



## AYDINLATMA TASARIM KILAVUZU ÖNERİSİ - EĞİTİM YAPILARI ÖRNEĞİ A PROPOSAL FOR LIGHTING DESIGN GUIDELINES - CASE OF EDUCATIONAL BUILDINGS

Kasım ÇELİK\*  
Rengin ÜNVER\*\*

### Öz

Eğitim yapıları aynı veya farklı zaman dilimlerinde kullanılan derslikler, dolaşım alanları, idari mekanlar, laboratuvarlar, konferans salonu, ıslak hacimler vb. gibi çeşitli işlevlere sahip mekanlardan oluşur. Söz konusu mekanların her biri farklı işleve sahip olduğu gibi farklı aydınlatma gereksinimlerine de sahiptir. Genellikle eğitim yapılarına yönelik hazırlanan aydınlatma kılavuzlarında sadece derslik özelinde gerekli aydınlatma koşulları verilip diğer mekanlara ilişkin koşullar sunulmamaktadır. Sunulan aydınlatma koşulları da bazen sayısal değerlerin ötesine geçememektedir.

Bu çalışmada, dünyanın farklı ülkelerindeki eğitim yapılarının aydınlatma tasarımına yönelik hazırlanmış kılavuzlar, standart ve yönetmelikler içerdikleri aydınlatma bilgileri açısından incelenmiş ve okul binalarında bulunması gereken mekanlar özelinde bir aydınlatma kılavuz önerisi oluşturulmuştur. Öneri kılavuzun, okullardaki aydınlatma tasarımına bütüncül bir yaklaşım sağlayarak, tasarımcılar, uygulayıcılar ve kullanıcılar ile kılavuz hazırlayacak diğer çeşitli kuruluşlara yön gösterecek bir rehber olması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aydınlatma Tasarım Kılavuzu, Eğitim Yapıları, Aydınlatma Tasarımı.

### Abstract

Educational buildings generally consist of spaces with different functions such as classrooms, circulation areas, administrative spaces, laboratories, conference room and wet spaces. Each of these spaces has different lighting requirements. Generally, in the lighting guidelines prepared for educational buildings, only the lighting conditions required for the classrooms are given and the conditions for other places are not presented. The lighting conditions offered in the guidelines sometimes do not go beyond the numerical values.

In this study, the guidelines, standards and regulations prepared for the lighting design of educational buildings in different countries of the world were investigated in terms of the lighting information they contain and a lighting guidelines proposal was created for the places that should be located in the school buildings. The proposal guide is intended to provide a holistic approach to lighting design in schools and to guide designers, practitioners and users as well as various other organizations that will prepare guidelines.

**Keywords:** Lighting Design Guideline, Educational Building, Lighting Design.

## 1. GİRİŞ

Eğitim yapılarının öğrenme sürecini destekleyen nitelikte tasarlanması, farklı eğitim aşamalarında hedeflenen başarının sağlanmasında önemli bir etkidir. Günümüzde modern eğitim anlayışına uygun olarak okullarda aranan gereksinimlerden biri, öğrencilerin farklılaşan bireysel öğrenme tercihlerine ve çalışma süreçlerine uygun koşulların sağlanabilmesidir. Öğrenme alanları, toplumsal gelişim için gereken yaratıcı bireylerin yetiştirilmesini destekleyen en önemli mekanlar olarak değerlendirilmelidir (Şahin, 2018, 89). Öğrenmeye ve eğitime uygun, güvenli eğitim mekanlarının eksikliği öğrencilerin derslerdeki başarısı, ilgisi, motivasyonu ve okula devam konularında olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle, okulların fiziksel ortamlarının öğrencinin akademik performansı ve diğer konular üzerindeki etkilerini belirlemek üzere okul yapılarının mekânsal kalitesi, üzerinde durulması gereken önemli bir konudur (Şensoy, 2018, 176).

Okul binalarının fiziki özelliklerinin öğrenme üzerindeki etkisi olduğu pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Fizik ortamı oluşturan, ses, ışık, renk, ısı ve nem gibi öğelerin, insanların gerçekleştirdikleri eylemlerin özelliklerine göre, nicel ve nitel yönden en uygun duruma getirilmesi ve korunması, konforun koşullarının sağlanması açısından önemli bir konudur (Baskan ve Şerefhanoglu, 2006, 144). Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine zorlanmadan uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan da çevresinden

\* 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



hoşnut olduğu koşullar bütünü olarak adlandırılmaktadır. Görsel konfor ise görsel performansın ve yapılan işteki verimin artırılarak, göz sağlığının korunması ve bu koşullarda süreklilik sağlanarak kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik gereksinimlerine karşılık verilmesi olarak tanımlanmaktadır (Berköz ve Küçükdoğu, 1995, 201). Bu nedenle mimaride eylem türlerine göre görsel konfor koşulları uluslararası standartlarca belirlenmiş ölçütler ışığında ele alınmalı, tükenen enerji kaynakları, artan maliyetler, çevre kirliliği kısacası sürdürülebilirlik bağlamındaki tüm konular düşünülerek aydınlatma sistemleri seçilmelidir.

Eğitim yapılarında aydınlatma sistemleri, temelde öğretmenlerin, öğrencilerin ve personelin belirli eylemleri konforlu bir ortamda kolay ve rahat bir şekilde yürütmelerini sağlayacak, enerjiyi etkin kullanacak bir biçimde düzenlenmelidir. Görsel konfor gereksinimlerini karşılayan bir aydınlatma düzeni elde etmek için, bir okuldaki tüm mekanları ve mekanlardaki işlevleri ayrı ayrı ele almak gereklidir. Gün boyunca bir okulda değişik alanlarda çeşitli görsel eylemler gerçekleştiği için her eylem için farklı aydınlatma düzenine ihtiyaç duyulduğu unutulmamalıdır (Çelik, 2018, 41). Söz konusu aydınlatma sistemlerinin tasarımı, seçimi, onarımı ya da iyileştirilmesi işlemleri sırasında standart ve yönetmeliklerin yanında çeşitli kılavuz çalışmalardan yararlanılması tasarımcı, uygulayıcı, idare vb. gibi konuyla ilgili meslek gruplarındaki kişilere yol gösterecek, yapılacak uygulamaların başarı oranını da arttıracaktır.

Bu çalışmada okul binalarında yer alabilecek olası mekanlar özelinde bir aydınlatma kılavuz önerisi oluşturulmuştur. Çalışmaya ülkemizdeki okul binalarına yönelik yapılmış olan tasarım kılavuzları ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın konuyla ilgili çalışmaları araştırılarak başlanmıştır. Daha sonra diğer ülkelerde okul binalarının tasarımı, iyileştirilmesi, yeniden inşa edilmesi, enerji kullanımı vb. konulara yönelik hazırlanmış kılavuzlar incelenmiş ve standartlar ışığında sağlanması gereken aydınlatma koşullarına yönelik bilgiler toplanmıştır. Okullarda bulunması olası mekanlar özelinde oluşturulan öneri aydınlatma kılavuzunda, doğal ve yapay aydınlatma standartlarında yer alan temel parametreler dikkate alınmış, aydınlatma tasarımı gerçekleştirilmeden önce göz önüne alınması gereken ölçütlere yer verilmiştir. Okul binalarında aydınlatma tasarımı yapacak kişilere, kullanıcılara ile ilgili kurum ve kuruluşlara veri sağlayacak bir kaynak oluşturulması hedeflenmiştir.

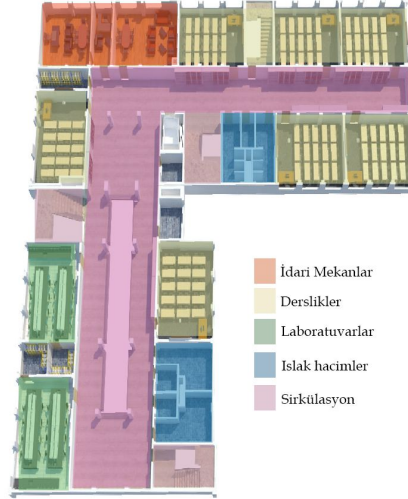
## 2. OKULLARDA AYDINLATMA ALANLARI

Eğitim yapıları aynı veya farklı zaman dilimlerinde kullanılan değişik işlevlere göre tasarlanmış derslikler, dolaşım alanları, idari mekanlar, laboratuvarlar, konferans salonları, kütüphane, sosyal mekanlar ve spor salonları gibi farklı aydınlatma gereksinimi olan mekanlardan oluşur. Milli Eğitim Bakanlığı 2016 yılında yayınladığı "Temel Eğitim Kurumları Yapım Programı"nda okul binalarının inşasında dikkat edilmesi gereken konuları ve uyulması gereken koşulları belirtmiştir. Ayrıca, yine MEB tarafından yayınlanan "Projeler Kataloğu"nda, ülkemizde 2016 yılından itibaren inşa edilecek ilkökul, ortaokul ve lise binalarının öğrenci kapasitesi, kat adedi, alan büyüklükleri (m<sup>2</sup>) ve mekan türlerine ilişkin temel bilgiler verilmiştir. Örnek olarak, ortaokul binalarında MEB tarafından bulunması öngörülen mekanlar ve özellikleri Tablo 1.'de sunulmuştur.

Tablo 1. Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ortaokul binalarının temel özellikleri

Okul Özellikleri				Mekanlar											
Okul türü	Öğrenci kapasitesi	Kat adedi	Taban alanı/ Toplam alan (m <sup>2</sup> )	Derslik	Fen dersliği	Teknoloji ve Tasarım atölyesi	Görsel sanatlar atölyesi	Müzik dersliği	Çok amaçlı Oda	Kütüphane	Kantin	Çok amaçlı salon	Mescit	Beden eğitim salonu	İdari birimler
Ortaokul	360	B+Z+2	1157/4491	12	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	8
Ortaokul	480	B+Z+2	1556/5500	16	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	9
Ortaokul	600	B+Z+3	1244/6022	20	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	10
Ortaokul	720	B+Z+2	2088/7043	24	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	11

MEB tarafından hazırlanan yayınlarda okulların plan tipi ve mekan yerleşimine ilişkin örnekler de sunulmuştur. Şekil 1.'de 24 derslikli bir ortaokul tip projesinde farklı işlevdeki kullanım alanlarına ilişkin örnekleme ait görsel sunulmuştur.



Şekil 1. Okul binasındaki farklı işlevdeki kullanım alanlarına ilişkin örnekleme

MEB 2016 yılı proje kataloğunda yer alan bilgilere göre ilkokullar ve liselerde 13, ortaokullarda ise 12 farklı işleve sahip mekan yer almaktadır. Bu işlevler için görsel konfor gereksinimlerinin sağlanabilmesi için aydınlatma ölçütlerine uygun tasarım ve düzenler oluşturulmalıdır. Bu nedenle, tasarımcının gerekli aydınlığı elde etmek için, her bir mekanda gerçekleşecek ve/ya da gerçekleşmesi olası eylemleri tanımlayıp uygun aydınlatma düzenini kurgulaması gereklidir.

### 3. AYDINLATMA TASARIM KILAVUZLARI

Çeşitli pek çok ülkede eğitimle ilgili bakanlıklar, yerel yönetimler, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları tarafından öğrenme mekanlarının konforunu arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda okullar için çeşitli konulara yönelik tasarım kılavuzları, eylem planları, öğrenci ve öğretmenlere yönelik eğitim programları ve değerlendirme sistemleri oluşturulmuştur (Çelik ve Ünver, 2017, 104). Tasarım kılavuzları, okulların eğitim ve mekan kalitesini arttırmayı, ülkelerin ulusal eğitim sistemi, standart ve yönetmeliklerine uygun, enerjiyi etkin kullanan okulların inşa edilmesini ve eski okulların yenilenerek çağın şartlarına uyum sağlamak amacıyla yapılan çalışmalardır. Kılavuzlarda, mekanlara ilişkin özellikler, tasarım önerileri, sağlanması gereken konfor koşulları (görsel, işitsel ve ısısal konfor) ve enerji etkin kullanımı gibi farklı konularda yararlı bilgiler bulunmaktadır. Tasarım kılavuzları ülkelerin standartları, yönetmelikleri ve diğer ilgili koşullarıyla birlikte tasarımcılara yol göstermeyi hedefleyen çalışmalardır. Kılavuzlarda okul binalarında yer alması gereken mekanların tip ve büyüklükleri konusundaki bilgilerin yanı sıra binanın çevresine vereceği etkilere yönelik öneriler de yer alabilmektedir. Söz konusu kılavuzlar;

- Okullara ek binaların inşa edilmesi,
- Okulların yenilenmesi ve geliştirilmesi,
- Okullardaki uygulanacak iyileştirme (retrofit) uygulamaları (aydınlatma, akustik, ısı, taşıyıcı sistem vb.),
- Okulların enerjiyi etkin kullanması ve verimliliğinin artırılması,
- Fiziksel çevre koşullarının tasarımı ve iyileştirilmesi (görsel, işitsel, ısısal konfor),

gibi çeşitli konularda tasarımcılara referans olabilecek bilgiler sunmaktadır (Çelik ve Ünver, 2017, 105).

Çalışma kapsamında dünyanın farklı ülkelerinden kılavuzlar, yönetmelik ve standartlar incelenmiştir. Şekil 1.'de incelenen aydınlatma kılavuzlarının yayınlandıkları ülkelere göre konumları yer almaktadır.



Şekil 1: Kılavuzların yayınlandıkları ülkelerin dünyadaki konumları

Bu bağlamda 14 farklı ülke ve 2 kuruluş tarafından yayınlanan 70 adet tasarım kılavuzu içerdikleri aydınlatma bilgileri açısından incelenmiştir. Söz konusu kılavuzların aydınlatmayla ilgili bölümlerinde;

- Yapay aydınlatma yönelik olarak, **aydınlık düzeyi (E)**, **aydınlığın dağılımı (U<sub>0</sub>)**, **ışığın renksel niteliği (R<sub>a</sub>)**, **kamaşma (UGR)**,
- Doğal aydınlatma yönelik olarak, **günüşiği çarpanı**, **saydamlık oranı ve diğer günüşiği parametreleri**,
- Enerji tüketimine yönelik olarak, **enerji (W/m<sup>2</sup>)**,

konularında bilgiler yer almaktadır (Çelik, 2018, 78).

İncelenen kılavuzların bir bölümünde aydınlatma konusuna değinilmiş ancak sayısal değer ve kimi bilgiler açısından çeşitli standart, yönetmelik ya da başka kılavuzlar kaynak gösterilmiş ve yönlendirme yapılmıştır. Kılavuzlardaki aydınlatma konusuyla ilgili kaynaklar Tablo 2.'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Kılavuzlarda derslikler için önerilen yapay aydınlatma koşulları

Ülke	Yıl	Standart ve yönetmelikler
Türkiye	2010-2015	TS EN 12464-1
ABD	2002-2016	Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Lighting Handbook American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) New Jersey Educational Facility Planning Standards (NJDOE) ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004
Birleşik Krallık	1999-2014	Building Bulletin 87 Building Bulletin 90 Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) Code for Lighting BS EN 12464 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places Building Research Establishment (BRE) Department for Education and Employment lighting codes
İskoçya	2007	Building Bulletin 90 BS EN 12464 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) Code for Lighting
İrlanda	2008-2014	TGD 030 Amendments to the M&E Building Services Guidelines (The Department of Education and Skills)
Kuzey İrlanda	2011	Building Bulletin 87



		Building Bulletin 90 CIBSE Code for Lighting
Avrupa	2014-2015	The IES Lighting Handbook "IEA - International Energy Agency, ECBCS - Annex 45 - Energy Efficient Electric Lighting for Buildings "Guidebook on Energy Efficient Electric Lighting for Buildings"
Yeni Zelanda	2004-2015	Code of Practice for Interior Lighting Design (New Zealand Standard 6730) Best Practice in Classroom Design (New Zealand Ministry of Education).
Kanada	2007-2012	Illuminating Engineering Society (IES) Lighting Handbook National Energy Code of Canada for Buildings American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)
Avustralya	2011-2015	AS/NZS 1680.2.3 Interior and workplace lighting standard
BAE	2010-2012	-
Endonezya	2009	-
Katar	2010	-
Güney Afrika	2012	-
Uluslararası	2014	"EN 12464 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places" "EN 15251 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings- addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics" IESNA The Lighting Handbook
Kosova	2015	-

Kanada ve ABD'nin yer aldığı Amerika kıtasında aydınlatma koşulları için temel olarak IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) ve ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) standartlarının ve kendi ülkelerinde yayımlanan kimi yönetmeliklerin kaynak gösterildiği ve bunlardan yararlandığı görülmektedir.

Avrupa kıtasında Birleşik Krallık, İskoçya ve Kuzey İrlanda ülkeleri CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) standartlarını temel almışlar ve BS EN 12464 sayılı aydınlatma standardından yararlanmışlardır. Türkiye'de yayımlanan kılavuzlarda ise TS EN 12464 sayılı Avrupa Birliği aydınlatma standardı referans gösterilmiştir.

Avustralya ve Yeni Zelanda ülkeleri ise kendilerine özgü yayınlanan yönetmeliklere uygun olarak tasarım kılavuzlarını oluşturmuşlardır. BAE, Katar ve Endonezya ile Güney Afrika kılavuzlarında referans alınan aydınlatma standart ve yönetmelikleri bilgilerine ulaşamamıştır.

Kılavuzlardan bazıları uluslararası kabul gören standartlarca ve kuruluşlarca (EN, IESNA, CIBSE) belirlenen aydınlatma koşullarına uyarken aynı zamanda buldukları bölgeye özgü olan durumları da göz önüne alarak bilgiler sunmuştur. Aydınlatma açısından genel standartlara uymanın yanı sıra ülkelerin buldukları coğrafi konum, iklim koşulları ve sahip oldukları kaynaklar ile mevcut yürürlükte olan standart ve yönetmeliklerin de dikkate alınarak kılavuzların oluşturulması uygun olacaktır.

#### 4. AYDINLATMA KILAVUZ ÖNERİSİ

İncelenen eğitim yapılarının aydınlatma tasarımına yönelik hazırlanmış kılavuzlarında okul yapılarının aydınlatma koşullarına yönelik bilgiler yer almakta, aydınlatma ölçütlerine ilişkin sayısal değerler ve kısa açıklamalar bulunmaktadır. Sayısal değerlerin dışında aydınlatma ile ilgili verilecek bilgi ve önerilerin tasarımcı ve kullanıcılar için daha açıklayıcı ve daha yararlı olacağı açıktır. Bu çalışmada okulların aydınlatma düzenlerinin tasarlanması/iyileştirilmesi adına, mekanların görsel konfor parametreleri ve ölçütlerine uygun olarak öneri bir aydınlatma kılavuzu oluşturulmuştur. Önerilen aydınlatma kılavuzunun genel amacı, bir okul binasındaki aydınlatma sisteminin oluşturulmasına yardımcı olmak, doğru aydınlatma tasarımlarının yaygınlaştırılmasını sağlamak, yapılan yanlış uygulamaların önlenerek, görsel konfor koşullarına sahip eğitim ortamlarının sağlanması olarak sıralanabilir. Kılavuzun, okul mekanları örnekleri özelinde sunduğu bilgiler aracılığıyla eğitim yapıları aydınlatması konusunda tasarımcılardan kullanıcılara kadar tüm paydaşlara yön göstererek hizmet etmesi hedeflenmiştir. Kılavuzda verilen aydınlatma koşulları ve açıklayıcı bilgilerin daha kolay anlaşılabilmesi için Tablo 3.'te sunulan Ne-Neden-Nasıl soru kalıpları oluşturulmuştur.





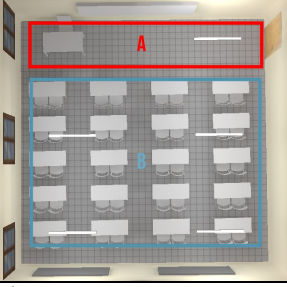
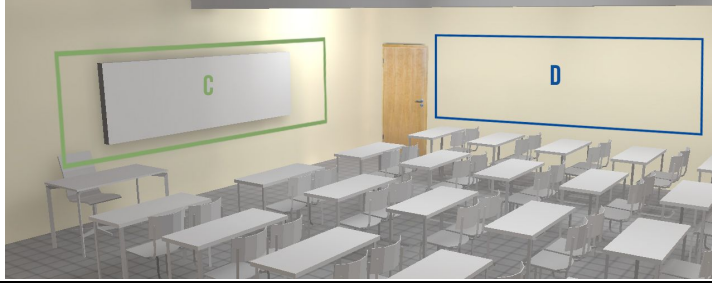
**Tablo 3.** Aydınlatma tasarım önerilerine yönelik genel bilgiler (Ne-Neden-Nasıl)

Ne (nedir)	Neden (gerekli)	Nasıl (olmalı)	
		Doğal Aydınlatma	Yapay Aydınlatma
<b>Aydınlık düzeyi (E)</b>	-Görsel konfor -Görsel performans -Eğitim performansı -Enerji tüketimi	-Pencereler doğal aydınlatmadan maksimum şekilde yararlanacak şekilde yönlendirilmeli -Mekana giren güneşini engelleyecek dış engellerden kaçınılmalı -Uygun güneş kontrol elemanları kullanılmalı -İç yüzeylerin yansıtma çarpanları uygun değerlerde seçilmeli	-Enerji tüketimi ve verim açısından en uygun ışık kaynağı seçilmeli -Geriverimi yüksek aygıtlar seçilmeli -İç yüzeylerin yansıtma çarpanları uygun değerlerde seçilmeli
<b>Aydınlığın dağılımı (U<sub>0</sub>)</b>	-Görsel konfor -Eğitim performansı -Enerji tüketimi	-Pencere konumu ve boyutu mekana giren ışığın dağılımında önemli rol oynar. Mekanın işlevine ve tefriş yerleşimine uygun seçilmeli. -Tefriş-pencere ilişkisi aydınlık dağılımına uygun düzenlenmeli.	-Aygıt ışık dağılımı özellikleri (ışık yeğinlik diyagramı) işleve uygun seçilmeli -Tefriş-Aydınlatma düzeni ilişkisi işleve uygun tasarlanmalı
<b>Kamaşma</b>	-Görsel konfor -Eğitim performansı	-Pencereler silüet etkisi ve kamaşma yaratmaması için öğrencilerin arkasında olacak şekilde konumlandırılmamalı -Öğrencilerin yazdıklarını görebilmesi için ışık genellikle sol taraftan mekana alınmalı. -Dolaysız güneş ışığının mekana girmesi engellenmeli -Gerektiği durumlarda güneş kontrol elemanlarından faydalanılmalı	-Aygıtlar kamaşmaya neden olmaması için bakış yönü göz önüne alacak şekilde konumlandırılmalı -Mekarlarda kullanılacak aygıtlar kamaşmaya neden olmayacak özellikte seçilmeli
<b>Renksel Geriverim (R<sub>a</sub>)</b>	-Görsel konfor -Eğitim performansı -Renkleri ayırt edebilme	-Nesnelerin gerçek renginde algılanabilmesi için mekamlarda günışığından maksimum düzeyde faydalanılmalı	-Nesnelerin gerçek renginde algılanabilmesi için renksel geriverimi yüksek lambalar tercih edilmeli
<b>Modelleme</b>	-Görsel konfor -Görsel performans -Eğitim performansı	-Nesnelerin detaylarıyla algılanabilmesi için aydınlatmanın doğrultusuna dikkat edilmeli	-Aydınlatma biçimi, ışık yeğinlik eğrisine ve aygıt sayısı ve konumuna dikkat edilmelidir

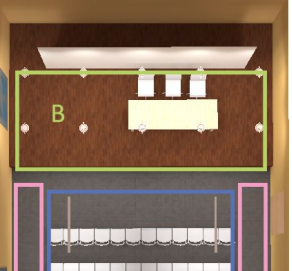
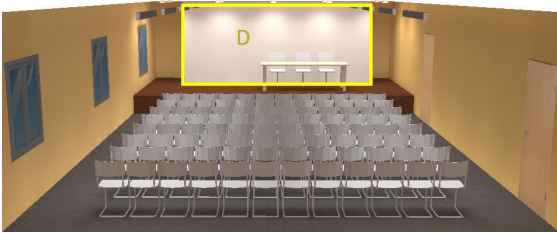
Aydınlatma kılavuzu önerisi Milli Eğitim Bakanlığına bağlı mevcut ve yeni yapılması planlanan okullarda bulunan farklı işleve sahip üç mekan özelinde (derslik, çok amaçlı salon, kütüphane) örneklenmiş ve Tablo 4.-6.'da sunulmuştur. Kılavuz tablolarında mekandaki kullanıcılar ve işlevleri, aydınlatma alanları, doğal ve yapay aydınlatma ölçütleri ile tasarım konusunda bazı öneriler de sunulmuştur.

**Tablo 4.** Derslikler için aydınlatma kılavuz tablosu

Mekan türü: Derslik	
Kullanıcılar: Öğretmen-Öğrenci	
Mekandaki kullanıcılar ve eylemler	
Öğretmen	Öğrenci
Tahtaya yazma	Tahtadan okuma
Öğrencilere ders anlatma	Öğretmeni dinleme
Ekrandan sunum yapma	Ekranı bakma
Öğrenci çalışmalarını inceleme	Yazma, okuma, çizme
Aydınlatma alanları	

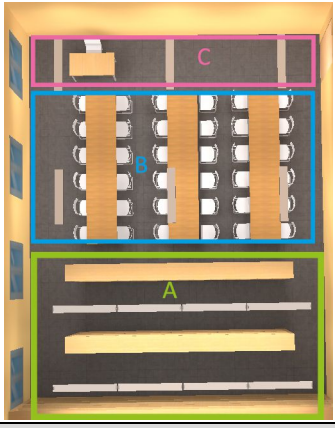
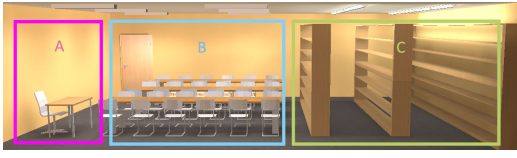
			
<b>A:</b> Tahta önü; öğretmen-öğrenci çalışma alanı <b>B:</b> Sıra alanı; öğrenci çalışma alanı	<b>C:</b> Tahta (düşey düzlem); öğretmen-öğrenci çalışma alanı <b>D:</b> Duvar-pano alanı		
<b>Alanlardaki aydınlatma gereksinimleri</b>			
<b>A:</b> Yatay aydınlık düzeyi (sıra düzlemi), silindirselsel aydınlık düzeyi, kamaşma, aydınlığın dağılımı, renksel geriverim, kamaşma	<b>B:</b> Yatay aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, renksel geriverim, kamaşma		
<b>C:</b> Düşey aydınlık düzeyi (tahta düzlemi), silindirselsel aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, renksel geriverim, kamaşma, ışıklılık-kontrast (karşıtlık)	<b>D:</b> Düşey aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, renksel geriverim, kamaşma, ışıklılık-kontrast (karşıtlık)		
<b>Yapay aydınlatma ölçütleri</b>			
<b>Ortalama aydınlık düzeyi</b> ( $E_m$ ; lux)	<b>Aydınlığın dağılımı</b> ( $U_0$ )	<b>Kamaşma</b> (UGR)	<b>Renksel Geriverim</b> ( $R_a$ )
≥ Yatay 300 (sıra alanı)	≥ 0,6	≤ 19	≥ 80
≥ Düşey 500 (tahta)	≥ 0,7		
≥ Silindirselsel 150 (yüz)	≥ 0,1		
<b>Doğal aydınlatma ölçütleri</b>			
<b>Güneş ışığı çarpanı</b>	<b>Güneş ışığı dağılımı</b>	<b>Saydamlık oranı</b>	<b>Güneş ışığı otonomisi</b>
≥ %2	≥ 0,3	≥ %20 - ≤ %50	≥ %50
<b>Yapay aydınlatma önerileri</b>			
<b>Aydınlatma biçimi</b>	<b>Aygıt türü</b>	<b>Renk sıcaklığı</b>	<b>Enerji tüketimi</b>
Dolaysız Yarı dolaysız	Paletli Opal yayıncılı	3300 K 4000 K	≤ 8 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Notlar</b>			
<p>-Aydınlatma düzeninde loşlaştırılabilir aygıtlar kullanılabilir. Bu şekilde farklı senaryolara göre istenilen aydınlık düzeyleri sağlanabilir.</p> <p>-Güneş ışığına duyarlı kontrol sistemlerinin kurulması görsel konfor ve enerji tüketiminin azaltılması açısından olumlu etki sağlayacaktır.</p> <p>-Öğretmenlerin mimik ve dudak hareketlerinin görülmesini engelleyecek sert gölgelerin oluşması engellenmelidir.</p> <p>-İç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları uygun değerlerde seçilmelidir (Döşeme:0,20-0,40; duvar:0,50-0,80, tavan:0,70-0,90).</p>			

**Tablo 5.** Çok amaçlı salon için aydınlatma kılavuz tablosu

<b>Mekan türü:</b> Çok amaçlı salon	
<b>Kullanıcılar:</b> Öğrenci, öğretmen, ilgili personel	
<b>Mekandaki göz önünde bulundurulması gereken eylemler</b>	
Performans gösterimi, izleme, sunum	
<b>Aydınlatma alanları</b>	
	
	<b>A:</b> Seyirci alanı
	<b>B:</b> Sahne alanı (yatay)

			C: Sirkülasyon alanı
			D: Sahne (düşey)
<b>Alanlardaki Aydınlatma Gereksinimleri</b>			
A: Yatay aydınlık düzeyi, kamaşma, aydınlığın dağılımı, renksel geriverim	B: Yatay aydınlık düzeyi, silindirel aydınlık, aydınlığın dağılımı, kamaşma, renksel geriverim,	C: Yatay aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, kamaşma	D: Düşey aydınlık düzeyi, Silindirel aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, kamaşma, renksel geriverim, ışıklılık-kontrast, modelleme
<b>Yapay aydınlatma ölçütleri</b>			
Aydınlık düzeyi ( $E_m$ ; lux)	Aydınlığın dağılımı ( $U_0$ )	Kamaşma (UGR)	Renksel Geriverim ( $R_a$ )
$\geq$ Yatay 500	0,6	$\leq$ 19	80
$\geq$ Silindirel 150	0,1		
$\geq$ Düşey 250	0,6		
<b>Doğal aydınlatma ölçütleri</b>			
Günüşiği çarpanı	Günüşiği dağılımı	Saydımlık oranı	Günüşiği otonomisi
$\geq$ %1	$\geq$ 0,2	$\geq$ %10	-
<b>Yapay aydınlatma önerileri</b>			
Aydınlatma biçimi	Aygıt türü	Renk sıcaklığı	Enerji tüketimi
Dolaysız Yayınık	Paetli Opal yayıncılı	3300 K 5300 K	$\leq$ 12 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Notlar</b>			
<p>-Özellikle sahne aydınlatmasına uygun aydınlatma aygıtları seçilmelidir.</p> <p>-Mekanın işlevi gereği çeşitli senaryolara uygun dinamik, loşlaştırabilir aydınlatma düzenleri kurgulanabilir.</p> <p>-Sirkülasyon alanlarında acil durum aydınlatmaları düşünülmelidir.</p> <p>-Perde ve sahne aydınlatmasında modelleme değerleri göz önünde tutulmalıdır.</p>			

Tablo 6. Kütüphane için aydınlatma kılavuz tablosu

<b>Mekan türü:</b> Kütüphane		
<b>Kullanıcılar:</b> Öğrenci, öğretmen		
<b>Mekândaki göz önünde bulundurulması gereken eylemler</b>		
Okuma, yazma, çalışma.		
<b>Aydınlatma alanları</b>		
		A: Kitap (raf) alanı
		B: Çalışma - Okuma alanı
		C: Genel kullanım alanı
<b>Alanlardaki Aydınlatma Gereksinimleri</b>		
A: Düşey aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, kamaşma, renksel geriverim	B: Yatay aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, kamaşma, renksel geriverim	C: Yatay aydınlık düzeyi, aydınlığın dağılımı, kamaşma.
<b>Yapay aydınlatma ölçütleri</b>		





Aydınlık düzeyi ( $E_m$ , lux)	Aydınlığın dağılımı ( $U_0$ )	Kamaşma (UGR)	Renksel Geriverim ( $R_a$ )
$\geq$ Düşey 150	$\geq$ 0,1	$\leq$ 19	$\geq$ 80
$\geq$ Yatay 500 (okuma alanı)	$\geq$ 0,6		
$\geq$ Yatay 200 (kitap rafları)	$\geq$ 0,6		
<b>Doğal aydınlatma ölçütleri</b>			
Güneşliği çarpanı	Güneşliği dağılımı	Saydamlık oranı	Güneşliği otonomisi
$\geq$ Min. %2	$\geq$ 0,3	$\geq$ %20	$\geq$ %30
<b>Yapay aydınlatma önerileri</b>			
Aydınlatma biçimi	Aygıt türü	Renk sıcaklığı	Enerji tüketimi
Dolaysız	Paletli	3300 K	$\leq$ 8 kWh/m <sup>2</sup>
Yayınık	Opal yayıncılı	5300 K	
<b>Notlar</b>			
-Aydınlatma aygıtları tefriş düzenine uygun olarak yerleştirilmelidir. -Okuma alanlarında rahatsız edici kamaşmalardan kaçınılmalıdır. -Raf bölmeleri uygun ışık yeğinlik dağılımına sahip aygıtlarla aydınlatılmalıdır (Asimetrik-Simetrik ışık yeğinliğine sahip).			

## 5. SONUÇ

Çalışma kapsamında oluşturulan aydınlatma kılavuz tabloları hazırlanırken ilgili literatürdeki eğitim yapılarına ilişkin standart, yönetmelik, kılavuz vb. çeşitli kaynaklardan yararlanılmıştır. Her kılavuz çizelgesinde mekan işlevi, kullanıcı ve mekanda gerçekleştirilen eylem türü ile aydınlatma alanları belirtilmiştir. Ayrıca, alanlardaki aydınlatma gereksinimlerine yönelik yapay ve doğal aydınlatma ölçütlerinin sayısal değeri ile yapay aydınlatma önerilerine yer verilmiştir. Kılavuzun notlar bölümünde ise aydınlatma tasarımına yönelik kısa bilgiler sunulmuştur.

Sonuç olarak çeşitli ülkeler eğitim yapılarındaki aydınlatma konusunda farklı standart, yönetmelik, kılavuz vb. çalışmalar gerçekleştirmektedir. Bu çalışmalar okulların aydınlatma tasarımı ve sistemlerin iyileştirilmesi aşaması gibi çeşitli süreçlerde tasarımcı ve uygulayıcılara yol göstermektedir. İncelenen kılavuzlarda aydınlatma konusunda temel bilgilerin yanında aydınlatma koşulları ve tasarım önerileri gibi yararlı konular da bulunmaktadır. Bazı kılavuzlardaki bilgiler sadece tasarımcılara yönelik değil aynı zamanda okul idareleri ve kullanıcıların da yararlanabileceği düzeyde sunulmuştur. Aydınlatma açısından genel standartlara uymanın yanı sıra ülkelerin buldukları coğrafi konum, iklim koşulları ve sahip oldukları kaynaklar dikkate alınarak kılavuzların oluşturulması uygun olacaktır.

Ülkemizde yeni tasarlanacak ve mevcut okul sayıları dikkate alındığında aydınlatma sistemlerinin tasarlanmasında ve geliştirilmesinde benzer kılavuz çalışmalarına ihtiyaç olduğu açıktır. Yapılan çalışmayla eğitim yapılarındaki aydınlatma tasarımı ve aydınlatma sistemlerinin iyileştirilmesi gibi konularda yeni yapılacak kılavuz çalışmalarına yön verecek faydalı temel bilgiler ortaya koyulmuştur. Ülkemizde giderek artan okul ihtiyacı açısından, bu ve benzeri kılavuz çalışmaların kaliteli öğrenme mekanlarının tasarımına katkı sağlaması açısından önemi büyüktür.

## KAYNAKÇA

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), (2011). *Advanced Energy Design Guide for K-12 School Buildings*. ABD.
- ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004, (2004). *Energy Standard For Buildings*. ABD.
- AS/NZS 1680.2.2:2008, (2008). *Interior and workplace lighting*. Australian/New Zealand Standard.
- Baskan, T. B., Şerefhanoglu, M.S., (2006). Dersliklerde Görsel Konfor ve Etkin Enerji Kullanımı-Bir Örnek Derslik Aydınlatması. *Megaron Dergisi*, 1(2-3):143-153.
- Berköz E., Küçükdoğu M.Ş., (1995). *Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı*. TÜBİTAK, INTAG 201.
- BS EN 12464-1, (2011). *Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places*. Birleşik Krallık.
- BS EN 15251, (2007). *Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings- Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting And Acoustics*. Birleşik Krallık.
- BS EN 17037, (2017). *Daylight of Buildings*. BS EN, Londra, Birleşik Krallık.
- Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), (2012) *Code for Lighting*. Birleşik Krallık.
- Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), (2011). *LG05 Lighting Guide 05: Lighting for Education - LG5*. Birleşik Krallık.
- Çelik, K., (2018). *Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Aydınlatma Tasarımı İçin Bütüncül Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- IEA - International Energy Agency, (2007). *Annex 45 - Guidebook on Energy Efficient Electric Lighting for Buildings*. Aalto University School of Science and Technology.
- Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), (2011). *Lighting Handbook*. 11th edition, New York.
- New Zealand Standard 6730, (1997). *Code of Practice for Interior Lighting Design*. Yeni Zelanda.
- New Zealand Ministry of Education (2004). *Best Practice in Classroom Design*. Wellington, Yeni Zelanda.



- New Zealand Ministry of Education (2007). *Designing Quality Learning Spaces: Lighting*, Yeni Zelanda.
- New Jersey Department of Education (NJDOE), (2009). *New Jersey Educational Facility Planning Standards*, ABD.
- Planning & Building Unit Department of Education and Skills, (2011). *TGD-020 General Design Guidelines for Schools*, İrlanda.
- Şahin, E., B., (2018). Mimarlık Öğrencilerinin Eğitim Ortamında İnfornel Çalışma Gereksinimleri Üzerine Bir İnceleme. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi (TMD)*, 14(1):88-117. Doi: 10.17365/TMD.2018.2.5
- Şensoy, S. A., (2018). Eğitim Yapılarında Sirkülasyon Alanları. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi (TMD)*, 14(1):175-200. Doi: 10.17365/TMD.2018.2.2
- T.C. MEB İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı (2015). *Eğitim Yapıları Aşgari Tasarım Standartları Kılavuzu*. Ankara.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı (2016). *Proje Kataloğu*, Ankara. [<http://iedb.meb.gov.tr/katalog/files/mobile/index.html#1>] [Erişim tarihi:28 Ekim 2018]
- TS EN 12464-1, (2011). *Işık ve Işıklandırma İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri*, TS EN, Ankara.
- UK The Department of Education and Skills, (2003). *BB 87 - Guidelines for Environmental Design in School*. Birleşik Krallık.
- UK Department for Education and Employment, (1999). *Building Bulletin 90 (BB 90)-Lighting Design for Schools*. Birleşik Krallık.
- UK The Department of Education and Skills, (2002). *BB 95 (Building Bulletin) - Schools for the Future Designs For Learning Communities*. Birleşik Krallık.