



EĞİTİM YAPILARI TASARIM KILAVUZLARI BAĞLAMINDA DERSLİKLERİN GÖRSEL KONFOR VE ENERJİ KULLANIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF CLASSROOMS IN TERMS OF VISUAL COMFORT AND ENERGY USE IN THE CONTEXT OF EDUCATIONAL BUILDINGS DESIGN GUIDELINES

Kasım ÇELİK*
Rengin ÜNVER**

Öz

Eğitim binalarının konforunu arttırmaya yönelik pek çok ülkede ilgili bakanlıklar, yerel yönetimler, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda okullar için çeşitli konulara yönelik tasarım kılavuzları, eylem planları, öğrenci ve öğretmenlere yönelik eğitim programları ve değerlendirme sistemleri oluşturulmuştur. Söz konusu kılavuzlarda mekan özellikleri, mekanlara yönelik tasarım önerileri, sağlanması gereken konfor koşulları (görsel, işitsel ve ısısal konfor) ve enerji kullanımı gibi pek çok alanda tasarımcılara yol göstermeyi amaçlayan bilgiler bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan “Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu”nda görsel konfor koşulları için yapılan öneriler doğrultusunda İstanbul’da yapılması planlanan bir okul binasının mevcut ve öneri durumlarını yapay aydınlatma ve enerji kullanımı açısından değerlendirmektir. Ayrıca, değerlendirme sonucunda tasarım kararlarının görsel konfor ve yapay aydınlatma için harcanan enerji açısından ne gibi etkilere yol açtığını ortaya koymak hedeflenmiştir. Elde edilen bulgular eğitim binaları ve benzer özellikteki yapıların aydınlatma tasarımına örnek oluşturması açısından yararlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim Yapıları, Aydınlatma, Tasarım Kılavuzları.

Abstract

In many countries, the ministries, local administrations, universities and non-governmental organizations are working to increase the comfort of educational buildings. In this context, design guidelines, action plans, training programs and evaluation systems for students and teachers were created for school buildings. These guidelines provide information to designers in many areas such as space features, design recommendations, comfort conditions (visual, auditory and thermal comfort) and energy use etc..

The aim of this paper is to evaluate all classrooms of an educational building in Istanbul/Turkey in terms of visual comfort parameters and artificial lighting energy usage in accordance with the suggestions for visual comfort conditions in “Education Buildings Minimum Design Standards Guide”. At the end of the evaluation, it is aimed to reveal the effects of design decisions on visual comfort and energy consumed for artificial lighting. The findings will be beneficial in terms of creating an example for lighting design of educational buildings and similar buildings.

Keywords: Educational Buildings, Lighting, Design Guidelines.

1. GİRİŞ

Yükseköğrenime kadar değişik yaş gruplarındaki öğrenci kitlesine hizmet veren eğitim yapılarının çağın şartlarına ayak uydurması, nitelikli bireylerin yetişmesi açısından önemli bir koşuldur. Türkiye’deki eğitim yapılarının yaklaşık olarak %50’si, 25 yaşın üzerinde olup 20-30 yıl öncesinin mimari yaklaşım ve standartlarına göre oluşturulmuştur. Bu nedenle o günkü koşullarda eğitim tesisleri için yeterli görülen büyüklükler ve mekan özellikleri günümüzde artık yeterli olmamaktadır. Yapılması planlanan binalar eğitim ve öğretimdeki yeni ihtiyaçlara ve teknolojik değişimlere cevap verebilmelidir.

Türkiye Milli Eğitim Bakanlığı 2010 yılında “Eğitim Yapıları Mimari Proje Hazırlanması Genel İlkeleri” başlıklı yayın ile eğitim yapılarının güncellenmesine yönelik olarak bir çalışma başlatmıştır. Daha sonra söz konusu çalışma geliştirilerek 2013 ve 2015 yıllarında yapımı planlanan yeni eğitim tesislerinin tasarımına yön vermesi amacıyla “Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu” adıyla yayına sunulmuştur. Bu kılavuz ile eğitim yapıları için tasarım ölçütlerinin belirlenmesi ve geçmişten gelen sorunların geleceğe aktarılmasının önlenmesi amaçlanmaktadır (Çelik, 2017:103). Bir başka anlatımla,

* Arş. Gör. Dr., Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Adana, kcelik@cu.edu.tr

** Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, İstanbul, runver@yildiz.edu.tr



Türkiye’de yeni yapılacak eğitim tesislerinin, ek binaların veya tadilatı planlanan tüm eğitim yapılarının projelendirilme aşamasında "Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu"na uyulması gerekmektedir. Söz konusu kılavuzda da belirtildiği üzere, eğitim yapıları, kullanıcının fizik ortam koşullarına yönelik konfor koşullarını eksiksiz sağlarken enerjiyi de etkin bir biçimde kullanmalıdır.

Çalışma kapsamında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan "Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu" referans alınarak mekanlarda sağlanması gereken ısısal, görsel ve işitsel konfor koşulları için yapılan öneriler doğrultusunda İstanbul için tasarlanmış bir eğitim yapısının tüm dersliklerinin görsel konfor parametreleri ve yapay aydınlatma enerjisi kullanımı açısından incelenmesi hedeflenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen bulgular bir eğitim yapısının tüm derslik hacimleri için yapay aydınlatma enerji kullanımını ortaya koyacak ve benzer özellikteki yapılara örnek oluşturma açısından yararlı olacaktır.

2. EĞİTİM YAPILARINDA KONFOR

Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2019 verilerine göre ilk, orta ve lise eğitim kurumlarında öğrenim gören öğrenci sayısı yaklaşık olarak 16 milyon, eğitim hizmeti veren bina sayısı ise 55 bindir (Tablo 1). Ülke nüfusunun yaklaşık olarak %20'sinin etkin olarak kullandığı mekanların fiziki konfor koşullarını sağlaması uygun "eğitim ortamları" açısından önemli bir konudur.

Tablo 1: MEB 2017-18 Eğitim-öğretim yılı örgün eğitim istatistikleri.

Dönem	Okul sayısı (İlkokul)	Öğrenci sayısı (İlkokul)	Okul sayısı (Ortaokul)	Öğrenci sayısı (Ortaokul)	Okul sayısı (Lise)	Öğrenci sayısı (Lise)	Toplam (Okul sayısı)	Toplam (Öğrenci)
2017-18 öğretim yılı	24967	5.104.599	18745	5.590.134	11783	5689427	55495	16.384.160

Eğitim binaları çocukların aile dışında yer aldıkları ilk sosyal ortamdır. Bu ortamın titizlikle ele alınarak gerçekleştirilmiş bir tasarım sonucunda fizyolojik ve psikolojik açıdan optimum koşulları sunan bir yapma çevre olması gerekmektedir. Ülkemizde, çoğunlukla tip projelerle gerçekleştirilen ilköğretim okulları iklim, arazi ve yerleşme dokusu gibi farklılıklar nedeniyle her yöre için uygun çözümlerle üretilememektedir.

Öğretici ve öğrenci ilişkisinin kurulabilmesi ve sürdürülmesinde, kişisel niteliklerin yanı sıra fizik ortam özelliklerinin büyük etkisi, dolayısıyla büyük önemi vardır. Bireyler arasında sağlıklı görsel ve işitsel iletişimin kurulabilmesi için çevre -fizik ortam- koşullarının denetlenmesi ve belirli değerlerin sağlanması kaçınılmazdır. Gerekli koşullar oluşturulmadığında, öğrencilerde; algılama yanlışlıkları, anlama güçlüğü, dikkat dağınıklığı, çabuk yorulma, sık hastalanma, sinirlilik, baş ağrısı gibi fiziksel, fizyolojik ve psikolojik olumsuzluklar ortaya çıkar (Ünver, 2015:115). Bu olumsuzlukların önüne geçmek için eğitim yapılarında görsel konfor başta olmak üzere "tüm yapı fiziği öğeleri" açısından konfor koşulları açısından en üst düzeyde ele alınmalıdır. Bu bağlamda Milli Eğitim Bakanlığı son yıllarda yayınladığı "Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzları" ile yeni yapılacak eğitim yapılarının her ihtiyaca cevap vererek, öğrenciler ve öğretmenler açısından uygun eğitim ortamlarının oluşturulmasını amaçlamaktadır.

3. EĞİTİM YAPILARINDA AYDINLATMA

İnsanlar çevrelerini %85 oranında görme yoluyla algırlar. Bu nedenle eğitim yapılarındaki aydınlatmanın temel amacı, görsel işlevlerin hızlı ve kolay bir şekilde anlaşılması için öğrenci ve öğretmenler için uygun ve konforlu bir çevre oluşturmaktır.

Okuma, yazma gibi görsel eylemlerin ağırlıkta olduğu eğitim binalarında görsel konfor koşullarının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Kullanıcılarının büyük bölümü gelişme çağındaki öğrenciler olan ilköğretim binalarında, öğrencilerin göz sağlığının korunması, görsel performanslarının artırılması, öğrenme performanslarının üst düzeyde tutulması ve psikolojik açıdan çevrelerinden hoşnut olabilmeleri için gerekli görsel konfor koşullarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Yener, 2009:106).

Bir eğitim yapısı temelde derslik, laboratuvar, konferans salonu, yönetici odaları, öğretmen odaları, sirkülasyon alanları, ıslak hacimler gibi pek çok değişik işleve sahip mekanlardan oluşur. Bu mekanların görsel konfor açısından başarılı olması mimari tasarım sürecinden başlar. Tasarım aşamasında aydınlatma ile ilgili verilecek doğru kararlar ve uygulanacak doğru sistemler ile görsel konfor koşullarından ödün vermeden yapıların harcayacağı enerji miktarını azaltmak mümkündür. Bu nedenle tasarımcılar için, kılavuz niteliği taşıyan çalışmalar, yapay aydınlatma için harcanan enerjinin etkin olarak kullanılmasında yol gösterici olması açısından gereklidir. Özellikle "eğitim yapıları" gibi gün boyu kullanılan, görsel konforun



üst düzeyde olması gereken mekanlarda amacına uygun aydınlatma sistemlerinin kullanılarak enerji tüketiminin azaltılması özenle üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu nedenle de eğitim ve öğretimin verimi açısından en önemli mekanlar olan dersliklerde doğal ve yapay aydınlatma düzenleri hem iyi görme koşullarını sağlayacak hem de minimum enerji tüketecek biçimde kurgulanmalıdır.

Eğitim yapılarında yer alan mekanlar için gerekli olan aydınlık düzeyleri, eylemlerin türlerine göre farklılaşabilir. Ülkemizde yürürlükte olan "TS EN 12646-1: Işık ve Işıklandırma İş Mahallerinin Aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri" başlıklı standartta eğitim yapılarındaki farklı işlevlere göre aydınlatma açısından sağlanması gereken asgari değerler belirtilmiştir (Tablo 2). Söz konusu standart aracılığıyla dersliklerde oluşturulacak aydınlığın nicelik (aydınlık düzeyi) ve niteliğinin (kamaşma, ışık rengi, aydınlığın dağılımı vb.) yanı sıra iç yüzey malzeme ve donatılarına ilişkin gerekli bilgilere ulaşılabilmektedir.

Tablo 2: Dersliklerde sağlanması önerilen minimum aydınlatma koşulları.

Eylem Türü	Aydınlık Düzeyi (E_{ort} ; lm/m ²)	Kamaşma (UGR)	Aydınlığın dağılımı (U_0 ; E_{min}/E_{ort})	Renksel geriverim (R_s)
Derslikler	300	<19	0,6	80
Tahta (Düşey aydınlık)	500	<19	0,7	80

4. YÖNTEM VE KABULLER

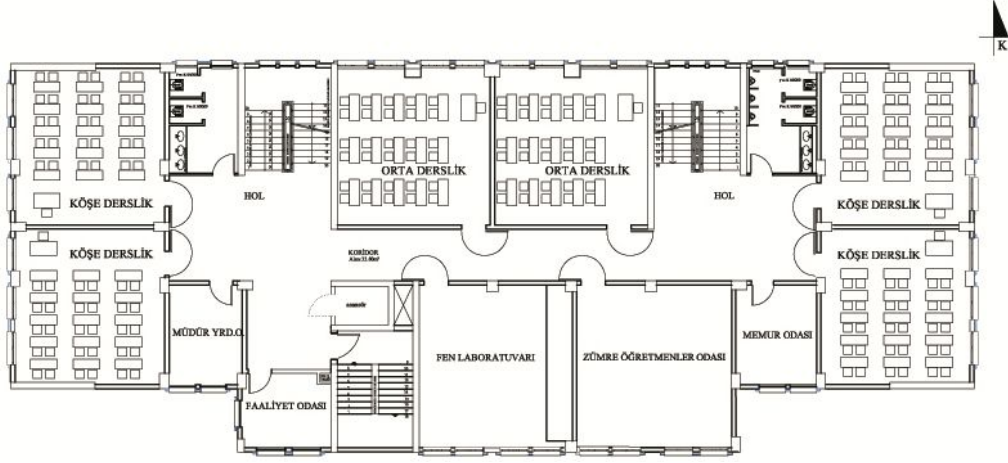
Çalışmada İstanbul için tasarlanmış bir okul binasının tüm dersliklerinin görsel konfor parametreleri ve yapay aydınlatma enerjisi kullanımı açısından incelenmesi hedeflenmiştir. Okul binasına ait mevcut plan ile dersliklerin farklı yönlerde konumlandırıldığı öneri durum, doğal ve yapay aydınlatma performansları ile enerji tüketimi açılarından karşılaştırılmıştır. Öneri durumunda sadece dersliklerin konumu değiştirilmiş, diğer tüm özellikler aynı kabul edilmiştir.

Belirtilen hedef doğrultusunda, çalışmada uygulanan yöntemin adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

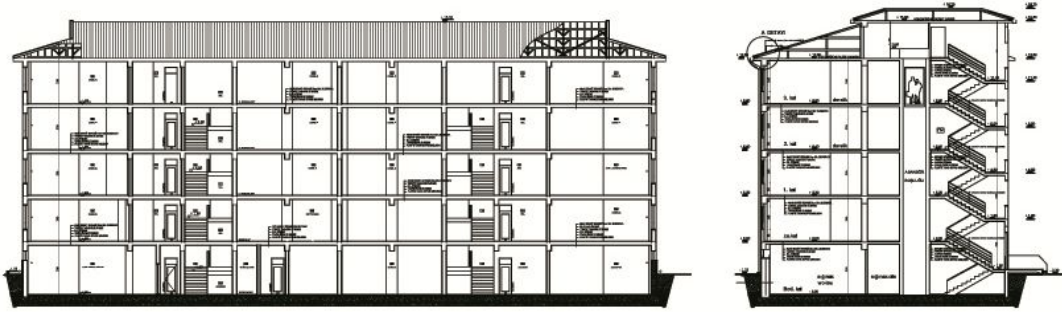
- 2015 yılında MEB tarafından yayınlanan "Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu"na uygun olarak tasarlanan eğitim binası ve dersliklerin seçilmesi.
- Dersliklerin çalışma düzlemleri üzerindeki günışığı aydınlık düzeylerinin değişik gün ve saatler için Dialux programı ile belirlenmesi.
- Görsel konfor için gerekli aydınlığı sağlayan yapay aydınlatma düzeninin kurulması.
- Bütünleşik aydınlatma koşullarının, mevcut ve öneri durum için ayrı olarak Dialux programı ile belirlenmesi.
- Mevcut ve öneri durum için elde edilen bütünleşik aydınlatma sonuçlarının binanın tüm dersliklerindeki görsel konfor ve enerji kullanımı bakımından karşılaştırılması.

Çalışmada Milli Eğitim Bakanlığı tarafından İstanbul'da yapılması planlanan bir tip ilköğretim binasının tüm derslikleri ele alınmıştır. 4 katlı yapının, giriş katında 2, diğer katlarda 6 adet olmak üzere toplam 20 adet derslik bulunmaktadır.

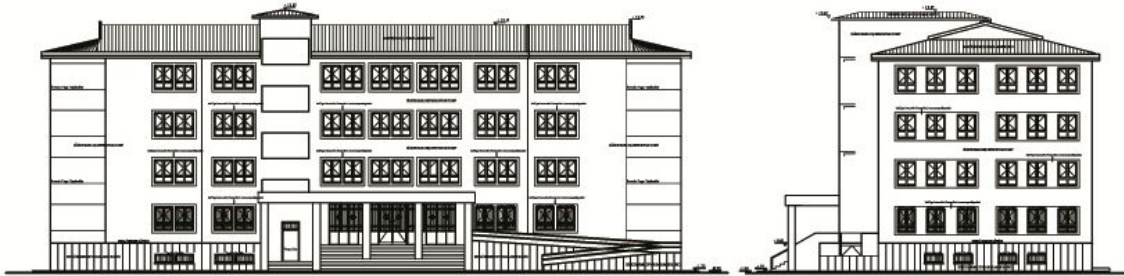
İlköğretim okulu binası dersliklerin yanı sıra laboratuvarlar, öğretmenler odası, idari mekanlar ve ıslak hacimler gibi farklı işleve sahip hacimlerden oluşmaktadır. Söz konusu eğitim yapısının 600 öğrenciye hizmet vermesi planlanmıştır. Yapıya ait kat planı, kesit ve görünüşler Şekil 1-3'te verilmiştir.



Şekil 1: İlköğretim binası normal kat planı



Şekil 2: İlköğretim binası kesitleri

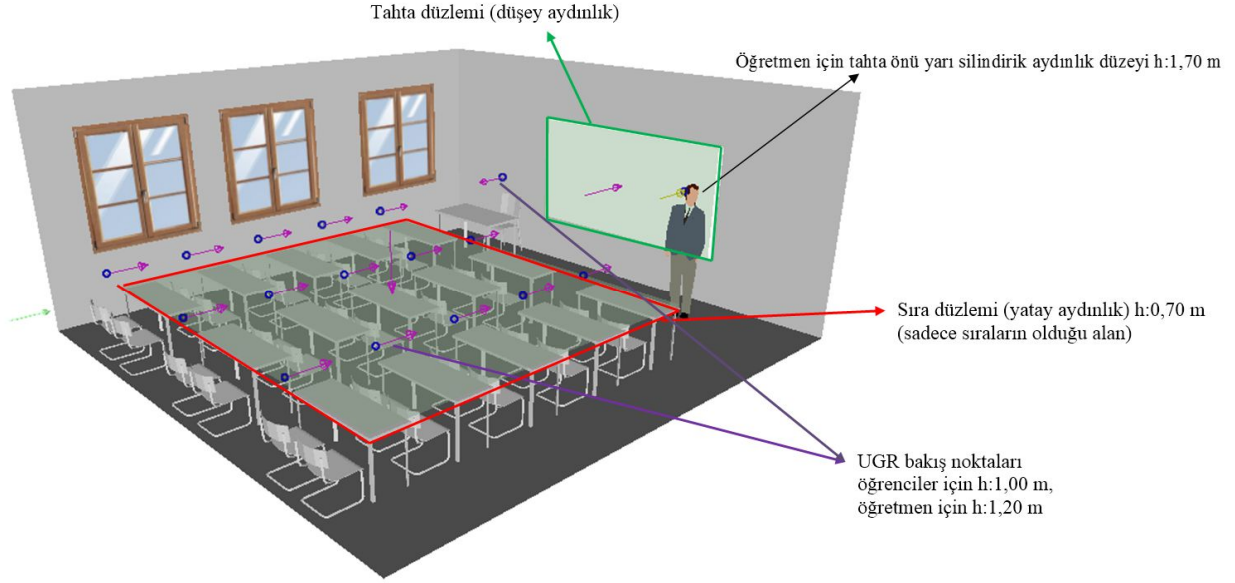


Şekil 3: İlköğretim binası görünüşleri

Çalışmada derslik mekanları “köşe derslikler” ve “orta derslikler” olmak iki ayrı adla tanımlanmıştır. Köşe dersliklerin boyutları 7,54 x 7,28 m., orta dersliklerin boyutları ise 6,91 x 7,10 m’dir. Köşe dersliklerin her birinde 1,50 x 1,60 m boyutlarında 3 adet, orta dersliklerin her birinde ise 1,30 x 1,60 m boyutlarında 4 adet pencere bulunmaktadır. Yapının doğal aydınlatma düzeni parametreleri (pencere boyutu, pencere sayısı, saydamlık oranı vb.) açısından mevcut projeye sadık kalmış ve yapı dışında engel bulunmadığı varsayılmıştır. Üç pencereye sahip dersliklerin saydamlık oranı %35, dört pencereye sahip sınıfların saydamlık oranı ise %40’tır.

Derslik hacimlerinin iç yüzey yansıtma çarpanları (tavan %70, duvarlar %50, döşeme %20), öğrencilerin sıra-masa boyutları ve çalışma alanı hesap yüzeyi yüksekliği MEB ilgili yönetmelikleri ve TS EN 12464-1 aydınlatma standardına uygun olarak belirlenmiştir (sıra h:0,41 m, masa h:0,66 m) (Şekil 4).

Mevcut durumda, normal katlardaki 6 dersliğin 2 si doğu, 2 si batı, 2 si de kuzey yönünde bulunmaktadır. Giriş katında bulunan 2 derslik ise batı cephesinde bulunmaktadır. Öneri durumunda ise normal katlardaki 6 dersliğin 2 si doğu, 2 si batı, 2 si de güney yönünde yer almaktadır.



Şekil 4: Dersliklere ait aydınlatma hesap yüzeyleri

Çalışma kapsamında eğitim dönemi içinde yer alan Eylül, Aralık, Mart ve Haziran aylarının 15'i karakteristik günler, söz konusu günler içindeki 09, 12, 15 saatleri de karakteristik zaman dilimleri olarak kabul edilmiştir. Aydınlatma ve enerji tüketimi hesapları 15 Eylül-15 Haziran arasındaki 273 günün her birindeki toplam 9 saatlik (08-17) çalışma süresi için hem mevcut hem de öneri durum için yapılmıştır. Mevcut ve öneri durumunda dersliklerin doğal aydınlatma performansını ölçmek için kullanılan karakteristik günlere ait "gök model durumları (Gök koşulları)" Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: İstanbul için ilgili hesap tarihlerindeki gök model sonuçları (Şener, 2012:336).

	Eylül	Aralık	Mart	Haziran
09:00	Ortalama gök	Kapalı gök	Kapalı gök	Ortalama gök
12:00	Ortalama gök	Ortalama gök	Ortalama gök	Açık gök
15:00	Ortalama gök	Kapalı gök	Ortalama gök	Ortalama gök

Dersliklerde doğal aydınlatmayı desteklemek amacıyla yapay aydınlatma düzeni de kurulmuştur. Dersliklerde mevcut proje için öngörülen şekilde, 2 sıra halinde, 6 adet 2x36 W flüoresan aygıt kullanılmıştır. Aydınlatma aygıtlarının kontrolü manuel olarak sağlanmaktadır, aydınlatma düzeniyle ilgili bir kontrol sistemi bulunmamaktadır.

Dersliklerin belirlenen karakteristik ay ve günlerdeki doğal ve yapay aydınlatma performansları mevcut ve öneri durum için Dialux aydınlatma programı ile hesaplanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Dialux ekran görüntüsü



5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Ele alınan 20 derslikli ilköğretim binasının doğal ve yapay aydınlatma ile enerji performansları hem mevcut hem de öneri durum için ayrı ayrı incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. İlk olarak iki durum için eğitim dönemi içindeki doğal aydınlatma performansları hesaplanmıştır. Daha sonra mevcut proje için önerilen yapay aydınlatma düzeni öneri durumunda da uygulanarak dersliklerin yapay aydınlatma performansları belirlenmiştir. Ardından tüm derslikler için bütünlük aydınlatma gerektiren zamanlar ve eğitim dönemi (273 gün; günde 9 saat) için mevcut ve öneri aydınlatma durumlarının harcadığı enerji miktarları hesaplanmıştır.

Mevcut ve öneri durumlarına ait hesaplamalardan elde edilen bulgular doğal, yapay ve bütünlük aydınlatma için kısaca aşağıdaki gibi değerlendirilebilir:

Doğal aydınlatma

- *Mevcut durumda*, Kuzey cephede yer alan sınıflardaki çalışma alanlarında gerekli olan aydınlık düzeyinin yetersiz olduğu görülmüştür. Şekil 6'da 15 Aralık saat 12 ortalama gök durumu için hesaplanan senaryoya ilişkin doğal aydınlatma performansı sunulmuştur. Bu durumda doğal aydınlatmanın yapay aydınlatmayla desteklenmesinin gerekli olduğu belirlenmiştir.
- *Öneri durumunda* ise Kuzeyde yer alan sınıflar planda Güney cephesine yerleştirilmiş ve tüm sınıfların çalışma alanlarında gerekli aydınlık düzeyini sağladığı görülmüştür. Şekil 7'de 15 Aralık saat 12 ortalama gök durumu için hesaplanan senaryoya ilişkin doğal aydınlatma performansı sunulmuştur.
- Kamaşma açısından mevcut ve öneri durumlarda olumlu sonuçlar elde edilmiş ve standartlarca önerilen maksimum değer altında kalmıştır ($UGR < 19$). Aydınlığın düzgün dağılımı açısından ise iki durum da çalışma alanı için standartlarda belirlenen değer ($U_0: 0,25-0,32$) sağlanamamıştır.

Köşe derslik 1 %100 günışığı	Sirkülasyon	Orta derslik 1 %59 günışığı	Orta derslik 2 %59 günışığı	Sirkülasyon	Köşe derslik 2 %100 günışığı
Köşe derslik 3 %100 günışığı	Sirkülasyon	Öğretmenler odası	Laboratuvar	Sirkülasyon	Köşe derslik 4 %100 günışığı

Şekil 6: 15 Aralık saat 12 (Ortalama gök) – Mevcut durumda derslikler için gerekli aydınlık düzeyinin (300 lx) günışığı aracılığıyla sağlanma oranları

Köşe derslik 1 %100 günışığı	Sirkülasyon	Öğretmenler odası	Laboratuvar	Sirkülasyon	Köşe derslik 2 %100 günışığı
Köşe derslik 3 %100 günışığı	Sirkülasyon	Orta derslik 3 %100 günışığı	Orta derslik 4 %100 günışığı	Sirkülasyon	Köşe derslik 4 %100 günışığı

Şekil 7: 15 Aralık saat 12 (Ortalama gök) – Öneri durumda derslikler için gerekli aydınlık düzeyinin (300 lx) günışığı aracılığıyla sağlanma oranları

Yapay aydınlatma

- İki durum için de mevcut projede önerilen yapay aydınlatma düzeni (6 adet 2x36 W floresan aygıt) kullanılmıştır.
- Yapay aydınlatma düzeninin aydınlığın düzgün dağılımı için gerekli değerlerin sağlandığı görülmüş ($U_0: 0,69-0,74$) ancak kamaşma değerleri sağlanması gereken değerlerin üzerinde çıkmıştır ($UGR < 17-23$).

Enerji Kullanımı-Bütünlük aydınlatma



- *Mevcut durumda*, doğal aydınlatmanın yetersiz olduğu zamanlarda yapay aydınlatma kullanılarak bütünleşik aydınlatma performansı da incelenmiştir. Mevcut durumda enerji tüketimi, yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulan zaman aralığının fazla olması nedeniyle öneri duruma göre %15 ila %20 arasında daha fazla olmuştur. Mevcut durumda enerji tüketiminin fazla olmasının nedeni dersliklerin günışığı açısından yetersiz olan kuzey cephelerde bulunmasıdır.
- *Öneri durumunda* ise gün boyu kullanılan derslikler Güney cephede konumlandırılmış, göreceli olarak daha kısa zaman dilimlerinde kullanılan laboratuvar, öğretmenler odası, toplantı odaları ve idari mekanlar Kuzey cepheye yerleştirilmiştir. İşlev, kullanım sıklıkları, yapı dışı engel durumu ve eğitim yapısının konumu gibi parametreler göz önüne alınarak tasarım aşamasında verilecek doğru kararlar ile aydınlatma için gerek duyulan enerji tüketiminin azaltılması mümkündür.
- Okullarda yer alan yapay aydınlatma düzenlerinde aydınlık düzeyine bağlı olarak herhangi bir kontrol sisteminin olmaması da enerji tüketimini arttıran diğer bir konudur. Okul binalarında aydınlatma elemanlarının kontrolü genellikle manuel olarak yani aç-kapa sistemiyle sağlanmaktadır.

Sonuç olarak toplumun geleceğini doğrudan etkileyen kuşakların yetiştirildiği eğitim yapılarında yapı fiziki öğelerine (ışık, ses, renk, ısı, nem, koku) ilişkin konfor koşullarının sağlandığı ortamların oluşturulması, kişi ve ülke yararı açısından büyük önem taşır. Öğrencilerin, eğitim sürecinde çevrelerinden hoşnut kalmaları, öğrenmeyi kolaylaştırır ve öğrencilerin performanslarının artmasını sağlar.

Eğitim yapıları, kullanıcının fizik ortam koşullarına yönelik konfor koşullarını eksiksiz sağlarken enerjiyi de etkin bir biçimde kullanmalıdır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de özellikle konut dışı kullanılan yapılarda harcanan enerji miktarının önemli bir kısmını ısıtma-soğutma enerjisi ile birlikte aydınlatma enerjisi oluşturmaktadır. Bu nedenle yapıların yapay aydınlatma yükünün azaltılarak enerjiyi etkin bir biçimde kullanan sistemlerin kullanılması güncel bir konu haline gelmiştir. Tasarım aşamasında aydınlatma ile ilgili verilecek doğru kararlar ve uygulanacak doğru sistemler ile görsel konfor koşullarından ödün vermeden yapıların harcayacağı enerji miktarını azaltmak mümkündür. Bu nedenle tasarımcılar için, kılavuz niteliği taşıyan çalışmalar, yapay aydınlatma için harcanan enerjinin etkin olarak kullanılmasında yol gösterici olması açısından gereklidir. Özellikle "eğitim yapıları" gibi gün boyu kullanılan, görsel konforun üst düzeyde olması gereken mekanlarda amacına uygun aydınlatma sistemlerinin kullanılarak enerji tüketiminin azaltılması önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Çelik, K., Ünver, R. (2017). Aydınlatmanın Eğitim Yapıları Tasarım Kılavuzlarındaki Yeri. 9. *Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, 18-19 Ekim 2017, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, s.102-110, İzmir.
- Şener, F., Yener, A.K. (2012). Sky Model Determination on Meteorological Data for Daylight Calculations in Architecture-An Application for İstanbul, *Balkanlight 2012*, s.331-339, Belgrad.
- Ünver, Rengin (2015). Eğitim Yapılarında Konfor Ne Demek?. *Led&Lighting Dergisi*, S. 16, s. 114-121.
- Yener, A., Güvenkaya, R., Şener, F. (2009). İlköğretim Dersliklerinin Görsel Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, *İTÜ dergisi*, Cilt:8, S.1, s.105-116, İstanbul.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Yatırımlar ve Tesisler Dairesi Başkanlığı (2010). *Eğitim Yapıları Mimari Proje Hazırlanması Genel İlkeleri*, Ankara.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı (2013). *Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu*, Ankara.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı (2015). *Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu*, Ankara.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı (2019). *2017-18 Eğitim-Öğretim Yılı Milli Eğitim İstatistikleri*, Ankara.
- TS EN 12464-1 (2011). *Işık ve Işıklandırma İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri*, Ankara.
- URL 1: <http://www.dial.de/DIAL/en/dialux-international-download.html> (Erişim Tarihi: 17.09.2018)