

BİNALARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Alpin Köknel YENER
alpin.yener@itu.edu.tr

Faruk UYAN
uyan@itu.edu.tr

Feride ŞENER
fsener@itu.edu.tr

İTÜ Mimarlık Fakültesi
Taşkışla, Taksim, İstanbul, 34437

Anahtar sözcükler: Sürdürülebilirlik, Enerji Sertifika Programları, Aydınlatma

ÖZET

Mimarlıkta sürdürülebilirlik kavramı, enerji kaynaklarının bilinçli tüketilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye saygılı yaklaşımları kapsamaktadır. Binaların sürdürülebilirliklerini değerlendirmek amacıyla birçok sistem geliştirilmiştir. Bu sistemler, belirlenen ölçütlere göre binaların çevreye olan etkilerini ve enerji tüketimlerini değerlendirerek puanlandırır, bu puanlama sonunda binaları sertifikalandırarak, mimari çevreyi bu ölçütler bağlamında şekillendiren modellerdir. Bu çalışma kapsamında dünyada kullanılan çeşitli bina sertifikalandırma modelleri tanıtılarak, bu modellerde aydınlatma sistemleri ile ilgili ölçütler incelenmekte, tüm sistem içinde aydınlatmaya ilişkin ölçütlerin ağırlıkları ve bu ölçütlerin ele alınma biçimleri karşılaştırılarak sonuçlar tartışılmaktadır.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu'na göre; "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılamak" olarak tanımlanmaktadır [1]. Bu tanım, tüm alanlarda enerji kaynaklarının bilinçli tüketilmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını ve çevreye saygılı yaklaşımların gerekliliğini de ifade etmektedir. Binalarda tüketilen enerji miktarının ve buna bağlı CO₂ emisyonlarının azaltılması, bina tasarımında enerji etkinlik ölçütlerinin temel alınması ile olanaklıdır. Aydınlatma amacıyla tüketilen enerji toplam enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturmakta ve yaklaşık olarak dağılımı konutlarda %28, servis sektöründe % 48, endüstride % 16 ve

dış aydınlatmada %8 olarak verilmektedir [2]. Günümüzde, binalarda enerji verimliliği çalışmaları kapsamında enerji tüketimini azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmek ve sürdürülebilir gelişmeyi sağlamak amacıyla çeşitli sertifikalandırma modelleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada, farklı ülkelerde kullanılmakta olan değerlendirme modelleri kısaca tanıtılarak aydınlatma sistemlerinin değerlendirilmesi açısından tartışılmaktadır.

2. BİNA SERTİFİKALANDIRMA MODELLERİ

Binaların çevresel etkilerinin ve sürdürülebilirliklerinin değerlendirilmesini, bu değerlendirmeye bağlı olarak sertifikalandırılmasını, böylece sürdürülebilir bina tasarımına dikkat çekerek olumsuz çevresel etkilerin

azaltılmasını hedefleyen çeşitli modeller geliştirilmiştir. Binaların sürdürülebilirliklerini tasarım ve yapım sonrası aşamalarda değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş olan bu sistemler, geliştirildikleri ülkelerin içinde bulunduğu koşullara ve yasal mevzuata uygun olarak düzenlenmiştir. Farklı ülkelerde binaların sertifikalandırılması amacıyla yaygın olarak kullanılmakta olan LEED, CASBEE ve BREEAM modellerine ilişkin incelemeler aşağıda yer almaktadır.

2.1. LEED Değerlendirme Modeli

ABD Yeşil Binalar Konseyi tarafından 1998’de hazırlanan LEED Modeli, binalarda sürdürülebilirliğin insan ve çevreye olan duyarlılıkla ilgili olması prensibine dayanan sürdürülebilir yerleşim yeri tasarımı, suyun etkin kullanımı, enerji etkinlik, doğa ile dost malzeme seçimi ve iç hava kalitesi ölçütlerini temel alan bir yapı üzerine şekillendirilmiştir [3]. Bu sistemde, tasarlanan yapma çevrelerin farklılaşan gereksinimlerine cevap verebilmek amacı ile bina tipolojilerine göre gruplandırma gerçekleştirilmiş ve yapılacak sertifikalandırma için yeni yapılar, mevcut yapılar, ticari mekanlar, kabuk – çekirdek, okullar, satış yapılan mekanlar, sağlık yapıları, konutlar, kentsel gelişim alanları olmak üzere 9 farklı seçenek sunulmuştur. Her tipoloji için oluşturulan değerlendirme sisteminde yapının sertifikalandırılabilmesi için gereken puanlar birbirinden farklı olup, ölçütlerin her biri için belirli bir değer bulunmaktadır. Tablo 1’de, yeni yapılan binaların değerlendirilmesi için düzenlenmiş sistemin puan aralıkları örnek olarak verilmiştir. Toplam 69 puan üzerinden

gerçekleştirilen bu değerlendirmede, sağladıkları puanlara göre binalara aşağıdaki dereceler verilmektedir:

- Leed Sertifikası: 29-32 puan
- Gümüş Düzey: 33-38 puan
- Altın Düzey: 39-51 puan
- Platin Düzey: 52-69 puan

Tablo 1. Yeni yapılar için düzenlenmiş LEED sisteminde konulara bağlı puanlar ve yüzdeleri

BÖLÜMLER	PUAN	YÜZDE %
Sürdürülebilir yerleşim yeri tasarımı	14	20
Suyun etkin kullanımı	5	7
Enerji etkinlik	17	25
Malzeme seçimi	13	19
İç hava kalitesi	15	22
Tasarım – yenilik	5	7
TOPLAM	69	100

Sistemdeki ölçütler için belirtilen özelliklerin karşılanması durumunda, bina o ölçüte ilişkin puanı alabilmektedir. Toplamda elde edilen puanlar, binanın LEED puanını oluşturmaktadır. Puanların yanı sıra bazı ölçütlerde “gerekli” ibaresi de yer almakta ve bu koşulun sağlanamaması halinde sertifikalandırma gerçekleştirilememektedir.

2.2. CASBEE Modeli

İlk kez 2002 yılında “Japonya Bina Çevre ve Enerji Koruma Enstitüsü (IBEC)” tarafından yayınlanan ve “Japon Yeşil Binalar Konseyi (JGC)” ile “Japon Sürdürülebilir Binalar Konsorsiyumu (JSBC)” tarafından

desteklenen, binaların çevresel etkinliğini değerlendiren bir sertifika programıdır [4]. 2002 yılından itibaren; Konutlar, Yeni Yapılar, Mevcut yapılar, Yenileme, CASBEE for HI (Heat Island) ve Kentsel Gelişim başlıkları altında farklı versiyonlar olarak yayınlanmıştır. CASBEE yapısı, Q (yapının çevresel kalitesi) ve L (yapının çevresel yükleri) olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirmektedir. Bu iki ana başlık altındaki her bir ölçüt 5 puan üzerinden puanlandırılmakta ve sahip olduğu ağırlık katsayısıyla genel puanlandırmaya katılmaktadır. Böylece elde edilen Q ve L puanlarının oranı aşağıdaki formül ile yapının BEE puanını ifade etmektedir.

$$BEE = Q (\text{Yapının Çevresel Kalitesi}) / L (\text{Yapının Çevresel Yükleri}) = 25 \times (Q \text{ Puanı}-1) / 25 \times (5- L \text{ Puanı})$$

Elde edilen BEE puanına göre yapılara aşağıdaki dereceler verilmektedir:

- C (Çok düşük), BEE=0.5 altı
- B-(Düşük), BEE=0.5 ~ 1.0
- B+ (İyi), BEE=1.5 ~ 1.0
- A (Çok iyi), BEE=1.5 ~ 3.0
- S (Mükemmel), BEE=3.0 ve üstü ve Q puanı = 50 ve üstü

CASBEE’de yer alan değerlendirme kategorileri ve sistemdeki puan yüzdeleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. CASBEE sisteminde konulara bağlı puan yüzdeleri

BÖLÜMLER	Yüzde %
Q1 İç mekan çevresel şartlar	Q puanının %40
Q2 Servis kalitesi	Q puanının %30
Q3 Dış çevre şartları	Q puanının %30
L1 Enerji	L puanının %40
L2 Kaynak ve Malzemeler	L puanının %30
L3 Yerleşim dışı çevresel şartlar	L puanının %30
TOPLAM	100

2.3. BREEAM Modeli

İngiltere’de British Research Establishment tarafından geliştirilmiş olan BREEAM değerlendirme yöntemi, tek binaların ve yerleşmelerin çevresel etkilerinin tasarım aşamasında veya yapım sonrasında belirlenebilmesi için kullanılmaktadır [5]. Yöntem yeni teknolojilere göre güncellenmekte, yeni binalar, yenilenen binalar ve ek binalar BREEAM tarafından değerlendirilebilmektedir. 2008 yılında güncellenmiş durumuyla BREEAM; ofis, eğitim, endüstri, sağlık, satış, hapishane ve adalet binaları için uygulanabilen aşağıda verilmiş olan 9 kategoride değerlendirme yapabilmektedir. Tablo 3’de bu bölümlere ilişkin puanlar ve tüm sistem içindeki yüzdeleri verilmektedir.

Tablo 3. BREEAM sisteminde konulara bağlı puanlar ve yüzdeleri

BÖLÜMLER	Puan	Yüzde %
Yönetim	10	12
Sağlık ve konfor	14	15
Enerji	21	19
Ulaşım	10	8
Su	6	6
Malzeme	12	12.5
Atık	7	7.5
Arazi kullanımı ve ekoloji	10	10
Kirlilik	12	10
TOPLAM	102	100

30 puanın altındaki binalar değerlendirme dışı bırakılmakta ve düzeyler aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

- Geçer: 30-44 puan
- İyi: 45-54 puan
- Çok iyi: 55-69
- Mükemmel: 70-84
- Seçkin: 85 üzeri

3. ELE ALINAN MODELLERDE AYDINLATMAYA İLİŞKİN ÖLÇÜTLER

Bu bölümde yukarıda kısaca tanıtılan sertifikalandırma modelleri, binalarda aydınlatma sisteminin değerlendirilmesine ilişkin ölçütler açısından ele alınarak incelenmiştir.

3.1. LEED Aydınlatma Sistemi Ölçütleri

LEED programında bulunan aydınlatma konuları, ışık kirliliğinin minimuma indirgenmesi, aydınlatma sistemlerinin kontrolü, günışığından en etkin şekilde yararlanma ve dış

görüş başlıkları altında incelenmiştir ve bu başlıklar, bina tipolojilerinin değişen aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarına göre farklı oranlarda kredilendirilmiştir. Örneğin konutlar için hazırlanan sistemde aydınlatma bölümünün ağırlığı %3 iken ticari yapılarda bu değer % 15'e ulaşmaktadır. LEED sistemleri altında aydınlatma ile ilgili ölçütler aşağıda verilmiştir.

Işık Kirliliğinin Azaltılması: Bu ölçüt LEED'de tüm tipolojiler için yer almakta ve ışık kirliliğinin azaltılmasına yönelik öneriler içermektedir. Sürdürülebilir çevreler ana başlığı altında yer alan bu ölçüt, gece gökyüzünün görünür olmasını sağlamak için kamaşmanın engellenmesi ve iç mekandaki ışık kaynaklarının bina dışına ışık kaçırmaması durumunun denetlenmesi temeline dayanmaktadır. İstenen koşulların sağlanması 1 puan değerindedir. Dış mekanlar bu maddede karanlık alanlar (park ve kırsal alanlar), düşük derecede aydınlatılan alanlar (konut çevreleri), orta derecede aydınlatılan alanlar (ticari, endüstri) ve yüksek derecede aydınlatılan alanlar (kent meydanları) olmak üzere 4 bölgede incelenmektedir. Bu bölgelere ilişkin aydınlatma ölçütleri ele alınırken güvenlik aydınlatmasından ödün vermeksizin dış aydınlık düzeylerinin minimum olması gerektiği vurgulanmakta ve ASHRAE/IESNA 90.1-2004 standardındaki dış aydınlatma ölçütlerinin sağlanması gerekmektedir [6]. Ticari yapılar gibi prestij binaları için dış cephe aydınlatmasının veya iç aydınlatmanın dış mekana etkisinin ışık kirliliğine yol açmaması hedefine yönelik olarak

tasarlanmış aydınlatma aygıtlarının kullanılması önerilmektedir.

Aydınlatma Sistemlerinin Tasarımı ve Kontrolü: İç mekan fiziksel çevre kalitesi ana başlığı altında yer alan bu bölümde yüksek düzeyde bir aydınlatma kontrol sisteminin gerekliliği üzerinde durulmaktadır ve 1 puan olan krediyi elde etme koşulu, aydınlatma elemanlarının en az %90'ının kullanıcı tarafından kontrol edilebiliyor olmasını sağlamaktır. Çok işlevli mekanlarda kullanıcıların aydınlatma sistemine müdahale edebiliyor olması gerekliliğine değinilmekte, harekete duyarlı sensörlerin kullanılması önerilmektedir. Eğitim binaları gibi farklı işlevlere cevap veren yapılarda idari kısımlarının en az %90'ında kullanıcıya bağlı aydınlatma kontrolü önerilirken derslik hacimlerinde ise farklı senaryolara hizmet edecek bir aydınlatma sisteminin tasarlanması gerektiği belirtilmektedir.

Güneşli ve Manzara, %75 Görüş: Kullanıcıların hacimde, dış ortam ile görsel temas kurabilmesi ve binaya güneşli alınmasını değerlendiren ölçüttür, iç mekan fiziksel çevre kalitesi ana başlığı altında yer almaktadır. Kullanılan mekanların %75'inde yaklaşık 250 lux değerinde güneşli aydınlığının öngörülmesi halinde bu bölümden 1 puan alınabilmektedir. Aydınlatma simülasyonunun açık gök koşullarında ekinoks tarihinde, döşemeden 76 cm yüksekte bulunan çalışma düzleminde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Güneşli'nin bina içerisine alınması sırasında güneşli'ni yönlendirici ve kamaşmayı önleyici sistemlerin dikkate alınması önerilmektedir.

Güneşli stratejileri arasında; yönlendirme, bina aralıkları, gölgelendirme elemanları, aydınlık düzeyine duyarlı sensörler ile kontrol konuları yer almakta ve bilgisayar ile gerçekleştirilen hesaplamalarının önemi vurgulanmaktadır.

Güneşli ve Manzara, %90 Görüş: Bu ölçüt, hacimlerden %90 oranında dış görüş sağlanıyor olması durumunu ele almaktadır. Planlamanın bu şekilde olması durumunda, 1 puan alınabilmektedir. Güneşli ve dış görüşün sürdürülebilir bina tasarımıdaki önemi vurgulanarak gölgeleme elemanları kullanımının ve foto sensörler ile aydınlatma kontrolünün gerekliliğine bu başlık altında yer verilmiştir.

Aydınlatma Enerjisi: Ticari Mekanlar için hazırlanan puanlandırma sisteminde Enerji ve Atmosfer bölümü altında yer alan bu başlık, aydınlatma enerjisi ihtiyacının konfor koşullarından ödün verilmeksizin minimize edilmesini amaçlamaktadır. Mekanların istenen düzeyde aydınlatılabilmesi için gerekli olan aydınlatma enerjisinin hesaplanmasında kullanılan ASHRAE/IESNA 90.1 - 2004 Standardı Aydınlatma Enerjisi Hesap Yöntemine göre sağlanan değerlerin % 15 azaltılması 1 puan, % 25 azaltılması 2 puan ve % 35 azaltılması ise 3 puan olarak değerlendirilmektedir [6].

Enerji Performansının Optimize Edilmesi-Aydınlatma Kontrolü: Enerji ve Atmosfer başlığı altında yalnızca ticari mekanlar için hazırlanan puanlandırma sisteminde değinilen aydınlatma kontrolü ile ilgili bu ölçütte, pencereye 4,5 m uzaklıkta

bulunan bölgede ve çatı ışıklıklarının altlarında günışığına duyarlı sensör sistemlerinin kurulması durumunda 1 puan kazanılmaktadır.

Güneşe Yönlenme: Yeşil Binalar ve Yapı Bileşenleri başlığı altında, Kentsel Geliştirme alanlarının değerlendirilmesine yönelik olarak hazırlanan bu maddede binaların enerji etkin olarak tasarlanabilmesinde yönlenmenin önemi üzerinde durulmuş ve güneye yönelmiş cephelerin yapılan hesaplama veya simülasyonlarla 21 Aralık tarihinde %25'den fazla gölgelenmemesi gerektiği belirtilmiştir. Bu ölçüt 1 puan değerindedir.

Konutlar Kategorizasyonu'nda, Yenilik ve Tasarım başlığı altında yer alan bu ölçüt, güneye yönelmiş cephelerden aydınlatma ve ısıtma amacına yönelik olarak faydalanılabilmesi ve yaz koşullarında kontrol sağlanmasına yönelik bir tasarımın gerçekleştirilmesi konusunu ele almaktadır. Bu nedenle güney cephelerin en az % 90'ının 21 Haziran'da tamamen gölgeli ve 21 Aralık'da ise tamamen gölgesiz olması durumunun yapılan hesaplama veya simülasyonlarla ispatının sağlanması koşulu ile 1 puan alınabilmektedir.

3.2. CASBEE Aydınlatma Sistemi Ölçütleri

CASBEE'nin tümü içinde aydınlatma ile ilgili konu başlıkları aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Günışığı: Bu konu "Q1. İç mekan çevresel şartları" bölümünde, Aydınlatma başlığı altında yer almaktadır. Günışığı faktörü,

açıklıkların yönleri ve günışığı elemanları alt başlıklarını içermektedir ve toplam Q puanının %3'ünü etkilemektedir. Günışığı faktörünün, ofis, okul, hastane, otellerin genel mekanlarında %2,5'in üzerinde olması durumunda 5 puan üzerinden tam puan alınabilmektedir. Hastane ve otellerde yatak odalarında bu değer %1,25 iken, konutlarda %2,0 değeri önerilmektedir. Günışığı faktörünün, pencere boyutlarına ve hesap noktasının pencereye uzaklığına bağlı olarak hesaplanabilmesi için geliştirilmiş grafikler verilmektedir.

Yalnızca apartmanlarda yapılan bir değerlendirmede ise açıklıkların yönleri kontrol edilmekte, yapının güney penceresi yoksa 1, güney penceresi varsa 3 ve hem güney hem de doğu penceresi varsa bu bölümden 5 puan alınmaktadır.

Işık rafları, ışık tüpleri, jaluzi ve fiber optik sistemlerin yapıda kullanımını değerlendiren günışığı elemanları başlığında; günışığı elemanı yoksa 3, birden çok günışığı elemanı varsa 5 puan alınmaktadır. Yalnızca ofis, okul ve fabrikalarda bir günışığı elemanına 4 puan verilmektedir.

Kamaşma Kontrolü: Aydınlatma başlığı altında, aygıtlardan ve güneş ışığından kaynaklanan kamaşmanın önlenmesini değerlendiren bu başlığın Q puanındaki ağırlığı %3' tür. Aydınlatma aygıtlarından kaynaklanan kamaşmanın kontrolünde; yatay bakış doğrultusunda ışık kaynağının görüş alanına girmesi ve aydınlatma aygıtının kamaşmayı engellememesi 1 puan, yatay bakış doğrultusunda ışık kaynağının görüş alanına girmemesi ve aydınlatma aygıtının kamaşmayı

önlemesi 3 puan, aydınlatma aygıtında kamaşmayı önleyen ışık yansıtıcı veya yaygınlaştırıcı elemanlar kullanılması durumunda 5 puan verilmektedir.

Günişliği kontrolü bölümünde, günişliğin iç mekana kontrollü bir şekilde alınması değerlendirilmekte, bu değerlendirme yapının orijinal hali için gerçekleştirilmekte, kullanıcıların sonradan eklediği elemanlar göz ardı edilmektedir. Yapıda güneş kontrolü bulunmaması durumunda 1 puan; perde, gölgelik ve saçak gibi elemanlarla kontrol durumunda 2, 3 veya 4 puan ve otomatik kontrollü güneş kontrol araçlarının kullanılması durumunda ise bu bölümden 5 puan alınmaktadır.

Aydınlık Düzeyleri: Farklı kullanım alanları için gerekli aydınlık düzeylerinin verildiği bu bölüm Q puanının %1,5'luk kısmını oluşturmaktadır. Bu bölümde verilen aralıklar kullanım alanlarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin ofis, fabrika ve hastane muayene odalarında puanlandırma 500lux – 1500lux arasında iken okullarda 400lux – 1000lux arasındadır. Konutlarda sadece 100lux altına 1 puan ve 100lux üstüne 3 puan verilmektedir. Hastanelerde bekleme odası ve hasta odalarında 150 lux altına 1 puan ve 150 lux üstüne 3 puan verilmektedir.

Yine bu başlık altındaki aydınlatmanın düzgünlüğü bölümünde, hacimlerde aydınlatmanın düzgün dağılımı ve çalışma düzlemi ile hacimdeki genel parlıltı düzeylerinin oranlarına göre 5 puan üzerinden değerlendirme yapılmaktadır.

Aydınlatma Kontrolü: Binadaki aydınlatma kontrol sisteminin ayrıntılı olması durumunun değerlendirildiği bu bölüm, toplam Q puanının %2,5'una etki etmektedir. Binada aydınlatma kontrolü yoksa 1 puan, basit bir aydınlatma kontrolü varsa 3 puan ve detaylı bir aydınlatma kontrolü varsa 5 puan verilmektedir.

Doğal Işığın Kullanımı: “L1. Enerji” ana başlığı altında, “L1.2.Doğal enerjinin kullanımı” başlığı ve bunun alt konusu olan “doğal enerjinin direkt kullanımı”, toplam L puanının %4'ünü oluşturan, doğal enerjinin doğrudan kullanımı başlığı altındaki 4 konudan biridir ve böylece toplam L puanında %1'lik ağırlığa sahiptir. Binaların, ışık rafı, çatı ışıklığı, yüksek pencereler gibi doğal ışığı doğrudan kullanan sistemlere sahip olması, binaya bu puanı kazandırmaktadır.

Aydınlatma Sistemleri: “L1. Enerji” ana başlığında “L1. Yapının servis sistemlerinin etkinliği” başlığı altındaki bu konu; bina aydınlatma sisteminin, Japonya'daki enerji korunumu yasasında yer alan, aydınlatma sistemlerinin enerji kullanımı için öngörülen değerlerin içinde kalabilmesini değerlendirmektedir [7]. Bu değerlendirmeye ek olarak, binadaki aydınlatma sisteminde kullanılan elemanlar hakkında bilgi verilmesi ve bu yolla yanlış kullanımdan doğacak kayıpların önüne geçilmesi de önerilmektedir. Bu konu, toplam L puanının %3,4'lük kısmını oluşturmaktadır.

Işık Kirliliği: “L3.3 Çevresel etkiler” başlığı altındaki ışık kirliliği bölümü toplam L puanının %1,98'lik kısmını oluşturmaktadır. Dış aydınlatmanın ve

içeriden kaçan ışığın değerlendirilmesinde, Japonya Çevre Bakanlığının yayınladığı “Light Pollution Countermeasure Guidelines” isimli yayında verilen gereksinim listesindeki ölçütlerin karşılanmasına bağlı olarak puanlama yapılmaktadır [8].

Bu başlıktaki bir diğer değerlendirme ise, güneş ışığının binaların cepheleri tarafından çevre binalara kontrolsüz şekilde yansıtılması ile ilgilidir. Bina cephesinden yansıyan güneş ışığının çevre binaları büyük ölçüde etkilemesi 1 puan, büyük ölçüde etkilememesi 3 puan ve hiç etkilememesi 5 puan değerindedir.

3.3. BREEAM Aydınlatma Sistemi Ölçütleri

Ofis, eğitim, endüstri, sağlık, satış, hapishane ve adalet binaları için uygulanabilen versiyonlarda yer alan aydınlatma sistemine ilişkin değerlendirme ölçütleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Günişliği: Sağlık ve konfor ana başlığı altında yer almaktadır, her hacmin % 80’inde yeterli günişliği sağlanıyorsa 1 puan alınabilmektedir. Yeterli günişliğinin sağlanması %2 Günişliği Faktörü ve 0.4 düzgünlük (minimum Günişliği Faktörü %0.8) olarak tanımlanmaktadır. Çatı ışıklıklarında bu değerler minimum Günişliği Faktörü %1.7 ve düzgünlük 0.7 olarak verilmektedir. Günişliği Faktörü, CIE Kapalı Gök Koşulları’nda hacimde ele alınan bir noktada gerçekleşen günişliği aydınlığının dış aydınlık düzeyine oranı olarak tanımlanmaktadır. Yeterli günişliği sağlanmasının bir başka ölçütü ise %2 Günişliği Faktörü ve çalışma düzleminden

gökyüzünün görülmesi ve uygun hacim derinliğinin sağlanması gerekmektedir. Maksimum hacim derinlikleri, hacim genişliği, pencere üst kenarının yerden yüksekliği ve hacmin arka bölümünün ortalama ışık yansıtma katsayısına bağlı olarak verilmiştir.

Dış görüş: Sağlık ve konfor ana başlığı altında yer almaktadır, yeterli dış görüş varsa 1 puan alınabilmektedir. İlgili alanların dış görüş sağlayan pencereye en fazla 7m uzaklıkta olması ve saydamlık oranının minimum %20 değerini sağlaması olarak tanımlanmaktadır.

Kamaşma kontrolü: Kullanıcı tarafından kontrol edilebilir gölgelemenin sağlanması 1 puan değerindedir.

Yüksek frekanslı aydınlatma: Yüksek frekanslı balastların kullanılması 1 puan değerindedir ve bu koşul, değerlendirmenin yapılabilmesi için mutlaka sağlanması gerekli bir koşuldur.

İç ve dış aydınlık düzeyleri: Görsel konfor sağlanması için CIBSE Code for Lighting 2004’de önerilen değerlerin sağlanması gereklidir ve bu durumda 1 puan alınabilmektedir [9].

Aydınlatma alanları ve kontrolü: Aydınlatma kontrolünün alanlara bölünmüş olması ve kullanıcılar tarafından yapılabilmesi 1 puan değerindedir. Ofis binalarında sirkülasyon ile çalışma alanlarının ayrılmış olması, en fazla 4 çalışma masasına kadar bağımsız kontrol edilebilen alanların oluşturulması, pencere kenarı ile diğer alanların

ayrılması, konuşmacı ve dinleyici alanlarının ayrılması, okullarda dersliklerde öğretmen tarafından manuel kontrol olanağı sağlanması gerekmektedir.

Dış aydınlatma: Enerji etkin aydınlatma sistemi ve günışığı duyarlı kontrol sisteminin bulunması 1 puan olarak değerlendirilmektedir. Bina dışı alanların ve otoparkların aydınlatılmasında kullanılan lambaların renk sıcaklıklarına bağlı olarak önerilen minimum etkinlik değerlerini sağlaması gerekmektedir.

Işık kirliliğinin azaltılması: Kirlilik başlığı altında dış aydınlatmanın ışık kirliliğine neden olmaması 1 puan değerindedir. Dış aydınlatma tasarımının Lighting Engineers (ILE) Guidance notes for the reduction of obtrusive light, 2005 kaynağına uygun tasarlanması gerekmektedir. Güvenlik dışındaki dış aydınlatma 23.00-07.00 saatleri arasında kapatılmalıdır [10].

BREEAM modelinde yukarıda açıklanan ölçütlerde doğrudan aydınlatma sistemine ilişkin değerlendirmeler yapılırken, bazı başlıklar altında tüm binaya ilişkin koşul verilmekte, ancak aydınlatma sistemi tasarımı da bu puanlamayı etkilemektedir. Aşağıda bu maddeler kısaca açıklanmaktadır.

CO₂ emisyonu düşürülmesi: Enerji başlığı altında toplam 15 puan değerindeki bu ölçütte ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su temini ve aydınlatma amaçlı enerji tüketiminde ortaya çıkan karbon-dioksit emisyonlarının sıfır olması gerekmektedir. Alınacak puanın belirlenmesi binaların CO₂ emis-

yonlarının (EPC Rating) Energy Performance Certificate (EPC) ile karşılaştırılması ile belirlenmektedir. CO₂ emisyonu sıfır ise 15 puan alınabilmektedir.

Enerji tüketiminin bağımsız ölçülmesi: Enerji tüketen sistemlerin ayrı sayaçlara bağlanarak değerlendirilmesinin sağlanması gerekmektedir, 1 puan değerindedir.

Düşük veya sıfır karbon teknolojileri: Karbon emisyonlarının düşürülmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması sağlanmalıdır, 3 puan değerindedir.

Asansörler: Asansörlerin enerji etkin tasarlanması gerekmektedir, enerji etkin lambaların kullanımı da bu ölçütün bir bölümünü oluşturmaktadır, 2 puan değerindedir.

4. ELE ALINAN MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI VE AVRUPA BİRLİĞİ STANDARTLARI

Yukarıda ABD, İngiltere ve Japonya'da geliştirilmiş olan değerlendirme modellerinde aydınlatma sistemlerinin ele alınma biçimine ilişkin kısa bilgilere yer verilmiştir. Bu bilgiler incelendiğinde genel olarak aşağıdaki başlıkların her modelde yer aldığı görülmektedir.

- Çevresel etkiler açısından ışık kirliliğinin azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması
- Aydınlatma sistemlerinin tasarımında CO₂ emisyonlarının düşürülmesinin hedeflenmesi
- Nicelik ve nitelik olarak istenen değerlerin gerçekleştirilerek görsel konfor koşullarının sağlan-

ması (gerekli aydınlık düzeyi, aydınlığın düzgün dağılımı, kamaşma kontrolü)

- Güneş ışığının etkin kullanılması
- Dış görüşün sağlanması
- Güneş ışığı veya kullanıcı duyarlı kontrol sistemlerinin kullanılması.

Bu değerlendirme modellerinde toplam puanlama içinde aydınlatma sistemine ilişkin puanların ağırlıkları ve modellerin konuya yaklaşım biçimi değişebilmektedir. Ele alınan modellerde aydınlatmaya ilişkin puanların ağırlıkları Tablo 4’de yer almaktadır. Tabloda yer alan puanlar LEED’de yeni binalar modeli, CASBEE’de ofis, okul, satış, hastane, otel, fabrika ve apartman tipolojileri, BREEAM’de ofis, eğitim, endüstri, sağlık, satış, hapishane ve adalet binaları için uygulanabilen modeller esas alınarak verilmiştir.

Tablo 4. Değerlendirme modellerinde aydınlatmaya ilişkin puanlar ve yüzdeleri

	Toplam puan	Aydınlatmaya ilişkin puan	Yüzde %
LEED	69	4	5.8
BREEAM	102	8	7.8
CASBEE	Q: 100 L: 100	Q: 10 L: 6.4	8.2

Değerlendirmelerde görsel konfor koşullarının minimum enerji harcanarak sağlanması, böylece sürdürülebilirlik bağlamında çevresel etkilerin minimuma indirilmesi temel alınmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde, aydınlatma sistemlerinin değerlendirilmesi EN 12464 “Light and lighting of workplaces: Part1-Indoor workplaces” ve EN 15193 “Energy performance of buildings-

Energy requirements for lighting” de tanımlanan koşullara dayandırılmaktadır [11,12]. EN 12464 standardı işleve ve görsel işin türüne bağlı olarak aydınlık düzeyi değerleri, kamaşma kontrolü, renksel geriverim gibi niceliksel ve niteliksel gereksinimlere yer vermektedir. EN 15193 standardında ise aydınlatma enerjisi tüketimine ilişkin ölçüt olarak LENI değeri tanımlanmaktadır. Bu değer, binalarda birim alana düşen yıllık toplam aydınlatma enerjisi tüketiminin miktarıdır ve sertifikalandırma amacıyla kullanılabilir. Bu değer belirlenmesinde yapma aydınlatma sistemine ilişkin değişkenlerin yanı sıra, hacimlerde gerçekleşen güneş ışığı miktarı da hesaba katılmakta, dış engeller, cephe özellikleri, hacim özellikleri, pencere veya çatı ışıklığına ilişkin özellikler gibi değişkenlerin aldıkları değerler göz önünde bulundurulmaktadır. Böylece aydınlatma sisteminin yükü doğal ışık kullanımına bağlı olarak belirlenmektedir.

5. SONUÇ

Sürdürülebilir binaların tasarlanması amacıyla, aydınlatma sistemlerinin görsel konfor koşullarını sağlayacak ve enerji tüketimini en aza indirecek biçimde tasarlanmaları gerekmektedir. Mimarların, tasarımlarını enerji etkin ölçütleri temel alarak gerçekleştirebilmeleri bina tasarımı sürecinde çeşitli ölçeklerde alınan kararlara bağlı olarak enerji tüketiminin ve çevresel etkilerin belirlenmesiyle olanaklıdır. Bina sertifikalandırma sistemleri gerek tasarım aşamasında bu değerlendirmeyi gerçekleştirerek tasarımın yönlendirilmesi için, gerekse mevcut

binaları değerlendirerek enerji etkinlik açısından gerekli düzenlemelerin yapılması için kullanılabilmektedir. Binalarda aydınlatma sistemine ilişkin değerlendirmeler coğrafik, meteorolojik ve ekonomik birçok etkeni göz önüne alarak, aydınlatma sistemlerinin tasarımında geleceğe yönelik olarak enerji tüketiminin azaltılmasını, günışığının etkin kullanımını, aydınlatma kontrolünün sağlanmasını, niceliksel ve niteliksel gereksinimlerin karşılanmasını sağlamayı hedeflemelidir.

KAYNAKLAR

1. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu, Brundtland Raporu, 1987.
2. IEA Annex 45, 2006.
3. LEED-Leadership in Energy and Environmental Design
<<http://www.usgbc.org/>>
4. CASBEE-Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>
5. BREEAM-Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<<http://www.breeam.org/>>
6. ASHRAE/IESNA 90.1-2004 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, 2004.
7. Institute of Building Environment and Energy Conservation, Energy Saving Standards and Calculation Methods for Buildings, Japan, 1999.
8. Ministry of the Environment, Government of Japan, Light

Pollution Countermeasure Guidelines (Rev. Ed.) 2006.

9. CIBSE Code for Lighting 2004, Londra.
10. Lighting Engineers (ILE) Guidance notes for the reduction of obtrusive light, 2005.
11. EN 12464 Light and Lighting of Workplaces: Part1 - Indoor Workplaces, 2002.
12. EN 15193 Energy Performance of Buildings - Energy Requirements for Lighting, 2006.