

BİNALARDA AYDINLATMA ENERJİSİ PERFORMANSININ BELİRLENMESİ İÇİN BİR YÖNTEM: BEP-TR

Alpin Köknel YENER

ÖZET

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2002/91/EC), Avrupa Birliği ülkelerinde binaların enerji performansı sertifikasının bulundurulmasını zorunlu tutmaktadır. “Türkiye için bina enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi (BEP-TR)”, Avrupa Birliği Standardı’nda tanımlanan yöntem temel alınarak Türkiye koşulları için geliştirilmiştir. Bu yöntemle aydınlatma enerjisi performansının belirlenmesi için, EN 15193 Binalarda Enerji Performansı – Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri standardında tanımlanan yöntem esas alınarak Ofisler, Eğitim binaları, Hastaneler, Oteller, Ticari binalar gibi çeşitli tipolojilerdeki mevcut ve yeni binalar değerlendirilebilmektedir. EN 15193 standardında kapsam dışı bırakılmış olan konut binaları için de aynı esaslara dayanan bir hesaplama yöntemi geliştirilmiştir. Bu bildiride binalarda tüketilen yıllık toplam aydınlatma enerjisine ilişkin sayısal gösterge, AESG-Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi, değerinin hesaplanmasına ilişkin yöntem kısaca tanıtılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma enerjisi performansı, AESG, LENI, EN 15193, BEP-TR.

ABSTRACT

Certification of buildings related to the energy performance is essential in European Union according to Building Energy Performance Directive (2002/91/EC). “Turkish National Building Energy Performance Calculation Methodology (BEP-TR)” is prepared in accordance with this directive with respect to Turkey’s conditions. In order to predict the lighting energy performance by using this method, new or existing buildings with various typologies, i.e. Offices, Educational buildings, Hospitals, Hotels, Commercial buildings can be evaluated basing on the method of EN 15193 Energy Performance of Buildings- Energy Requirements for Lighting standard. An additional calculation method is also developed for residential buildings, which are excluded in the standard. This paper covers the calculation methodology of the numeric indicator of the total annual lighting energy required in the building Lighting Energy Numeric Indicator (LENI / AESG).

Key Words: Lighting energy performance, AESG, LENI, EN 15193, BEP-TR.

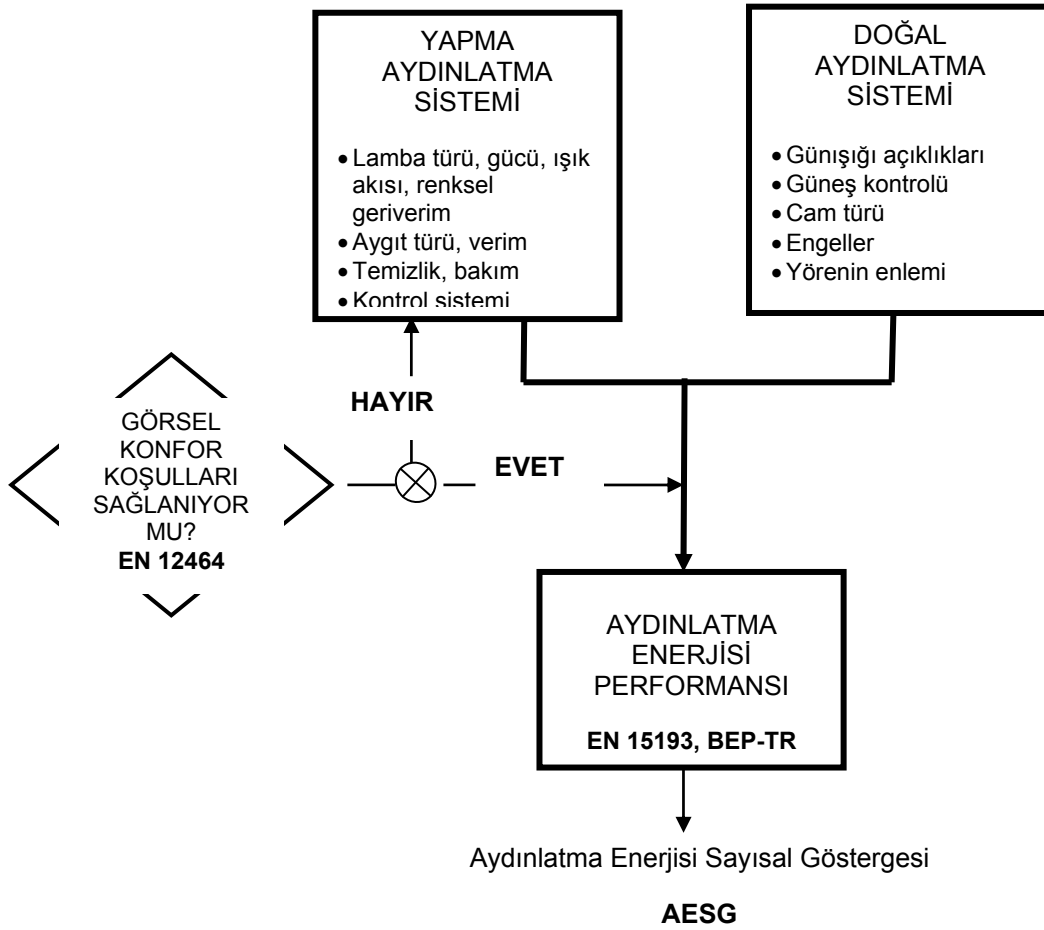
1. GİRİŞ

Enerji kaynaklarının bilinçli tüketilmesi ve enerji giderlerinin düşürülmesi, çevreye duyarlı bina tasarımı ve sürdürülebilirlik kavramları tüm dünyada olduğu gibi Avrupa Birliği ülkelerinde ve Türkiye’de en önemli güncel konular haline gelmiştir. Binaların tasarlanması veya yenilenmesi aşamalarında bu kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Binalarda aydınlatma enerjisi gereksiniminin düşürülmesi için bina tasarımı sürecinde özellikle hacim ve pencereye ilişkin tasarım kararlarıyla günışığının etkin kullanılması sağlanarak yapma aydınlatma sisteminin devrede olması gereken süre kısaltılabilmektedir. Yapma aydınlatma sisteminin tasarımında enerji etkinlik kriterlerinin göz önüne

alınması, işleve uygun kontrol sisteminin seçilmesi ve günışığı ile bütünleştirilmesi sonucunda görsel konfor koşullarından ödün vermeksizin enerji gereksiniminin düşürülmesi ve binaların enerji etkin aydınlatma sistemleri olarak tasarlanmaları olanaklıdır.

Avrupa Birliği ülkeleri için binaların yapımı, kiralanması veya satılması durumlarında enerji performansı sertifikasının bulundurulması Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2002/91/EC) ile zorunlu tutulmuştur [1]. Bu yönetmelik kapsamında EN 15193 Binalarda Enerji Performansı – Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri standardı ile binalarda aydınlatma enerjisi tüketiminin değerlendirilmesi için bir hesaplama yöntemi tanımlanmaktadır [2].

“Türkiye için bina enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi (BEP-TR)”, Avrupa Birliği Standardı’nda tanımlanan yöntem temel alınarak Türkiye koşulları için geliştirilmiştir. Türkiye için geliştirilen yöntem, EN 15193 standardında tanımlanan yöntemi esas alarak Ofisler, Eğitim binaları, Hastaneler, Oteller, Ticari binalar gibi çeşitli tipolojilerdeki mevcut ve yeni binaların aydınlatma enerjisi performansını değerlendirmektedir. Bu standartta kapsam dışı bırakılmış olan konut binaları için de aynı esaslara dayanan bir hesaplama yöntemi geliştirilmiştir.



Şekil 1. Binaların Aydınlatma Enerjisi Performansının Belirlenmesi

Bu hesaplama yönteminde mevcut günışığının aydınlatma enerjisi tüketimi üzerindeki etkisi, hacimlerde günışığından yararlanan bölgenin dış engeller, cephe, hacim ve pencere özelliklerine bağlı olarak tanımlanması ile belirlenmiştir. Ayrıca, otomatik kontrol sistemlerinin kullanımıyla toplam aydınlatma enerjisi tüketiminin düşürülebilmesi de göz önüne alınmıştır. Öte yandan, hacimlerde gerçekleştirilen eylem türüne bağlı görsel konfor koşullarının, EN 12464-1, Light and Lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places standardında verilen değerlere uygun olarak sağlanması gerekmektedir [3]. Geliştirilen hesaplama yönteminde bu durum dikkate alınarak işleve bağlı olarak standartta tanımlanan minimum aydınlık düzeyi değerlerinin (E_m) ve istenen renksel

geriverim (R_a) değerlerinin sağlanması öngörülmüştür. Yöntemde izlenen yol Şekil 1’de akış şeması olarak verilmiştir.

2. HESAPLAMA YÖNTEMİNİN ADIMLARI

EN 15193 standardında binalarda tüketilen aydınlatma enerjisi miktarının belirlenmesi için kısa veya kapsamlı yöntemle hesaplama veya ölçme yöntemleri önerilmektedir. Kapsamlı yöntemde, binalarda tüketilen yıllık toplam aydınlatma enerjisinin hesaplanması için aşağıdaki adımlarda tanımlanan değişkenlerin değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ancak standartta tanımlanan yöntemin Türkiye için bir hesaplama modeli olarak geliştirilmesi aşamasında çeşitli adımlara ilişkin ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır [4]. Aşağıda bu adımlarda yapılan çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

2.1. Bir Hacim Veya Bölüme İlişkin Aydınlatma Sisteminin Toplam Kurulu Gücü (P_n)

Ele alınan bir hacim veya bölümde aydınlatma amaçlı kullanılan tüm lambaların kurulu gücüne ek olarak acil durum aydınlatma sisteminin kurulu gücü ve otomatik kontrol sisteminin parazit gücünün toplamı olarak belirlenmektedir.

2.2. Güneş ışığı Bağımlılık Faktörü (F_D)

Ele alınan hacimlerin güneş ışığından yararlanma durumunda gün saatleri içinde tüketilen aydınlatma enerjisi miktarında gerçekleşebilecek olan azalma güneş ışığı bağımlılık faktörü (F_D) olarak ifade edilmektedir. Bu değer belirlenmesi amacıyla aşağıdaki durumlara ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır. Güneş ışığı almayan hacimlerde gün saatleri içinde tüketilen aydınlatma enerjisi miktarında bir azalma gerçekleşmeyeceği için $F_D = 1$ alınmaktadır.

Geçirgenlik İndisi (I_T)

Geçirgenlik indisinin hesaplanmasında ele alınan hacim veya bölümün güneş ışığından yararlanabilen ve yararlanamayan alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu alanların belirlenmesinde hacim boyutları ve biçimi, pencere boyutları, konumları ve sayısı gibi çeşitli değişkenler dikkate alınmaktadır. EN 15193 standardında yer alan aşağıda verilen bağıntılar bu durumların değerlendirilmesine olanak verebilecek biçimde geliştirilmiştir. Şekil 2’de çeşitli hacim biçimleri verilmektedir.

$$I_T = A_C / A_D \quad (1)$$

A_C : Pencere alanı (m^2)

A_D : Gün ışığından yararlanan yatay çalışma düzleminin alanı (m^2)

$$A_D = a_d \times b_d \quad (2)$$

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

a_d : Güneş ışığından yararlanan bölgenin derinliği (m)

$$a_d = 2.5 \times (h_{li} - h_{çd}) \quad (3)$$

b_d : Güneş ışığından yararlanan bölgenin uzunluğu (m)

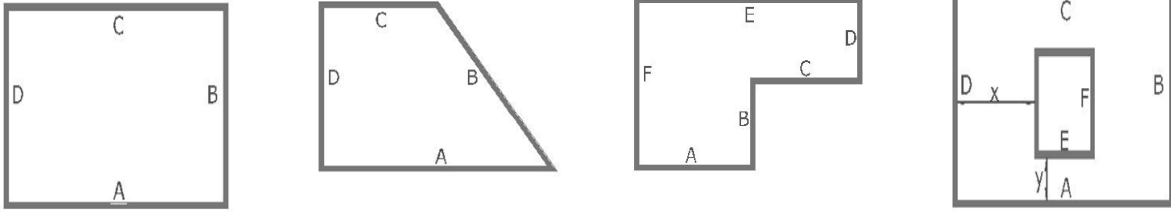
$$b_d = w_{pen} + a_d / 2 \quad (4)$$

h_{li} : Lentonun yerden yüksekliği (m)

$h_{çd}$: Çalışma düzlemi yüksekliği (m)

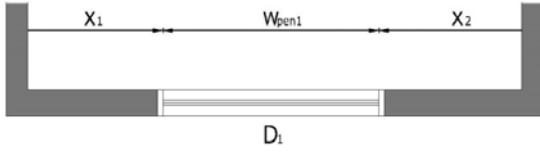
$$A_C = h_{pen} \times w_{pen} \quad (5)$$

A_C : Pencere alanı (m^2)
 h_{pen} : Pencere yüksekliği (m)
 w_{pen} : Pencere genişliği (m)

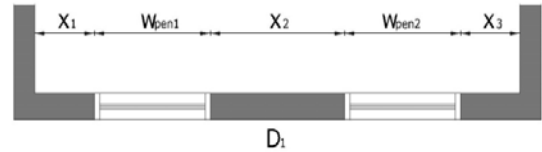


Şekil 2. Farklı Hacim Biçimleri

Duvarlarda pencerelerin yerleştiriliş düzeni günışığından yararlanabilen alanın boyutlarını ve biçimini etkilemektedir. EN 15193 standardında dikdörtgen hacimlerin tek duvarda yer alan bir pencere ile aydınlatılması durumu için verilen bağıntılar çeşitli durumların değerlendirilmesine olanak verebilecek biçimde geliştirilmiştir. Şekil 3'de duvarda tek pencere olması durumu ve Şekil 4'de duvarda birden çok pencere olması durumları verilmektedir.

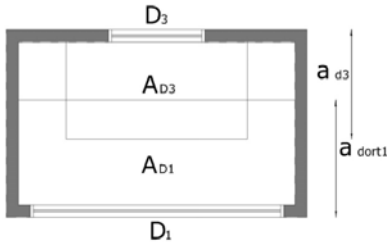


Şekil 3. Tek Pencereli Duvar

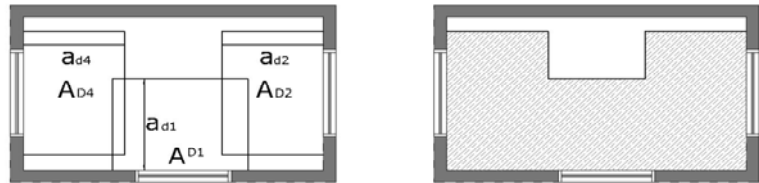


Şekil 4. Birden Çok Pencereli Duvar

Hacimlerde birden fazla duvarda pencere olması durumlarında pencerelerin boyutları ve yerleştiriliş düzenleri dikkate alınarak günışığından yararlanabilen toplam alan hesaplanabilmektedir. Çeşitli durumlara ilişkin bağıntılar geliştirilirken hacimde 1, 2, 3 veya 4 duvarda pencere olması ve bu duvarlarda tek veya birden çok pencere bulunması gibi seçenekler dikkate alınarak üst üste düşen veya hacim sınırlarını aşan durumlar kontrol edilmekte ve günışığından yararlanabilen toplam alan (A_D) hesaplanabilmektedir. Şekil 5'de karşılıklı 2 duvarda pencere olması durumu ve Şekil 6'de hacimde 3 duvarda pencere olması durumuna ilişkin örnekler verilmektedir.



Şekil 5. Hacimde Karşılıklı 2 Duvarda Pencere Olması Durumu



Şekil 6. Hacimde 3 Duvarda Pencere Olması Durumu

Derinlik indisi (I_{De})

Binada günışığından yararlanılan bir bölüme ilişkin derinlik indisi I_{De} aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_{De} = a_D / (h_L - h_{cd}) \quad (6)$$

- h_{ji} : Lentonun yerden yüksekliği (m)
 $h_{çd}$: Çalışma düzlemi yüksekliği (m)

Engel İndisi (I_o)

Engel indisi I_o pencerenin önündeki çeşitli engellerin etkisiyle hacme giren güneşiği miktarındaki azalmayı ifade etmektedir. Engel örnekleri; diğer binalar ve ağaç, dağ gibi doğal engeller, cephede yer alan yatay veya düşey gölgeleme elemanları, avlu veya atriumu olan binalarda binanın kendisi ve camlı çift cidarlı cephelerin etkisi olarak ele alınmaktadır. Engel indisi I_o aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir:

$$I_o = I_{O,OB} \times I_{O,OV} \times I_{O,SF} \times I_{O,CA} \times I_{O,GDF} \quad (7)$$

- I_o : Engel indisi
 $I_{O,OB}$: Karşı bina engel için düzeltme faktörü
 $I_{O,OV}$: Yatay saçak için düzeltme faktörü
 $I_{O,VF}$: Düşey gölgeleme elemanı için düzeltme faktörü
 $I_{O,CA}$: Avlu veya atrium için düzeltme faktörü
 $I_{O,GDF}$: Camlı çift cidarlı cephe için düzeltme faktörü

Güneşiği Faktörüne Bağlı Sınıflandırma

Ele alınan hacim veya bölümde güneşiği etkisinin belirlenebilmesi amacıyla geçirgenlik indisi, derinlik indisi ve engel indisinin değerlerine bağlı olarak pencere açıklığına ilişkin güneşiği faktörü (D_c) hesaplanmaktadır. Pencere camının ve doğramasının özelliklerinin de hesaba katılmasıyla (D) ve (D_c) değerlerine bağlı olarak güneşiği geçişi güçlü, orta, zayıf veya hiç olarak belirlenebilmektedir. Sınıflandırmada bu iki değer verdiği sonucun düşük olanı kabul edilmektedir. (D) ve (D_c) değerlerinin aralıklarına bağlı olarak güneşiği geçişi sınıflandırması Tablo 1'de verilen değerlere göre yapılmaktadır.

Tablo 1. Güneşiği etkisinin sınıflandırılması

Sınıflandırma		Güneşiği 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
$D_c < \%2$	$\%1 > D$	Hiç

Güneşiği Sağlama Faktörü ($F_{D,S}$)

Güneşiği sağlama faktörü ($F_{D,S}$) değeri güneşiği etkisi, hacimde istenen aydınlık düzeyi ve binanın bulunduğu yörenin enlemine bağlı olarak belirlenmektedir. EN 15193'de hacimlerde görsel konfor koşullarının sağlanması açısından istenen aydınlık düzeyi değerleri 300-500-750 lx olarak gruplandırılmış ve her biri için güneşiği etkisine bağlı katsayılar verilmiştir. Türkiye'nin üzerinde bulunduğu coğrafi bölgeye ilişkin 36° - 41° enlemleri için her duruma ilişkin $F_{D,S}$ değerleri hesaplanmıştır.

Güneşiğine Bağlı Yapma Aydınlatma Kontrolü ($F_{D,C}$)

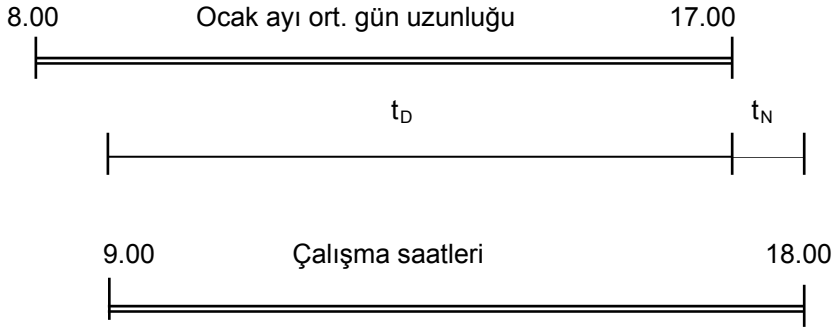
$F_{D,C}$ değeri, bir yapma aydınlatma kontrol sisteminin veya stratejisinin sağlayacağı enerji tasarrufu potansiyelinin etkinliğini belirten katsayıdır. $F_{D,C}$ değerleri, yapma aydınlatma kontrol sisteminin manuel veya otomatik olması durumuna ve güneşiği etkisine bağlı olarak verilmiştir.

Sonuç olarak F_D değeri yukarıda kısaca özetlenen değişkenlerin değerlerinin hesaba katılmasıyla aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmektedir.

$$F_D = 1 - (F_{D,S} \times F_{D,C}) \quad (8)$$

2.3. Gün Uzunlukları Ve Çalışma Saatleri İlişkisi (t_D ve t_N)

Bu adımda binaların kullanım saatleri sırasında günışığının mevcut olup olmaması durumu incelenmektedir. EN 15193 standardında bu değerler yıllık sabit değerler olarak kabul edilmiştir. Ancak günışığının mevcut olduğu saatler yıl içinde değişiklik göstermektedir. Binaların işlevlerine bağlı olarak kullanım saatleri içinde günışığının mevcut olduğu süre (t_D) ve günışığının mevcut olmadığı süre (t_N) değerlerinin belirlenmesi amacıyla gün uzunlukları Türkiye'deki şehirler için aylık değerler olarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda memleket saatine dönüştürme ve yaz saati uygulamaları dikkate alınmaktadır. Şekil 7'de İstanbul'da çalışma saatleri 9.00-18.00 olan bir ofis binası için Ocak ayındaki t_D ve t_N değerlerinin belirlenmesi örnek olarak verilmiştir.



Şekil 7. t_D ve t_N Değerlerinin Belirlenmesi

Aylık değerlerin hesaplanması için günlük t_D ve t_N değerleri aylık çalışma günleri sayısı ile çarpılmakta ve yıllık değerler, aylık değerlerin toplamı olarak elde edilmektedir.

Hacimlerde sabit aydınlık düzeyi sağlayan loşlaştırılabilir bir kontrol sisteminin mevcut olması durumunda sabit aydınlık faktörü F_c değerinin hesaba katılması gerekmektedir. Hacimlerin kullanımına ve aydınlatma sisteminin kontrolüne bağlı olarak belirlenen F_o değerleri de çeşitli durumlar için belirlenerek yıllık toplam aydınlatma enerjisi üzerindeki etkisi dikkate alınmaktadır.

2.4. Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (AESG)

Sonuç olarak ele alınan bir hacim veya bölüm için yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (W) değeri parazit enerjinin de hesaba katılmasıyla belirlenebilmektedir. Binanın aydınlatma enerjisi performansını ifade eden AESG değeri, birim alanda tüketilen yıllık aydınlatma enerjisi miktarı, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$AESG = W / A \quad \text{kwh}/(\text{m}^2 \text{ yıl}) \quad (9)$$

W : Binada aydınlatma için kullanılan yıllık toplam enerji

A : Binanın toplam kullanılan alanı (aydınlatılmayan ve kullanılmayan alanlar hariç)

3. KONUT BİNALARINDA AYDINLATMA ENERJİ PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Konutlarda tüketilen aydınlatma enerjisi, Avrupa Birliği ülkelerinde toplam elektrik enerjisi tüketiminin %10 ile %20 arasında değişen bir bölümünü oluşturmaktadır ve bu oran aydınlatma enerjisinin verimli kullanımına bağlı olduğu kadar, konutlarda kullanılan elektrikli ev aletlerinin sayısı ile de ilişkilidir. Konutlarda aydınlatma sistemi, kullanılan lambaların sayıları ve güçleri ile tanımlanabilmektedir. Kompakt flüoresan lambaların kullanımı, verimliliklerinin yüksek olması nedeniyle aydınlatma enerjisi tüketiminin düşürülmesini sağlamaktadır. Konutlarda aydınlatma enerjisi tüketiminin belirlenebilmesi için kurulu aydınlatma gücünün yanı sıra kullanıcı profiline ilişkin veri de gereklidir.

Konut binaları için geliştirilen hesaplama yönteminde öncelikle konut birimine ilişkin tüm alanda kullanılan lambaların kurulu gücü (P_n) belirlenmektedir. Müstakil konutlar dışında çekirdek alanlar da ayrıca ele alınmaktadır.

Konutlarda kullanım saatleri ve bu saatlerdeki yapma aydınlatma gereksinimi kullanıcı profiline bağlıdır. Kullanıcı profilinin göz önüne alınması için hafta içi ve hafta sonu günlerde konut binalarına ilişkin saatlik kullanım oranları ve bu saatlerde günışığının mevcut olup olmaması durumları hesaba katılmıştır. Hafta içi ve hafta sonu günler için ayrı ayrı belirlenen günlük toplam aydınlatma enerjisi tüketim değerleri yıl içindeki hafta içi ve hafta sonu günlerin sayısı ile çarpılarak yıllık toplam değer belirlenmektedir.

Sonuç olarak ele alınan bir konut birimi veya tüm konut binası için yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (W) değeri ve birim alanda tüketilen yıllık aydınlatma enerjisini ifade eden AESG değeri hesaplanmaktadır.

4. BİNANIN AYDINLATMA ENERJİSİ SINIFININ BELİRLENMESİ

Ele alınan binanın aydınlatma enerjisi performansının belirlenmesi, Bina Enerji Performansı Referans Bina Belirleme Yöntemi'ne göre gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemle göre referans bina, enerji kimlik belgesi üretilecek bina ile aynı yerde, aynı geometriye sahip, fakat bina sistemleri açısından mevcut bina yönetmeliklerine minimum uygunluk gösteren bir bina olarak nitelendirilmektedir [5].

Bina Enerji Performansı Referans Bina Belirleme Yöntemi'nde ele alınan hacimlerde duvar yüzeylerinin %50, tavanın ise %70 ışık yansıtma katsayısına sahip olduğu ve aydınlatma sisteminin "direkt" olduğu kabul edilmektedir. İşleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin %70'inin 36 W güce, 3250 lümen ışık akısına sahip tüp flüoresan lambalarla ve %30'unun 75 W güce, 930 lümen ışık akısına sahip akkor lambalarla sağlandığı kabulüne dayanarak referans bina enerji performansı hesaplanmaktadır. Konut binaları için ise %70 kompakt flüoresan, %30 akkor lamba kullanımı referans bina için kabul edilmiştir. Asıl bina ve referans binaya ilişkin enerji gereksinimi değerlerine bağlı olarak ele alınan binanın enerji performansı aşağıda verilen eşitlikle belirlenebilmektedir.

$$E_p = 100 (EP_a / EP_r) \quad (10)$$

Burada, E_p binanın enerji performansını, EP binanın yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarını (kWh/m^2 -yıl), r referans binayı, a ise asıl binayı ifade etmektedir. Bina Enerji Performansı Referans Bina Belirleme Yöntemi'nde yer alan değer aralıkları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. E_p Sınıfı Değer Aralıkları

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

SONUÇ

Enerji kaynaklarının bilinçli tüketilmesi amacıyla binalarda ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemlerinin gereksinimlerinin en aza indirgenmesi gerekmektedir. Bilindiği gibi binalarda aktif sistemler tarafından tüketilen enerjinin azaltılabilmesi ancak ilk tasarım kararlarından itibaren pasif sistem tasarımı ilkelerinin göz önünde bulundurulması ve enerji etkin aktif sistemlere yer verilmesiyle olanaklıdır. Binaları bu kriterler doğrultusunda değerlendirerek enerji gereksinimlerinin belirlenmesi ve binaların sertifikalandırılması Avrupa Birliği ülkelerinde Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinin (2002/91/EC) yayınlanması ile bir zorunluluk haline gelmiştir. Aday ülke olan Türkiye de bu direktif gereği BEP-TR bina enerji performansı ulusal hesaplama yöntemini hazırlamıştır.

TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 05.12.2008 tarihinde “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” yayınlanmış, bu yönetmeliğe göre binalara enerji kimlik belgesi verilmesinde kullanılacak ulusal hesaplama yönteminin geliştirilmesi öngörülmüştür. Hazırlanan yöntem 07.12.2010 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanmıştır.

Bu yöntemin geliştirilmesinde, Avrupa Birliği’ne aday ülke olan Türkiye için AB şemsiye dokümanlarıyla uyumlu bir yol izlenerek standartta ana hatlarıyla belirtilen konular ulusal hesaplama yöntemine aktarılmıştır. Türkiye’nin coğrafi verileri hesaplara dahil edilmiş, standartta ayrıntılı olarak belirtilmemiş konulara açıklık getirilmiş ve binalara enerji kimlik belgesi verilmesinde aydınlatma enerjisi performansının yanı sıra görsel konfor koşullarının da dikkate alınması sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Directive on Energy Performance of Buildings, 2002/91/EC, Brüksel, 2002.
- [2] prEN 15193, Energy Performance of Buildings- Energy Requirements for Lighting, CEN/TC 169, European Committee for Standardisation, 2006.
- [3] prEN 12464, Light and Lighting of Workplaces: Part1-Indoor Workplaces. CEN/TC 169, European Committee for Standardisation, 2002.
- [4] BEP-TR Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi, Ek 05-Aydınlatma, 07 Aralık 2010 Perşembe, Resmi Gazete, Sayı: 27778, 2010.
- [5] BEP-TR Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi, Ek 07-Referans Bina Belirleme, 07 Aralık 2010 Perşembe, Resmi Gazete, Sayı: 27778, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Alpin Köknel YENER

İstanbul Teknik Üniversitesi’nde 1984 yılında Mimar, 1986 yılında Yüksek Mimar, 1996 yılında Doktor, 2004 yılında Doçent ve 2011 yılında Profesör unvanlarını almıştır. İTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Çevre Kontrolü Birimi’nde 1989 yılından itibaren görev yapmaktadır. Mimari aydınlatma, enerji etkin tasarım, güneş kontrolü konularında lisans ve lisansüstü dersleri ve tezler yürütmektedir. Bu konularda çok sayıda ulusal ve uluslar arası kongreler, konferanslar, seminerlerde sunulmuş ve bilimsel dergilerde basılmış çalışmaları bulunmaktadır. Aydınlatma Türk Milli Komitesi kurucu üyesi ve yönetim kurulu üyesi, Yapı Fiziği Derneği ve Bina Simülasyonu Derneği kurucu üyesi ve Çevre Dostu Binalar Derneği Bilimsel Çalışmalar Komitesi üyesidir.