\circ \text{ den küçükse } I_{0,OB} = \cos (1.5 \times EA_{bina}) \quad (C33)$$



Şekil C.13. Karşı bina engel açısı (EA)'nın belirlenmesi

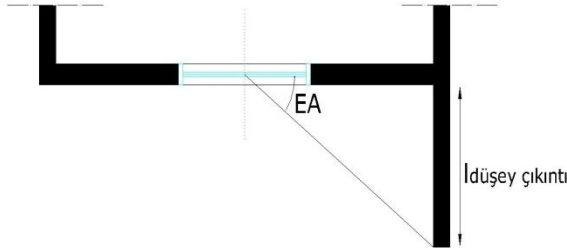
b. Pencereye dik durumda yatay bir engelin olması durumu ($I_{O,OV}$).**Şekil C.14. Saçak engel açısı ($EA_{saçak}$)'nın ifadesi**

Pencere üzerinde bir saçak bulunması durumunda saçak engel açısı $67,5^\circ$ 'den büyükse enerji verimliliği üzerinde herhangi bir etkisi olmaz ve $I_{O,OV} = 0$ kabul edilir. Saçak engel açısının $67,5^\circ$ 'den küçük olması durumunda $I_{O,OV}$ hesabı için aşağıdaki bağıntı kullanılır:

$$I_{O,OV} = \cos (1,33 \times EA_{saçak}) \quad (C34)$$

c. Pencereye dik bir engelin olması durumu ($I_{O,VF}$).

$$I_{O,VF} = 1 - EA_{fin} / 300$$

(C35)**Şekil C.15. Pencereye dik bir engel bulunması durumunda plan düzleminde engel açısı (EA_{fin})'in ifadesi****d. İç avlu ve Atrium indisi hesaplanması $I_{O,CA}$**

Binalarda avlu, atrium gibi elemanlar farklı boyut ve seçeneklerde tasarlanmaktadır. Bu model, 4 tarafı kapalı avlu ve atriumların iç mekana oluşturacağı engel indislerini hesaplamak için geliştirilmiştir. Hacim iç avlu veya atriuma sahip değilse iç avluya veya atriuma bağlı olan engel indisi $I_{D,CA} = 1$ alınır. Şekil C.16.'da atrium veya iç avlu geometrisine ait bir örnek yer almaktadır.

Pencerenin önünde iç avlu veya atrium varsa aşağıdaki formül uyarınca atrium veya iç avluya yönlenmiş pencerenin derinlik indeksi hesaplanabilmektedir:

$$wi_d = h_{At}(l_{At} + w_{At}) / (2l_{At}w_{At})$$

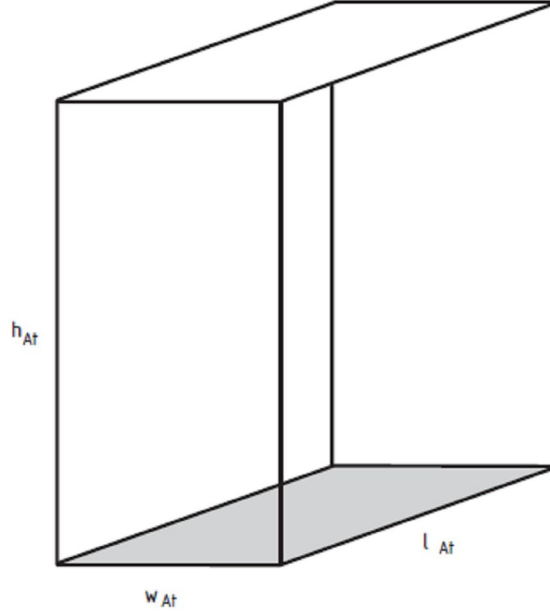
(C36)

w_{Ld} : iç avluya veya atriuma bağlı derinlik indisi

h_{At} : bulunulan kattan atrium veya iç Avlunun en üst noktasına kadar olan yükseklik

l_{At} : atrium veya iç avlunun boyu

w_{At} : atrium veya iç avlunun eni



Şekil C.16.Atrium veya iç avlu geometrik ifadesi

Aşağıdaki formüllere bağlı olarak iç avlu veya atrium engel indisleri elde edilebilmektedir:

$$I_{O,CA} = 1 - 0.85 w_{i_d} , \text{ iç avlular için} \quad (C37)$$

$$I_{O,CA} = \tau_{At} k_{AT1} k_{AT2} k_{AT3} (1 - 0.85 w_{i_d}) , \text{ atriumlar için} \quad (C38)$$

$I_{O,CA} = 0$, derinlik indisinin (w_{i_d}) 1.18'den büyük olduğu durumlar için

τ_{At} : atrium camının ışık geçirgenliği

k_{AT1} : Atrium penceresinin doğrama çarpanı (genellikle 0.7)

k_{AT2} : Atrium cam kirlilik faktörü (genellikle 0.8)

k_{AT3} : Dik gelmeyen ışık düzeltmesi (genellikle 0,85)

e. Çift Cidar Cam indisi

Pencerenin önünde çift cidar cam yoksa $I_{O,GDF} = 1$ alınır, varsa çift cidarlı camın engel etkisi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$I_{O,GDF} = \tau_{GDF} k_{1\ GDF} k_{2\ GDF} k_{3\ GDF} \quad (C39)$$

τ_{GDF} : Çift cidarlı camın ışık geçirgenliği (dik gelen ışık için) Bazı cam türlerine ait ışık geçirgenlik değerleri, Tablo C.2'de verilmiştir.

$k_{1\ GDF}$: Pencere doğrama çarpanı (genellikle 0.7)

$k_{2\ GDF}$: Cam kirlilik faktörü (çift cidarlı cepheler için genellikle 1)

$k_{3\ GDF}$: Dik gelmeyen ışık düzeltmesi (genellikle 0,85)

NOT: Pencerelerin tamamını kapatan saydam veya yarı saydam güneş kontrolü elemanı kullanılması durumunda $I_{O,GDF}$ hesap yönteminde belirtildiği gibi bu engellerin etkisi hesaplama katılır.

Sonuç olarak engel indislerinin etkisi aşağıdaki formül ile elde edilir:

$$I_O = I_{O,OB} \times I_{O,OV} \times I_{O,SF} \times I_{O,CA} \times I_{O,GDF} \quad (C31)$$

D. Güneş ışığı faktörü

Bir pencerenin engel faktörünün (I_O) bulunması için pencerenin bütün engellerinden kaynaklanan faktörler birbiri ile çarpılır.

Bir hacimle ilgili geometrik veriler hesaplandıktan sonra, yapılması gereken adım binanın gün ışığı faktörünün bulunması ve bunun sınıflandırılmasıdır. Bir hacmin gün ışığı faktörü;

$$D_c = (4.13 + 20 \times I_T - 1.36 \times I_{De}) \times I_O \quad (C40)$$

formülü uyarınca bulunur. (Burada pencere çerçeveleri ve güneş kontrol elemanlarının etkisi hariç tutulmuştur.)

E.Günişliği faktörü sınıflandırması

Ele alınan mekandaki günişliği etkisinin belirlenebilmesi amacıyla mekanın günişliği faktörü sınıflandırılması aşağıdaki formül uyarınca hesaplanan D değeri'ne göre yapılır:

$$D = D_C \tau k_1 k_2 k_3 \quad (\text{C41})$$

τ : Cam ışık geçirgenliği (dik gelen ışık için) Bazı cam türlerine ait ışık geçirgenlik değerleri, Tablo C.2'de verilmiştir.

k_1 : Pencere doğrama çarpanı (genellikle 0.7)

k_2 : Cam kirlilik faktörü (genellikle 0.8)

k_3 : Dik gelmeyen ışık düzeltmesi (genellikle 0,85)

Hesaplama yapılan hacimdeki pencerelerde farklı cam türleri kullanılmış ise τ değerinin belirlenebilmesi için pencere alanına bağlı olarak ağırlıklı ortalama yapılması öngörülmüştür.

Tablo C.2 Farklı cam türlerine ait ışık geçirgen katsayıları (%)

Cam türü	Geçirgenlik (τ)
Yalınkat Cam, 4 mm	34
Yalınkat Cam, 6 mm	34
Isıcam Yalıtım Camları	31
Law - E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları	30
Düz Cam (3 mm)	90
Düz Cam (4 mm)	89
Düz Cam (5 mm)	89
Düz Cam (6 mm)	88
Düz Cam (8 mm)	87
Düz Cam (10 mm)	86
Düz Cam (12 mm)	85
Düz Cam (15 mm)	83
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	69
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	56
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	35
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	40
Hat Dışı kaplamalı Isı ve Güneş Kontrolü Camları	44
Yalınkat Camlar -Yeşil (4mm)	78
Yalınkat Camlar -Füme (4mm)	57
Yalınkat Camlar - Bronz (4mm)	61
Yalınkat Camlar - Mavi (4mm)	66
Yalınkat Camlar -Yeşil (6mm)	72
Yalınkat Camlar -Füme (6mm)	44
Yalınkat Camlar -Bronz (6mm)	50
Yalınkat Camlar - Mavi (6mm)	55
Yalınkat Camlar -Yeşil (8mm)	68
Yalınkat Camlar - Füme (8mm)	35
Yalınkat Camlar - Bronz (8mm)	41
Yalınkat Camlar -Mavi (8mm)	48
Isı Yalıtımlı – Yeşil	64
Isı Yalıtımlı – Füme	39
Isı Yalıtımlı – Bronz	45

Isı Yalıtımlı – Mavi	49
Law E Kombinasyonlu Isı Yalıtımlı - Yeşil	64
Law E Kombinasyonlu Isı Yalıtımlı – Fümé	39
Law E Kombinasyonlusu Yalıtımlı – Bronz	44
Law E Kombinasyonlusu Yalıtımlı – Mavi	49
Isıcam Klasik (4 + 4)	80
Isıcam Klasik (6 + 6)	78
Isıcam Sinerji (4 + 4)	79
Isıcam Sinerji (6 + 6)	77
Isıcam Konfor (4 + 4)	71
Isıcam Konfor (6 + 6)	69
Yalınkat Camlar - Gümüş (1 yüzeyi kaplamalı)	38
Yalınkat Camlar - Gümüş (2 yüzeyi kaplamalı)	38
Yalınkat Camlar - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	32
Yalınkat Camlar - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	32
Yalınkat Camlar - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	23
Yalınkat Camlar - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	23
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Gümüş (1 yüzeyi kaplamalı)	34
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Gümüş (2 yüzeyi kaplamalı)	34
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	28
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	29
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	21
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	21
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Gümüş (1 yüzeyi kaplamalı)	33
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Gümüş (2 yüzeyi kaplamalı)	33
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	28
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	28
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	20
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	21
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	46
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	46
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	35
Isıcam Yalıtımlı Camlar - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	35
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (1 yüzeyi kaplamalı)	45
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Yeşil (2 yüzeyi kaplamalı)	45
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (1 yüzeyi kaplamalı)	34
Low E Kombinasyonlu Isıcam Yalıtım Camları - Mavi (2 yüzeyi kaplamalı)	34

Hem D_c hem de D katsayıları ile birlikte cephe açıklığı ve gölgeleme sistemlerinin etkilerini inceleyebilmek için Tablo C.2'den yararlanılabilir ve böylece bir hacimde gün ışığı geçişi bulunabilir.

Tablo C.3 D_c veya D değerlerine göre günışığı etkisinin belirlenmesi

Sınıflandırma		Günışığı etkisi
D_c	D	
$D_c \geq 6 \%$	$D \geq 3 \%$	Güçlü
$6 \% > D_c \geq 4 \%$	$3 \% > D \geq 2 \%$	Orta
$4 \% > D_c \geq 2 \%$	$2 \% > D \geq 1 \%$	Zayıf
$D_c < 2 \%$	$1 > D \%$	Etkisiz

Günışığı etkisinin sınıflandırılması, D_c veya D değerleri göz önüne alınarak yapılır, düşük olan değer günışığı etkisinin belirlenebilmesi için kabul edilir.

C.3.1.2. Günişliği sağlama faktörü

Günişliği sağlama faktörü ($F_{D,S}$), enleme bağlı olarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$F_{D,S} = a_{fds} + b_{fds} \cdot \gamma_{enlem} \quad (C42)$$

a_{fds} , b_{fds} : Hacimde istenen aydınlık düzeyi ve günişliği etkisine göre değişen katsayılar

γ_{enlem} : Hacmin bulunduğu yerin enlem değeri

$F_{D,S}$ değerlerini belirleyebilmek için Tablo C.4'den hacim için istenen aydınlık düzeyi değerlerine ve günişliği etkisine göre a ve b katsayıları seçilerek formüle göre hesaplama gerçekleştirilir. Hacim için istenen aydınlık düzeyi değerleri 300-500-750 lx olarak gruplandırılmıştır. Elde edilen verilere göre $F_{D,S}$ hesaplanır. Tablo C.5'de Türkiye'de yer alan enlem aralıkları için aydınlık düzeyi ve günişliği etkisine bağlı olarak hesaplanmış değerler örnek olarak verilmiştir.

Tablo C.4 $F_{D,S}$ değerinin hesaplanması için a ve b katsayıları

Aydınlık Düzeyi (lx)	Günişliği etkisi	a_{fds}	b_{fds}
300	Zayıf	1,2425	-0,0117
	Orta	1,3097	-0,0106
	Güçlü	1,2904	-0,0088
500	Zayıf	0,9432	0,0094
	Orta	1,2425	-0,0117
	Güçlü	1,322	-0,011
750	Zayıf	0,6692	-0,0067
	Orta	1,0054	-0,0098
	Güçlü	1,2812	-0,0121

Tablo C.5 Türkiye'de yer alan enlemler için hesaplanmış $F_{D,S}$ değerleri

Aydınlık Düzeyi (lx)	Günişliği Etkisi	Enlem					
		36	37	38	39	40	41
300	zayıf	0,8213	0,8096	0,7979	0,7862	0,7745	0,7628
	orta	0,9281	0,9175	0,9069	0,8963	0,8857	0,8751
	güçlü	0,9736	0,9648	0,956	0,9472	0,9384	0,9296
500	zayıf	0,6048	0,5954	0,586	0,5766	0,5672	0,5578
	orta	0,8213	0,8096	0,7979	0,7862	0,7745	0,7628
	güçlü	0,926	0,915	0,904	0,893	0,882	0,871
750	zayıf	0,428	0,4213	0,4146	0,4079	0,4012	0,3945
	orta	0,6526	0,6428	0,633	0,6232	0,6134	0,6036
	güçlü	0,8456	0,8335	0,8214	0,8093	0,7972	0,7851

C.3. Günişliğine Bağlı Yapma Aydınlatma Kontrolü ($F_{D,C}$)

$F_{D,C}$ değeri, bir yapma aydınlatma kontrol sisteminin veya stratejisinin sağlayacağı enerji tasarrufu potansiyelinin etkinliğini belirten katsayıdır. $F_{D,C}$ değerleri, yapma aydınlatma kontrol sisteminin manuel veya otomatik olması durumuna ve günişliği girişine bağlı olarak Tablo C.6'da verilmiştir.

Tablo C.6 Güneşli girişine bağlı olarak $F_{D,C}$ değerleri

Yapma Aydınlatma Sisteminin Kontrolü	Güneşli girişine bağlı olarak $F_{D,C,n}$ değerleri		
	Zayıf	Orta	Güçlü
Manuel	0,2	0,3	0,4
Otomatik	0,75	0,77	0,85

Ek D Kulanıma bağı faktörün belirlenmesi Fo (Bilgi Amaçlı)

D.1. Varsayılan değer

Eğer F_o 1.0'e eşitse ayrıntılı inceleme yapılmayacaktır. Değilse aşağıdaki kurallar geçerlidir.

D.2. F_o değerinin ayrıntılı olarak 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 m²'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 m²'den küçük bir hacimde kullanılan aydınlatma elemanları birlikte anahtarlanmışsa, veya otomatik hareket sensörünün ekti ettiği alan aydınlatılan alana eşit veya yakın olması durumunda

F_o değeri aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır:

$$F_o = [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1) \text{ (eğer } 0.9 \leq F_A \leq 1) \quad (D1)$$

$$F_o = 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0.2] \text{ (eğer } 0 \leq F_A < 0.2) \quad (D2)$$

$$F_o = F_{OC} + 0.2 - F_A \text{ (eğer } 0.2 \leq F_A < 0.9) \quad (D3)$$

Aydınlatma kontrolüne bağı faktör (F_{OC}) değeri Tablo D.1'de yer almaktadır.

Tablo D.1 Aydınlatma kontrolüne bağı faktör (F_{OC}) değerleri

Otomatik hareket sensörü olmayan mekanlar	F_{OC}
Manuel açma kapama anahtarı	1.00
Manuel açma kapama anahtarı- otomatik söndürme sinyali ilaveli	0.95
Otomatik hareket sensörü olan mekanlar	F_{OC}
Otomatik açma / Loşlaştırma	0.95
Otomatik açma / kapama	0.90
Elle (manuel) açma / dimmerli	0.90
Elle (manuel) açma / kapama	0.80

Otomatik Açma/Loşlaştırma: Hacimde bir hareket algılandığı zaman, lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından otomatik olarak devreye girer, ve en geç 5 dakika içinde otomatik olarak normal çalışma koşullarının %20'sinden daha az olmayacak şekilde ayarlanmış daha düşük bir ışık çıkışına ayarlanırlar. Ayrıca hacimde son hareketin algılanışını takip eden 5 dakika içinde hiçbir hareket algılanmazsa lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından tamamen kapatılır.

Otomatik Açma/Kapama: Hacimde bir hareket algılandığı zaman lambalar aydınlatma kontrol sistemi tarafından otomatik olarak devreye girer, son hareketin algılanışından 15 dakika sonra ise otomatik olarak kapatılır.

Elle (Manuel) Açma/ Loşlaştırma: Lambalar, aydınlatılacak bölgeye yakın olarak yerleştirilmiş bir anahtar tarafından elle açılırlar. Eğer elle kapatılmazlarsa en geç 15 dakika içinde otomatik olarak normal çalışma koşullarının %20'sinden daha az olmayacak şekilde ayarlanmış daha düşük bir ışık çıkışına 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.

Yapma aydınlatma sisteminin kontrolünün otomatik olarak yapıldığı durumda, sisteme bir parazit güç eklenmesi gerekir. Binada acil durum aydınlatması olması durumunda da metrekare başına düşen bir parazit güç kabulü yapılması gerekir. Parazit güç için kabuller aşağıda verildiği gibi yapılır.

Parazit güç için kabuller

$$W_{AC} = A_{bina} \times 5 \text{ kWh/yıl}$$

(B3)

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

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

$$W_{EM} = A_{bina} \times 1 \text{ kWh/yıl}$$

(B4)

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

A_{bina} : Binanın toplam kullanılan alanı

Hacmin kullanımına bağlı olan F_A değeri, bina veya hacim türüne göre Tablo D.2'de verilmiştir.

Tablo D.2 Bina veya hacim türüne göre F_A değerleri

Bina Türü	F_A	T	Hacim Türü	F_A
Ofisler	0.2	Ofisler	1 kişilik ofis odası	0.4
			2 kişilik ofis odası	0.3
			Açık planlı ofis>6 kişilik 30 m ²	0
			Açık planlı ofis>6 kişilik 10 m ²	0.2
			Koridor (dimmerlenmiş)	0.4
			Giriş holü	0
			Showroom	0.6
			WC	0.9
			Depo	0.9
			Teknik servis odası	0.98
			Fotokopi- bilgi işlem odası	0.5
			Konferans odası	0.5
Eğitim Binaları	0.2	Eğitim Binaları	Arşiv	0.98
			Derslikler	0.25
			Aktivite odaları	0.3
			Koridorlar (dimmerlenmiş)	0.6
			Genel kullanım odaları	0.5
			Kürsüler	0.4
			Personel odaları	0.4
			Spor Salonları	0.3
			Yemekhane	0.2
			Öğretmenler odası	0.4
			Fotokopi odası-depo	0.4

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

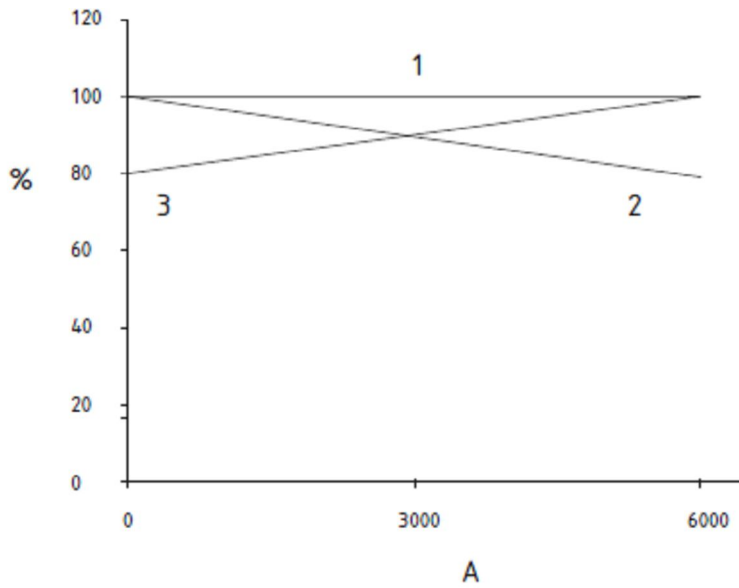
				0.2
				0.4
Otel ve Restoranlar	0	Otel ve Restoranlar	Giriş holü, lobi	0
			Koridor	0.4
			Otel odası	0.6
			Yemek holü, kafeterya	0
			Mutfak	0
			Konferans Salonu	0.4
			Depo	0.5
Mağaza ve Satış Alanları-Sosyal Merkezler	0	Mağaza ve Satış Alanları	Satış alanları	0
			Depo Mekanı	0,2
			Soğuk Depo Mekanı	0,6
Hastaneler	0	Hastaneler	Hasta Yatak odaları	0
			Tedavi odaları	0,4
			Ameliyat öncesi hazırlık odası	0,4
			Ameliyat sonrası iyileşme bölümü	0
			Ameliyathane	0
			Koridorlar	0
			Bekleme Holleri	0
			Laboratuvar	0,2
İmalathaneler	0	İmalathaneler.	Gündüz odaları	0,2
			Toplanma holleri	0
			Toplanma holleri (küçük)	0.2
			Depo alanları	0.4
			Açık depolar	0.2
			Boyahaneler	0.2
Diğer			Bekleme Holleri	0
			Merdivenler	0,2
			Oditoryum	0
			Konser - Sergi salonları	0,5
			Müze- Sergi salonları	0
			Kütüphane (okuma)	0
			Kütüphane (arşiv)	0.9

Ek E Sabit aydınlık faktörü F_c değerin belirlenmesi (Bilgi Amaçlı)

E.1 Giriş

Tüm yapma aydınlatma uygulamaları zamanla verim kaybına uğramakta ve ilk tasarım performansını yitirmektedir. Hacimler için istenen aydınlık düzeyi ile elde edilen aydınlık düzeyinin birbirine oranı Bakım Faktörü (MF) olarak nitelendirilmektedir (Şekil E1).

Loşlaştırılabilir bir aydınlatma sistemiyle mevcut aydınlatma uygulamalarında istenen aydınlık düzeyini sağlamak amacıyla aydınlık düzeyini kontrol etmek veya azaltmak mümkün olmaktadır. Bu tür uygulamalar ile aydınlatma için harcanan enerjinin en aza indirgenmesi sağlanmaktadır. Güç ihtiyacı kurulu güce eşit olduğunda aydınlatma sisteminin bakım, onarım, lamba değişimi gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmaktadır. Şekil E1, istenen aydınlık düzeyi, bakım faktörü ve güç ihtiyacının zamanla ilişkisini ifade etmektedir. İstenen aydınlık düzeyi (1) sabit iken bakım faktörü (2) zamana göre azalma göstermekte bununla beraber istenen aydınlık düzeyini elde edebilmek için harcanan güç artmaktadır.



Şekil E1. İstenen aydınlık düzeyi, bakım faktörü ve güç ihtiyacının zamanla ilişkisi

Bakım faktörü, lambaların türüne, ortam kirlilik durumuna ve kullanılan aygıtların tipine bağlı olarak değişen bir faktördür. Bakım faktörü ile ilgili ayrıntılı bilgiye, CIE Publication No:97, 2005 yayınından ulaşılabilmektedir. Tablo D.3'de farklı lambaların ve aygıt tiplerinin hacim temizlik durumuna göre değişen bakım faktörü değerleri verilmiştir. Aygıt tipleri aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

- A: Çıplak
- B: Açık reflektör
- C: Kapalı reflektör
- D: IP2X ilaveli aygıt
- E: Toz korunumlu IP5X
- F: İndirekt aygıt

Tablo E.1 Bakım Faktörü (MF) değerleri

LAMBA	Enkandesan			Fluoresan		
Aygıt tipi	T	N	K	T	N	K
A	0.74	0.68	0.60	0.69	0.63	0.56
B	0.80	0.76	0.73	0.74	0.70	0.67
C	0.79	0.72	0.63	0.74	0.66	0.58
D	0.79	0.72	0.67	0.73	0.67	0.62
E	0.84	0.80	0.75	0.77	0.74	0.70
F	0.62	0.54	0.44	0.58	0.50	0.41

E.2 Sabit aydınlık faktörü gücü

Sabit aydınlık faktörü, belirli bir zaman için giriş gücünün elde edilen son kurulu çıkış gücüne oranı olarak nitelendirilir.

E.3 Sabit aydınlık faktörü F_c

Sabit aydınlık faktörü, belirli bir zaman aralığı için ortalama giriş gücünün son kurulu çıkış gücüne oranı olarak nitelendirilir. Burada belirtilen zaman aralığı, bir tam bakım döngüsünü ifade etmektedir.

Sabit aydınlık faktörü F_c aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$F_c = (1 + MF) / 2$$

(E1)

MF: Bakım Faktörü

Loşlaştırma sistemi kullanılan bir hacimde farklı türde lambaların kullanılması durumunda ortalama sabit aydınlık faktörü F_c , lambaların ışık akılarına ve sabit aydınlık faktörü değerlerine bağlı bir ağırlıklı ortalama ile hesaba katılır.

$$F_{cort} = (\Phi_{toplaml,enk} \times F_{c_{enk}}) + (\Phi_{toplaml,filo} \times F_{c_{filo}} + \Phi_{toplaml,kflo} \times F_{c_{kflo}}) / \Phi_{toplaml}$$

(E2)

Ek F Aydınlatma enerjisi gereksinimi referans değerleri (Bilgi Amaçlı)

Binaların toplam aydınlatma enerjisi gereksinimine yönelik referans değerler, ele alınan binanın referans bina ile karşılaştırılması ile elde edilir. Ele alınan binanın aydınlatma enerjisi gereksiniminin referans bina aydınlatma enerjisinden yüksek veya düşük olması durumlarında enerji performansı aralıklarına göre binanın aydınlatma enerjisi sınıfı belirlenir. Aydınlatma sisteminin görsel konfor gereksinimlerini karşılayabilmesi açısından değerlendirme Ek F.1'de yer almaktadır

Ek F.1 Aydınlik Düzeyi Hesabı

Bu bölümde, ele alınan hacim türü için görsel konfor koşulları açısından istenen aydınlık düzeyi ve renksel geriverim değerlerinin sağlanması açısından kontrol yöntemi tanıtılmaktadır. Hacimlerde gerçekleşen aydınlık düzeyi değerleri aşağıdaki verilere dayanarak hesaplanabilmekte veya çeşitli aydınlatma simulasyon programlarında modellenerek belirlenebilmektedir. Programların doğruluğunun CIE tarafından önerilen testlerle değerlendirilmiş olması gerekmektedir (CIE Publication No: 171:2006).

Hesaplanan aydınlık düzeyi, istenen aydınlık düzeyinin %90'ından daha az veya %10 fazlasından daha fazla olmamalıdır. Yeni yapılacak olan binalarda bu değerlerin sağlanması gerekmektedir. Mevcut binaların aydınlatma sistemleri bu değerleri sağlayacak biçimde revize edilmelidir.

$$E_{\text{istenen}} \times 1.10 < E_{\text{hesaplanan}} \text{ veya } E_{\text{hesaplanan}} < E_{\text{istenen}} \times 0.9 \rightarrow \text{UYARI} \quad (\text{F1})$$

Tablo F.1'de hacim türlerine göre önerilen aydınlık düzeyi ve hacimlerde kullanılan lambalara ait istenen renksel geriverim indisi değerleri verilmektedir.

$E_{\text{istenen}}(lx)$: hacim türü için istenen aydınlık düzeyi

R_a : Kullanılan lambalara ait istenen renksel geriverim indisi değerleri

Tablo F.1 Hacim türüne bağlı istenen aydınlık düzeyi ve R_a değerleri

Tipoloji	Hacim Türü	$E_{\text{istenen}}(lx)$	R_a değeri
Ofis	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80
Ofis	Arşiv	200	80
Ofis	Asansör holü	200	80
Ofis	Çekirdek	200	80
Ofis	Depo	200	80
Ofis	Ekipman odası	200	80
Ofis	Fotokopi odası	300	80
Ofis	Garaj	75	20
Ofis	Giriş holü	300	80
Ofis	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Ofis	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Ofis	Konferans odası	500	80
Ofis	Koridor	200	80
Ofis	Merdiven holü	200	80
Ofis	Showroom	300	80
Ofis	Teknik servis odası	200	80
Ofis	WC	200	80
Hastane	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

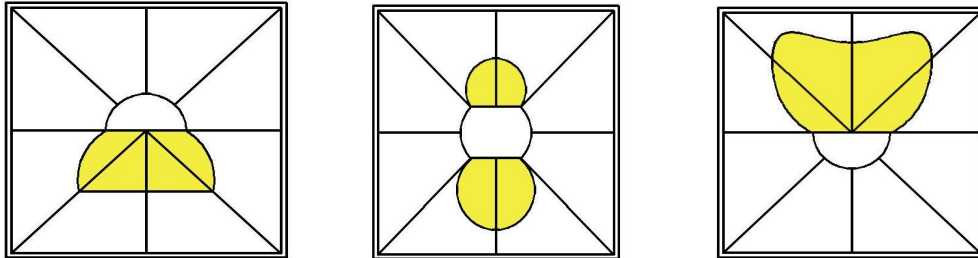
Hastane	Ameliyathane	1000	90
Hastane	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	200	80
Hastane	Giriş holü	300	80
Hastane	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Hastane	Hasta odası	300	80
Hastane	Kantin	200	80
Hastane	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Hastane	Laboratuvar	1000	90
Hastane	Mutfak	500	80
Hastane	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500	80
Hastane	Operasyon öncesi hazırlık odası	500	80
Hastane	Otopark	75	20
Hastane	Poliklinik / Gündüz odaları	200	80
Hastane	Restoran / Yemekhane	500	80
Hastane	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	200	80
Hastane	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80
Hastane	Tanı - tedavi	1000	90
Hastane	Tedavi odası	300	80
Hastane	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200	80
Hastane	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500	80
Hastane	Tuvalet	200	80
Hastane	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	200	80
Eğitim Binası	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80
Eğitim Binası	Atölye, İmalathane	500	80
Eğitim Binası	Derslik (anaokulu)	300	80
Eğitim Binası	Derslik (ilköğretim)	300	80
Eğitim Binası	Derslik (lise, üniversite vb.)	500	80
Eğitim Binası	Derslik (teknik çizim odaları)	700	80
Eğitim Binası	Diğer Yaşanan Odalar (aktivite odaları, öğretmenler odası, personel odası, bekleme odası)	300	80
Eğitim Binası	Fuaye	300	80
Eğitim Binası	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Eğitim Binası	İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	300	80
Eğitim Binası	Kantin	200	80
Eğitim Binası	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Eğitim Binası	Kitap Okuma Salonu	500	80
Eğitim Binası	Konser ve sergi salonları	500	80
Eğitim Binası	Kütüphane (Açık Raf Alanı)	200	80
Eğitim Binası	Kütüphane (Dergi ve Depo)	200	80
Eğitim Binası	Kütüphane (Okuma Odası)	500	80
Eğitim Binası	Mutfak	500	80

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

Eğitim Binası	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500	80
Eğitim Binası	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200	80
Eğitim Binası	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50	80
Eğitim Binası	Oditoryum	500	80
Eğitim Binası	Otopark	75	20
Eğitim Binası	Restoran / Yemekhane	500	80
Eğitim Binası	Sahne (Tiyatro, vs)	500	80
Eğitim Binası	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	100	80
Eğitim Binası	Spor Salonu (Tribün Olmayan)	300	80
Eğitim Binası	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80
Eğitim Binası	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	300	80
Eğitim Binası	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500	80
Eğitim Binası	Tuvalet	200	80
Eğitim Binası	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	300	80
Otel	Açık Ofis	500	80
Otel	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	300	80
Otel	Fuaye	300	80
Otel	Grup Çalışma Ofisi	500	80
Otel	İzleyici ve Dinleyici Alanları	500	80
Otel	Kantin	300	80
Otel	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Otel	Konser ve sergi salonları	500	80
Otel	Lobi / Giriş holü	300	80
Otel	Mağaza	300	80
Otel	Mağaza/Depo	200	80
Otel	Mutfak	500	80
Otel	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	200	80
Otel	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200	80
Otel	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50	80
Otel	Otel Yatak Odası		80
Otel	Otopark	75	20
Otel	Restoran / Yemek holü	75	80
Otel	Sahne (Tiyatro..vs)	500	80
Otel	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	300	80
Otel	Spor Salonu	300	80
Otel	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80

Otel	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200	80
Otel	Toplantı, Seminer ve Konferans Odası	500	80
Otel	Tuvalet	200	80
Otel	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Açık Ofis (7 ve üstü kişilik)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Diğer Yaşanan Odalar (Personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Fuar/ Kongre Mekanı	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Fuaye (Tiyatro..vs)	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Grup Çalışma Ofisi (Maks. 6 kişilik)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	İzleyici ve Dinleyici Alanları (Tiyatro..vs)	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Kişisel Ofis (Tek kişilik)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Konser ve sergi salonları	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza/Depo	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mağaza/Soğuk Yiyecek Deposu (Süpermarket)	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mutfak	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Mutfak (Hazırlık Odası veya Depo)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Müze ve sergi salonları (düşük ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Müze ve sergi salonları (orta ve yüksek ışık duyarlılığına sahip eserler için maksimum değer)	50	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Otopark	75	20
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Restoran / Yeme içme alanları	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sahne (Tiyatro..vs)	500	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sirkülasyon Alanları / Koridorlar	50	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Spor Alanları	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Sunucu Odası, Bilgisayar Merkezi	300	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Teknik Ekipman Odası, Arşiv ve Depo	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Tuvalet	200	80
Alışveriş ve Ticaret Merkezi	Yardımcı Mekanlar (Yaşanmayan Odalar)(vestiyer odası-arşiv-koridor)	200	80

Aydınlatma sisteminin direkt, direkt-endirekt veya endirekt olması durumları Şekil F1’de örneklenmiştir.



Şekil F1. Aydınlatma sisteminin direkt, direkt-endirekt veya endirekt olması durumları

Aydınlatma sisteminde kullanılabilecek lamba tipleri Tablo F.2'de özetlenmiştir.

Tablo F2. Lamba Tipleri

Lamba Tipi	Güç (W)	Işık Akısı (lm)	Renksel Geriverim (Ra)
Enkandesan	25	195	100
	25	220	100
	40	410	100
	40	370	100
	40	640	100
	40	390	100
	60	710	100
	60	670	100
	60	580	100
	60	970	100
	60	630	100
	75	850	100
	75	930	100
	75	910	100
	75	1300	100
	100	1210	100
	100	1200	100
	100	1840	100
	100	1320	100
	100	1360	100
	100	1340	100
	200	3040	100
	150	2160	100
Kompakt Floresan	5	230	82
	5	250	82
	5	200	82
	8	380	76
	8	400	82
	8	420	82
	8	380	82
	9	420	82
	10	530	85
	11	575	76
	11	600	82
	11	600	82
	11	600	82
	12	600	76
	12	670	82

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

	12	610	82
	14	810	82
	15	825	76
	15	875	82
	15	875	82
	16	870	76
	16	930	82
	16	815	82
	16	900	82
	16	875	78
	16	950	82
	18	1100	82
	20	1175	76
	20	1175	80
	20	1200	82
	20	1200	82
	20	1200	76
	20	1300	82
	20	1200	82
	20	1200	82
	20	1160	82
	20	1155	78
	20	1200	82
	23	1400	76
	23	1400	80
	23	1500	82
	23	1350	76
	23	1500	82
	23	1485	82
	25	1700	80
	25	1800	82
	27	1800	82
	27	1700	76
Fluoresan	16	1400	85
	18	1300	85
	18	1350	85
	18	1250	85
	18	1350	85
	18	1350	85
	18	1250	85
	18	1190	92

18	1200	93
18	1200	91
18	1150	92
18	930	98
18	950	98
18	740	74
30	2400	85
30	1300	74
36	3250	85
36	3350	85
36	3200	85
36	3250	85
36	3050	85
36	3150	85
36	2800	92
36	2800	93
36	2970	91
36	2100	98
36	2300	98
36	1600	74
36	1750	74
58	5000	85
58	5200	85
58	5100	85
58	4550	93
58	4600	91
58	4350	92
58	3350	98
58	3650	98
58	2800	74
70	6200	85

Hacim duvar ve tavan yüzeylerinin ışık yansıtma katsayıları aydınlatma sisteminin verimi üzerinde etkili olmaktadır. Aşağıda çeşili renklere ilişkin ışık yansıtma katsayıları verilmiştir.

0.70: Çok açık (beyaz, saman rengi, kemik rengi, açık mavi, açık yeşil)

0.50: Açık (kavuniçi, sarı bej, turuncu)

0.30: Orta (gök mavisi, çimen yeşili)

0.10: Koyu (koyu mavi, deniz mavisi, koyu yeşil, koyu gri)

Aydınlatma sistemine ilişkin verim değerleri Tablo F.3'de yer almaktadır.

Tablo F.3 Tavan ve duvarların ışık yansıtma katsayıları ve k değerine bağlı verim (η)

Enkandesan Lambalı Direkt Aydınlatma										
ρ_T		70			50			30		
ρ_D	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,4	0,36	0,33	0,4	0,36	0,33	0,39	0,35	0,33
	1,2	0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	0,44	0,4	0,38
	1,5	0,52	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44
	2	0,59	0,56	0,53	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53
	2,5	0,64	0,61	0,59	0,64	0,6	0,59	0,63	0,6	0,59
	3	0,67	0,65	0,64	0,67	0,64	0,63	0,66	0,64	0,63
	4	0,7	0,69	0,67	0,7	0,69	0,67	0,7	0,68	0,67
	5	0,73	0,72	0,7	0,73	0,72	0,7	0,73	0,71	0,7
	6	0,75	0,74	0,73	0,74	0,74	0,73	0,74	0,73	0,72
	8	0,76	0,74	0,74	0,76	0,75	0,74	0,75	0,75	0,74
	10	0,77	0,75	0,76	0,77	0,77	0,76	0,77	0,76	0,76
Enkandesan Lambalı Direkt – Endirekt Aydınlatma										
ρ_T		70			50			30		
ρ_D	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,24	0,2	0,16	0,21	0,17	0,15	0,18	0,15	0,13
	1,2	0,29	0,24	0,2	0,24	0,21	0,27	0,21	0,18	0,16
	1,5	0,34	0,29	0,25	0,29	0,25	0,22	0,24	0,22	0,19
	2	0,4	0,35	0,32	0,34	0,31	0,28	0,29	0,26	0,24
	2,5	0,44	0,4	0,37	0,38	0,35	0,33	0,33	0,3	0,28
	3	0,47	0,44	0,41	0,42	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31
	4	0,53	0,5	0,47	0,46	0,44	0,41	0,39	0,38	0,36
	5	0,56	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45	0,42	0,4	0,39
	6	0,58	0,56	0,55	0,51	0,49	0,48	0,44	0,43	0,42
	8	0,61	0,58	0,58	0,54	0,53	0,52	0,46	0,46	0,45
	10	0,62	0,6	0,61	0,55	0,55	0,54	0,47	0,47	0,47
Enkandesan Lambalı Endirekt Aydınlatma										
ρ_T		70			50			30		
ρ_D	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,19	0,15	0,12	0,13	0,1	0,088	0,08	0,063	0,052
	1,2	0,23	0,18	0,15	0,15	0,12	0,11	0,09	0,075	0,064
	1,5	0,27	0,22	0,19	0,18	0,15	0,13	0,11	0,093	0,08
	2	0,31	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,13	0,11	0,1
	2,5	0,35	0,31	0,28	0,25	0,22	0,2	0,14	0,13	0,12
	3	0,38	0,34	0,32	0,27	0,24	0,22	0,16	0,14	0,13
	4	0,42	0,39	0,36	0,29	0,27	0,26	0,17	0,16	0,15
	5	0,45	0,42	0,4	0,31	0,3	0,28	0,18	0,18	0,17
	6	0,46	0,44	0,42	0,32	0,31	0,3	0,19	0,18	0,18

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

	8	0,48	0,46	0,45	0,34	0,33	0,32	0,2	0,19	0,19
	10	0,5	0,48	0,47	0,35	0,34	0,33	0,21	0,2	0,2
Fluoresan Lambalı Direkt Aydınlatma										
ρT		70			50			30		
ρD	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,25	0,2	0,17
	1,2	0,31	0,25	0,21	0,3	0,25	0,21	0,29	0,25	0,21
	1,5	0,36	0,3	0,27	0,35	0,3	0,27	0,34	0,3	0,27
	2	0,42	0,37	0,33	0,42	0,37	0,33	0,41	0,37	0,33
	2,5	0,47	0,42	0,39	0,46	0,42	0,38	0,45	0,41	0,38
	3	0,51	0,46	0,42	0,5	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42
	4	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49
	5	0,6	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54	0,58	0,56	0,53
	6	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56
	8	0,66	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,63	0,62
	10	0,68	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65	0,67	0,66	0,65
Fluoresan lambalı Direkt- Endirekt Aydınlatma										
ρT		70			50			30		
ρD	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,24	0,19	0,16	0,2	0,17	0,14	0,17	0,14	0,12
	1,2	0,28	0,23	0,19	0,24	0,2	0,17	0,21	0,17	0,15
	1,5	0,33	0,28	0,24	0,28	0,24	0,21	0,24	0,21	0,18
	2	0,38	0,34	0,3	0,33	0,29	0,27	0,28	0,25	0,23
	2,5	0,43	0,38	0,35	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27
	3	0,46	0,42	0,39	0,39	0,37	0,34	0,34	0,21	0,29
	4	0,51	0,48	0,45	0,44	0,41	0,39	0,37	0,25	0,34
	5	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,4	0,38	0,37
	6	0,56	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45	0,41	0,4	0,39
	8	0,59	0,57	0,55	0,52	0,5	0,49	0,44	0,43	0,42
	10	0,61	0,59	0,58	0,53	0,52	0,51	0,46	0,45	0,45
Fluoresan Lambalı Endirekt Aydınlatma										
ρT		70			50			30		
ρD	k	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	1	0,22	0,18	0,16	0,2	0,16	0,14	0,17	0,15	0,13
	1,2	0,26	0,22	0,19	0,23	0,19	0,17	0,2	0,17	0,15
	1,5	0,3	0,26	0,23	0,26	0,23	0,21	0,23	0,2	0,18
	2	0,36	0,32	0,29	0,31	0,28	0,26	0,27	0,26	0,23
	2,5	0,4	0,36	0,33	0,34	0,32	0,29	0,3	0,28	0,26
	3	0,43	0,4	0,36	0,37	0,35	0,32	0,32	0,3	0,28
	4	0,47	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

	5	0,49	0,47	0,45	0,44	0,42	0,4	0,38	0,36	0,35
	6	0,51	0,49	0,47	0,45	0,44	0,42	0,39	0,38	0,37
	8	0,54	0,52	0,51	0,48	0,46	0,45	0,42	0,41	0,4
	10	0,55	0,54	0,53	0,49	0,48	0,47	0,43	0,42	0,42

Ek G Güneşin çalışma saatleri ve kontrol sistemlerine etkisi (Bilgi Amaçlı)

G 1-Gün uzunlukları ve çalışma saatleri ilişkisi

Bu bölümde binaların kullanım saatleri sırasında güneşin mevcut olup olmaması durumu incelenmektedir.

G.1.1. t_D ve t_N değerinin hesaplanması

Bina kullanım saatlerine bağlı olarak t_D ve t_N değerlerinin hesaplanabilmesi için gün uzunluklarının Türkiye'deki şehirler için hesaplanması gerekmektedir. Gün uzunlukları, her ay için ayın 15 gününe ait değerler kullanılarak ortalama değer olarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda memleket saatine dönüştürme ve yaz saati uygulamalarının dikkate alınması gerekmektedir.

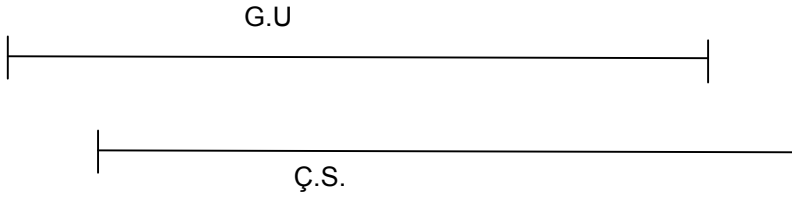
Örnek:

08:00 - 17:00 (İstanbul için Ocak ayı gün saatleri)

↓ ↓
GU1 GU2

09:00 - 18:00 (Tüm aylar için çalışma saatleri)

↓ ↓
ÇS1 ÇS2



- ÇS1 ≥ GU1 → ÇS1 (başlangıç için) = t_{D1} alınacak
- ÇS2 ≤ GU2 → ÇS2 (bitiş için) = t_{D2} alınacak
- ÇS1 < GU1 → GU1 (başlangıç için) = t_{D1} alınacak
- ÇS2 > GU2 → GU2 (bitiş için) = t_{D2} alınacak
- t_D değerinin hesaplanması:

$$t_D = t_{D2} - t_{D1}$$

- t_N değerinin hesaplanması:

$$t_N = \text{ÇS} - t_D$$

t_D ve t_N iş günlerine göre her ay için hesaplanıp toplanır.

Aylık değer için t_D ve t_N değerleri çalışma günü sayısı ile çarpılır.

Yıllık değer, aylık değerlerin toplamı olarak elde edilir.

Örnek olarak Diyarbakır için hesaplanan t_D ve t_N değerleri Tablo G.1'de ve İstanbul için hesaplanan t_D ve t_N değerleri Tablo G.2'de verilmiştir

Tablo G1. Diyarbakır için hesaplanan t_D ve t_N değerleri

Diyarbakır	İşgünü Sayısı	Günlük Toplam (h)		Aylık Toplam (h)	
		t_D	t_N	t_D	t_N
Ocak	22	7.16	1.84	157.52	40.48
Şubat	20	7.51	1.49	165.22	32.78
Mart	22	8.19	0.81	180.18	17.82
Nisan	22	8.48	0.52	186.56	11.44
Mayıs	22	9	0.00	198.00	0.00
Haziran	22	9	0.00	198.00	0.00
Temmuz	22	9	0.00	198.00	0.00
Ağustos	22	9	0.00	198.00	0.00
Eylül	22	8.24	0.76	181.28	16.72
Ekim	22	7.36	1.64	161.92	36.08
Kasım	22	7.03	1.97	154.66	43.34
Aralık	22	6.55	2.45	144.10	53.90
Yıllık Toplam Saat				2123.44	252.56

Tablo G.2 İstanbul için hesaplanan t_D ve t_N değerleri

İstanbul	İşgünü Sayısı	Günlük Toplam (h)		Aylık Toplam (h)	
		t_D	t_N	t_D	t_N
Ocak	22	7.53	1.47	165.66	32.34
Şubat	20	8.3	0.30	182.60	6.60
Mart	22	9	0.00	198.00	0.00
Nisan	22	9	0.00	198.00	0.00
Mayıs	22	9	0.00	198.00	0.00
Haziran	22	9	0.00	198.00	0.00
Temmuz	22	9	0.00	198.00	0.00
Ağustos	22	9	0.00	198.00	0.00
Eylül	22	9	0.00	198.00	0.00
Ekim	22	8.2	0.40	180.40	8.80
Kasım	22	7.41	1.19	163.02	26.18
Aralık	22	7.31	1.69	160.82	37.18
Yıllık Toplam Saat				2238.50	111.10

Semboller

A	Binanın toplam kullanım alanı (m ²)
a	Dikdörtgen hacmin derinliği (m)
a _{fds} , b _{fds}	F _{D,S} değerinin hesaplanması için gerekli katsayılar
a _d	Güneşiğinden yararlanan bölgenin derinliği (pencereye dik uzunluk) (m)
A _D	Güneşiğinden yararlanan yatay çalışma düzleminin toplam alanı (m ²)
A _C	Hacme ilişkin cephe açıklığı (karkas açıklık) (m ²)
A _{D,i}	Güneşiği alan bölümler (m ²)
A _{N,D,i}	Güneşiği almayan bölümler (m ²)
A _{çekirdek}	Konut çekirdek alanı (m ²)
A _{çekirdekgemin}	Konutların zemin katında yer alan çekirdek alanı (m ²)
A _{çekirdekkat}	Konutların bir katında yer alan çekirdek alanı (m ²)
A _{daire}	Konut daire alanı (m ²)
A _{Dduvar1}	Güneşiğinden yararlanan yatay çalışma düzleminin toplam alanı (duvar 1 için) (m ²)
a _{d duvar1}	Güneşiği bölgesinin derinliği (duvar 1 için) (m)
a _{dort}	Güneşiği bölgesinin ortalama derinliği (m)
A _{Dkes}	Güneşiğinden yararlanan yatay çalışma düzleminin kesişen alanı (m ²)
A _{DT}	Güneşiğinden yararlanan toplam yatay çalışma düzleminin alanı (m ²)
A _{hacim}	Hacim alanı (m ²)
a _{D,max}	Güneşiği bölgesinin maksimum derinliği (m)
AESG	Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (kWh/m ² .yıl)
AESG _{konut}	Konutlar için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (kWh/m ² .yıl)
AESG _{konutbina}	Konut binaları için Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (kWh/m ² .yıl)
b	Dikdörtgen hacmin genişliği (m)
b _d	Güneşiğinden yararlanan bölgenin uzunluğu (pencereye paralel uzunluk) (m)
b _{R,i}	Hacim genişliği (m)
D	Güneşiği faktörü (%)
D _C	Karkas cephe açıklığı için güneşiği faktörü (%)
D _i	Güneşiği faktörüne bağlı sınıflandırma
ÇS	Günlük çalışma saatleri süresi (h)
ÇS1	Çalışma saati başlangıcı
ÇS2	Çalışma saati bitişi
E _m	Ortalama elde edilen aydınlık düzeyi (lux)
E _{hesaplanan}	Bir hacim için hesaplanan aydınlık düzeyi (lux)
E _{istenen}	Bir hacim için istenen aydınlık düzeyi (lux)
EA _{bina}	Karşı bina engel açısı (°)
EA _{fın}	Düşey eleman engel açısı (°)
F _A	Yokluk faktörü
F _c	Sabit aydınlık faktörü
F _D	Güneşiği bağımlılık faktörü
F _{D,n}	Bir hacim veya bölüme ilişkin güneşiği bağımlılık faktörü
F _{D,C,n}	Bir n bölümüne ilişkin güneşiğine bağlı yapma aydınlatma kontrol faktörü
F _{DS}	Güneşiği sağlama faktörü
F _{D,S,n}	Bir n bölümüne ilişkin güneşiği sağlama faktörü
F _O	Kullanıma bağlı faktör
F _{OC}	Kullanıma bağlı aydınlatma kontrol sistemi faktörü
F _{O,n}	Bir n bölümüne ilişkin kullanıma bağlı faktör
GU	Gün uzunluğu (h)
GU1	Güneş doğuş saati
GU2	Güneş batış saati
h _{At}	Avlu veya atrium yüksekliği (m)
h _{Li}	Lentonun yerden yüksekliği (m)
h _{cd}	Çalışma düzleminin yerden yüksekliği (m)
h _{pen}	Pencere yüksekliği (m)
l _{At}	Avlu veya atrium uzunluğu (m)

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

I_{De}	Derinlik indisi
I_O	Engel indisi, engel için düzeltme katsayısı
$I_{O,CA}$	Avlu veya atrium için düzeltme katsayısı
$I_{O,OB}$	Lineer karşı engel için düzeltme katsayısı
$I_{O,GDF}$	Camlı çift cidarlı cepheler için düzeltme katsayısı
$I_{O,OV}$	Saçak için düzeltme katsayısı
$I_{O,VF}$	Düşey elemanlar için düzeltme katsayısı
I_T	Geçirgenlik indisi
k	Hacim indisi
k_1	Pencere doğramasına ilişkin faktör
k_2	Cam kirliliğine ilişkin faktör
k_3	Cepheye dik gelmeyen ışık için faktör
$k_{AT,1}$	Atrium çatısı çerçevesine ilişkin faktör
$k_{AT,2}$	Atrium çatısı cam kirliliğine ilişkin faktör
$k_{AT,3}$	Atrium çatısı dik gelmeyen ışık için faktör
$k_{GDF,1}$	Camlı çift cidarlı cepheler için doğramaya ilişkin düzeltme katsayısı
$k_{GDF,2}$	Camlı çift cidarlı cepheler için cam kirliliğine ilişkin düzeltme katsayısı
$k_{GDF,3}$	Camlı çift cidarlı cephelerde cepheye dik gelmeyen ışık için faktör (genellikle 0.85)
MF	Bakım faktörü
n	Binadaki hacim veya bölümlerin sayısı
n_1	Hacim veya bölümde kullanılan aynı tip lambaların sayısı
P_i	Aygıt gücü (W)
P_n	Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (W)
P_p	Aygıt parazit gücü (W)
P_{ci}	Aygıtların otomatik kontrolüne ilişkin parazit güç, lambaların kapalı olduğu süre için (W)
P_{ei}	Acil durum aydınlatması şarj gücü (W)
P_{pi}	Aygıta ilişkin parazit güç (W)
P_{pc}	Bir hacim veya bölümün aydınlatma kontrolüne ilişkin toplam kurulu parazit güç (W)
P_{pn}	Bir hacim veya bölüme ilişkin toplam kurulu aydınlatma gücü (W)
P_{em}	Bir hacim veya bölümde acil durum aydınlatmasına ilişkin toplam şarj gücü (W)
P_{enk}	Enkandesan lambaların toplam gücü (W)
P_{flo}	Fluoresan lambaların toplam gücü (W)
P_{Kflo}	Kompakt floresan lambaların toplam gücü (W)
P_{Hi}	Aydınlatma sisteminin harcadığı hafta içi günlük güç (W)
P_{HS}	Aydınlatma sisteminin harcadığı hafta sonu günlük güç (W)
P_{toplam}	Konutlarda aydınlatma sisteminin harcadığı toplam güç (W)
P_{YIL}	Konutlarda yıllık toplam aydınlatma gücü (W)
Q_{saat}	Aydınlatma aygıtlarından kaynaklanan saatlik gizli ısı (W)
R_a	Kullanılan lambalara ait renksel geriverim indisi
τ	Camın ışık geçirgenlik faktörü
τ_{At}	Atrium camı geçirgenlik faktörü
t_{GDF}	Camlı çift cidarlı cephe geçirgenlik faktörü
t	İşletim süresi (h)
t_D	Gün saatleri kullanımı (h)
t_e	Acil durum aydınlatması şarj süresi (h)
t_N	Gün saatleri dışında kullanım (h)
t_o	Yıllık işletim süresi (h)
t_p	Parazit güç kullanım süresi (h)
t_y	Standart yıl (h) (8760 h)
x_n	Pencere ve duvar arasındaki uzunluk (m)
w_{At}	Avlu veya atrium genişliği (m)
w_{I_d}	Avlu veya atriuma ilişkin derinlik indisi
W	Toplam yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)
W_{AC}	Aydınlatma otomatik kontrolüne ilişkin yıllık parazit güç (kWh)
W_{bina}	Toplam yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)

BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAP YÖNTEMİ

$W_{\text{çekirdek toplam YIL}}$	Konut çekirdek alanlarının yıllık toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)
W_{EM}	Acil durum aydınlatmasına ilişkin yıllık parazit enerji (kWh)
W_K	Toplam konut alanları aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh)
W_t	Toplam aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh)
$W_{L,t}$	Aydınlatma için tüketilen toplam enerji (kWh)
W_L	Yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh/yıl)
W_p	Yıllık parazit enerji tüketimi (kWh/yıl)
$W_{P,t}$	Aygıtla ilişkin parazit enerji tüketimi (kWh)
W_{YIL}	Konutlarda yıllık toplam aydınlatma enerjisi (kWh)
w_{pen}	Pencere genişliği (m)
γ_{enlem}	Binanın bulunduğu yörenin enlem açısı (°)
$W_{\text{aydınlatma ölçülen}}$	Ölçülen aydınlatma gücü (W)
η	Aydınlatma sistemine ilişkin verim değeri
ρ_T	Tavan yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı (%)
ρ_D	Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı (%)

Kaynaklar

CIE, “Test cases to assess the accuracy of lighting programs”, CIE Publication No: 171:2006, Vienna, Austria, 2005.

CIE, “Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems”, CIE Publication No: 97: 2005, Vienna, Austria, 2005.

Lian, Z., Zhang, Y., Park, S.R., “*Radiant heat gain from indoor heat sources*” Heat and Mass Transfer Volume 42, Number 9 pp. 795-801, 2005

PrEN 12464-1, “Light and lighting — Lighting of work places — Part 1: Indoor work places” , 2002.

PrEN 15193, “ Energy performance of buildings — Energy requirements for Lighting”, 2006.

PrEN 60598, “Luminaires”

PrEN 60570, “Electrical supply track systems for luminaires

PrEN 61347, “Lamp control gear”

PrEN 12193, “Light and lighting — Sports Lighting”

PrEN 13032-1, “Lighting applications — Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires — Part 1: Measurement and file format”

PrEN 1838, “Lighting applications — emergency lighting”

Richardson, I., Thomson, M., Infield, D., A high-resolution domestic building occupancy model for energy demand simulations, Energy and Buildings, 40 (2008), pp: 1560-1566, Elsevier, 2008.