

BİNALARDA AYDINLATMA ENERJİSİ PERFORMANSININ BELİRLENMESİNDE YÖREYE İLİŞKİN ÖZELLİKLERİN ROLÜ

Feride ŞENER¹, Sezen YILDIRIM ÜNNÜ², Alpin KÖKNEL YENER¹

¹İTÜ Mimarlık Fakültesi
Taşkışla, Taksim, İstanbul, 34437

²İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi
Ayazağa Kampüsü, İstanbul, 34469

fsener@itu.edu.tr, sezeny@itu.edu.tr, alpin.yener@itu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma kapsamında EN 15193 Binalarda Enerji Performansı – Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri standardı temel alınarak Türkiye için geliştirilmiş olan BEP-TR metodolojisi kısaca tanıtılarak yöreye ilişkin verilerin hesaplamalardaki rolü ve sonuçlara etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışma kapsamında Türkiye'nin farklı iklimsel karakteristiklerini temsil eden beş pilot şehir seçilerek, örnek bir ofise ait kat planının aydınlatma enerjisi performansı değerleri ve aydınlatma enerjisi sınıfı BEP-TR hesap metodolojisi uyarınca hesaplanmış, elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Bina Enerji Performansı, BEP –TR, Aydınlatma Enerjisi Performansı, EN 15193

1. GİRİŞ

Dünyada son yıllarda enerji gereksinimlerinin gelişen teknolojiye paralel olarak artış göstermesi, enerjinin her sektörde olduğu gibi binalarda da etkin kullanılması durumunu gündeme getirmiş ve ülkeler bu doğrultuda enerji politikalarını belirlemişlerdir. Avrupa Birliği ülkelerinde binaların enerji performansını değerlendirmeyi hedefleyen Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, binaların yapımı, kiralanması veya satılması durumlarında enerji performansı sertifikasının bulundurulmasını zorunlu tutmaktadır [1]. Enerji performansı sertifikası, binaları A'dan G'ye, yüksekten düşüğe doğru sınıflandırmaktadır. “Türkiye için bina enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi (BEP-TR)”, Avrupa Birliği Standartları'nda tanımlanan yöntem temel alınarak Türkiye koşullarına uygun olacak şekilde geliştirilmiştir. Yöntemin ülkemiz koşullarına uyarlanması tüketilen yıllık enerji miktarı, EN 15193 Standardı uyarınca Eşitlik 1 ile hesaplanabilmektedir [2].

aşamasında çeşitli alt adımlarına ilişkin ayrıntılı çalışmalar yapılmış ve standartta yeterli düzeyde açıklanmamış olan bazı hesaplamalar geliştirilmiştir.

2. BEP-TR AYDINLATMA HESAP YÖNTEMİ

Binaların aydınlatma enerjisi performansının belirlenmesinde doğal aydınlatma sistemine ilişkin tasarım kararlarının etkisi, yapma aydınlatma sisteminin yükünü azaltabilmek açısından önem taşımaktadır ve bu durum yöntemin çeşitli alt adımlarında ele alınmaktadır. Ayrıca, binanın bulunduğu yöreye ilişkin dış aydınlık koşulları da binanın gün saatleri içinde doğal ışıktan yararlanabilmesinde etkili olmaktadır ve Eşitlik 1'de verilen t_D ve t_N değerleri binanın kullanım saatlerinde gün ışığının mevcut olup olmadığını ifade etmektedir.

Binada ele alınan herhangi bir hacim veya bölümde aydınlatma amacıyla

$$W_{L,t} = \{(P_n \times F_c) \times [(t_D \times F_o \times F_D) + (t_N \times F_o)]\} / 1000 \text{ (kWh)} \quad (1)$$

$W_{L,t}$: Yıllık aydınlatma enerjisi tüketimi (kWh)

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

F_c : Sabit aydınlık faktörü

t_D : Gün saatleri kullanımı (h)

F_o : Kullanıma bağlı faktör

F_D : Günışığı bağımlılık faktörü

t_N : Gün saatleri dışında kullanım (h)

Türkiye için geliştirilmiş BEP-TR yönteminde t_D ve t_N değerlerinin yörelere bağlı olarak belirlenmesi öngörülmüştür. 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 [3]. Binanın bulunduğu yörenin enlemi, yöreye ilişkin bir diğer parametre olarak EN 15193 hesap yönteminde ele alınmaktadır. Bu hesap yönteminde Günışığı sağlama faktörü ($F_{D,S}$) değeri, Eşitlik 1'de verilen F_D değerinin belirlenmesinde rol oynamakta ve enleme bağlı olarak değişen bu değer, Türkiye'nin her şehri için farklı değerlere sahip olmaktadır.

Bu bildiride bir ofis binası örneğinde aydınlatma enerjisi performansı hesaplanarak Türkiye'nin farklı yöreleri için elde edilen sonuçlara dikkat çekilmesi hedeflenmektedir.

3. BEP-TR HESAP YÖNTEMİNDE YÖRE ETKİSİNİN BİR OFİS BİNASI ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

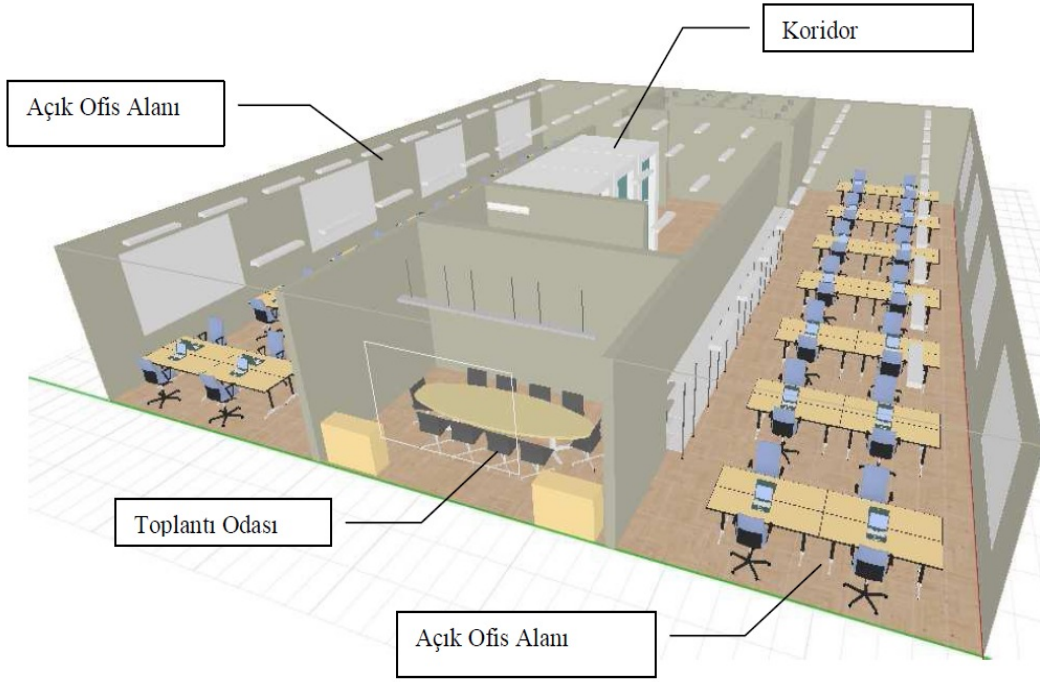
Bildirinin bu bölümde yukarıda kısaca tanımlanan BEP-TR Aydınlatma Hesap Yöntemi'nde, yöreye ilişkin belirlenen t_D ve t_N değerlerinin aydınlatma enerjisi gereksiniminde yol açacağı değişimi belirlemek hedefiyle farklı şehirlerde bulunduğu kabul edilen bir ofis binasının değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

3.1. Ofis Binasının Tanıtılması

Çalışma için seçilen ofis mekanı, yüksek katlı bir ofis bloğuna ait bir kattır. İncelenen ofis hacminin çalışma saatleri 09:00-18:00 arasındadır. 22.6m x 19.50m boyutlarında dikdörtgen forma sahip olan ofis katının net yüksekliği 3.5 m'dir. Seçilen katta iki adet açık ofis hacmi, bir adet toplantı odası, WC mekanları ve sirkülasyon alanları yer almaktadır. Şekil 1'de açık ofis mekanına ilişkin bir genel görünüş yer almakta, Şekil 2'te ise ofis katına ilişkin genel görünüşü ifade eden bir görsel bulunmaktadır. Tablo 1'de seçilen katta yer alan mekanlara ilişkin özelliklere yer verilmiştir.



Şekil 1. Açık ofis hacminden bir görsel



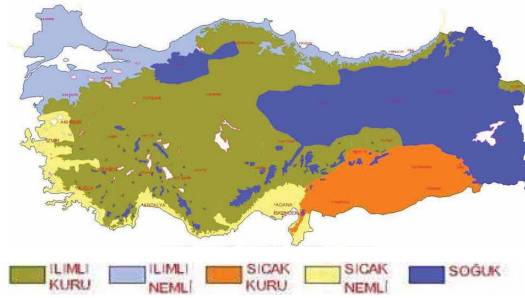
Şekil 2. Ofis katına ilişkin genel görünüş

Tablo 1. Hacimlere ilişkin özellikler

Hacim Tipi	Açık Ofis (2 adet)	Toplantı Odası	WC	Koridor (1 adet)
Alanı (m ²)	132	25.52	26.9	57.82
Pencere boyutları en x h (m)	3 x 1.9 (4 adet)	3 x 1.9	yok	yok
Güneşli Etkisi	Zayıf	Orta	Hiç	Hiç
Lambaların gücü (W) ve türü	36 x 2 x 4 Tüp flüoresan	36 x 2 x 8 Tüp flüoresan	12 x 2 x 18 Kompakt flüoresan	9 x 2 x 36 Tüp flüoresan
Ayıt türü	Direkt, sıva üstü ayıt	Direkt, sarkıt (askı boyu:0.8m)	Direkt, tavana gömme ayıt	Direkt, sıva üstü ayıt
Referans düzlem yüksekliği (m)	0.8	0.8	0	0
İstenen Aydınlık Düzeyi (lx)	500	500	200	200
Hesaplanan Aydınlık Düzeyi (lx)	466	486	274	266 (bölüm 1)
				269 (bölüm 2)

3.2. Pilot Şehirler İçin Yapılan Hesaplama Sonuçları

BEP-TR Aydınlatma Hesap Yöntemi, EN 15193 Standardında tanımlanan hesap yönteminin Türkiye'ye uyarlanması aşamasında Türkiye'deki farklı coğrafi koşullar göz önünde bulundurularak her şehir için enlem-boylam, gün uzunlukları, enleme bağlı değişen katsayılar gibi değerler ayrı ayrı belirlenmiş ve hesaplamalara dahil edilmiştir. Bu çalışmada, aynı tasarımın farklı iklimsel özelliklere sahip olan şehirlerde uygulanması durumunda aydınlatma enerjisi gereksinimlerinde oluşacak farklılıkları belirlemek amacıyla Türkiye'nin 5 farklı iklim tipini temsil eden şehirler ele alınmıştır. Şekil 3'de Türkiye'nin iklim bölgelerini ifade eden bir görsele yer verilmiştir. Bu bildiri kapsamında Türkiye'nin 5 farklı iklim tipini karakterize eden pilot şehirler; Ankara (ılımlı-kuru), Antalya (sıcak-nemli), Diyarbakır (sıcak-kuru), Erzurum (soğuk) ve İstanbul (ılımlı-nemli), İTÜ'de daha önceki yıllarda yapılmış çalışmaların sonuçlarına dayanarak belirlenmiştir [4]. Tablo 2'de bu şehirlere ait enlem-boylam bilgilerine yer verilmiştir.



Şekil 3. Türkiye'nin iklim bölgeleri [4].

Tablo 2. Çalışma için seçilen şehirler

ŞEHİRLER	ENLEM	BOYLAM
Ankara	40° 00'	32° 54'
Antalya	36° 54'	30° 42'
Diyarbakır	37° 54'	40° 12'
Erzurum	39° 06'	41° 24'
İstanbul	40° 54'	29° 06'

BEP-TR aydınlatma hesap yönteminde bina kullanım saatlerine bağlı olarak her şehir için yıllık t_D ve t_N değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla aylık gün uzunlukları belirlenmektedir. Çalışma kapsamında seçilen şehirler için belirlenen gün uzunlukları Tablo 3'de verilmiştir.

Farklı şehirler için gerçekleştirilen hesaplamalara yönelik olarak elde edilmiş gün uzunlukları ve çalışma saatleri ilişkisi - t_D ve t_N değerlerine Tablo 3'de yer verilmiştir. Buna göre, çalışma saatleri içinde yıl boyunca gün saatlerinden en fazla yararlanma potansiyeline sahip şehir yıllık 2249 saat ile Antalya olurken, en düşük t_D değerleri ise 2127.40 saat ile Erzurum'da gerçekleşmektedir.

Tablo 3. Seçilen şehirlere ait olarak Gün Uzunlukları ve Çalışma Saatleri İlişkisi - t_D ve t_N Değeri

		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Agu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Toplam
Ankara	t_D	7.7	8.3	8.8	9	9	9	9	9	8.9	8	7.4	7.3	2214.20
	t_N	1.3	0.7	0.2	0	0	0	0	0	0.1	1	1.6	1.7	143.80
Antalya	t_D	8	8.5	9	9	9	9	9	9	9	8.2	7.7	7.6	2249.00
	t_N	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.8	1.3	1.4	109.00
Diyarbakır	t_D	7.3	7.9	8.3	8.8	9	9	9	9	8.4	7.6	7	6.9	2144.60
	t_N	1.7	1.1	0.7	0.2	0	0	0	0	0.6	1.4	2	2.1	213.40
Erzurum	t_D	7.2	7.7	8.2	8.8	9	9	9	9	8.3	7.5	6.9	6.8	2127.40
	t_N	1.8	1.3	0.8	0.2	0	0	0	0	0.7	1.5	2.1	2.2	230.60
İstanbul	t_D	7.9	8.5	9	9	9	9	9	9	9	8.3	7.6	7.5	2244.60
	t_N	1.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.7	1.4	1.5	113.40
EN 15193	t_D													2250.00
	t_N													250.00

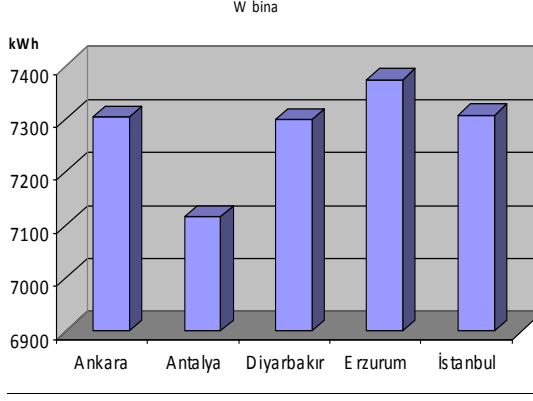
Ele alınan 5 pilot şehir için hesaplanan farklı değerlerle gerçekleşen yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi W_{bina} ve birim alana düşen aydınlatma enerjisi gereksinimini ifade eden AESG değerleri Tablo 4'te yer almaktadır. Şekil 4'de incelenen binaların yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (W_{bina}) değerlerine grafik olarak yer verilmiştir.

Çalışma saatleri içinde yıl boyunca gün saatlerinden en fazla yararlanan Antalya için en düşük değerlerin gerçekleştiği ve gün saatlerinden en az yararlanan Erzurum'da ise en yüksek değerlerin gerçekleştiği belirlenmiştir. Mevcut durumda minimum AESG değerinin 19.01 olarak gerçekleştiği Antalya ve maksimum AESG'nin 19.70 olarak gerçekleştiği

Erzurum arasındaki bu farkların, günışığından yararlanan mekanlarda günışığı etkisinin güçlü olması durumunda arttığı gözlemlenmiştir.

Tablo 4. İncelenen binaların yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (W_{bina}) değerleri ve bina Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi (AESG) değerleri

	W_{bina} (kWh)	AESG _{bina} (kWh/m ² x yıl)
Ankara	7304.059	19.52
Antalya	7114.782	19.01
Diyarbakır	7298.614	19.50
Erzurum	7374.328	19.71
İstanbul	7307.540	19.53



Şekil 4. İncelenen binaların yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (W_{bina}) değerleri grafiği

BEP-TR Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi, Ek 07-Referans Bina Belirleme dokümanında, BEP-TR yöntemi kullanılarak binalarda enerji performansının belirlenmesine ilişkin izlenecek yöntem tariflenmiştir [5]. Buna bağlı olarak ortaya çıkan referans bina ve asıl bina tanımları için hesaplama adımları, bu dokümanda yer almakta, binaların enerji performansının belirlenmesi ve sınıflandırılması, bu doküman ile gerçekleştirilmektedir. Binaların enerji performansını sembolize eden E_p değerleri, farklı şehirlerde yer aldığı kabul edilen binalar için hesaplanarak binaların Aydınlatma Enerjisi sınıfı belirlenmiştir. Bina Enerji Performansı Referans Bina Belirleme Yöntemi'nde yer alan bina performansı değer aralıklarına göre ele alınan ofis binalarının aydınlatma enerjisi performansı "B" sınıfı olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇ

Türkiye'nin yöreye ilişkin özelliklerini dikkate alan ve günümüzde kullanılmakta olan BEP-TR Ulusal Hesap Yöntemi, Avrupa Birliği Standartlarında tarif edilen yöntemler esas alınarak oluşturulmuştur. Bu yöntemde özellikle şehirlere ait iklimsel veriler hesaplara dahil edilmiş, Avrupa Birliği standartlarında ayrıntılı olarak belirtilmemiş konulara açıklık getirilmiş ve binalara enerji kimlik belgesi verilmesinde aydınlatma enerjisi performansının yanı sıra görsel konfor koşullarının da dikkate alınması

sağlanmıştır. Sonuç olarak AESG-Aydınlatma Enerjisi Sayısal Göstergesi, değerinin hesaplanmasına ilişkin metodoloji tanıtılmıştır.

EN 15193 standardında sabit değerler olarak alınan gün saatleri - çalışma saatleri ilişkisi, t_D ve t_N değerleri, Türkiye için geliştirilen BEP-TR yönteminde her şehir için ayrı ayrı hesaplanmakta ve yörelere ilişkin değerlerin aydınlatma enerjisi performansına olan etkisi titizlikle hesaplamalara dahil edilebilmektedir. Hesap yönteminin hassasiyeti, enlem boylam farkının fazla olduğu yörelerde özellikle açığa çıkmakta, birbirine yakın bölgelerde yer alan şehirlerde aydınlatma enerjisi hesaplamalarında fark azalmaktadır. BEP-TR yöntemi, EN 15193 standardına göre t_D ve t_N değerlerinin hesaplanması açısından daha gerçekçi durumları göz önünde bulundurarak çıkan sonuçların daha hassas yorumlanmasını mümkün kılmaktadır.

BEP-TR Ulusal Hesap Yönteminin binalarda aydınlatma enerjisi gereksinimlerine ilişkin bölümü ile ilgili çalışmalar sürdürülmeli, bu tür çalışmalar, Avrupa Birliği üye ülkelerindeki izlenen yöntemler ile karşılaştırmalı olarak devam etmelidir. Bilindiği gibi, yöreye ilişkin özelliklere bağlı olarak binalarda doğal aydınlatma performansının aydınlatma enerjisi performansına olan etkisi farklılaşmaktadır. Bu çalışma ile Türkiye'nin sahip olduğu iklimsel çeşitliliğin aydınlatma enerjisi performansına olan etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Gerçekleştirilen hesaplamalarda yöreye ilişkin özelliklere ait değişiklikler aydınlatma enerjisi gereksinimlerinin değişmesine neden olmuş, ancak binaların aydınlatma enerjisi sınıfını belirten enerji performansı değerlerinin kabul edilmiş aralıklarının geniş olması nedeniyle binaların aydınlatma enerjisi sınıfları aynı kalmıştır. Bu nedenle aydınlatma enerjisi performansındaki farklılıkların bina enerji sertifikasına tam olarak yansımaması,

binaların birbirleriyle gerçeğe yakın biçimde karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. BEP-TR hesap yönteminin çok sayıda örnek üzerinde uygulanması ile enerji performansı değerlendirmesinde yöreye ait özelliklerin sonuçlara etkisi net olarak belirlenmeli ve gerekli görülen düzenlemeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Directive on Energy Performance of Buildings, 2002/91/EC, Brüksel, 2002.
2. EN 15193 Energy Performance of Buildings-Energy Requirements for Lighting, 2006.
3. BEP-TR Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi, Ek 05-Aydınlatma, 07 Aralık 2010 Perşembe, Resmi Gazete, Sayı: 27778, 2010.
4. Berköz, E., Küçükdoğu, M.Ş., v.d., Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak Intag 205, 1995
5. BEP-TR Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi, Ek 07-Referans Bina Belirleme, 07 Aralık 2010 Perşembe, Resmi Gazete, Sayı: 27778, 2010.