

EĞİTİM KURUMLARINDA AYDINLATMA SİSTEMİ

Selçuk Atış
Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
34722 Göztepe-Kadıköy/İSTANBUL
Tel: 0 216 336 57 70 / 626 Fax: 0 216 418 25 05
satis@marmara.edu.tr

Özet

Aydınlatma, eğitim kurumlarında öğretim ve öğrenme sürecinin sağlıklı bir süreç içinde gerçekleşmesini sağlayan en önemli parametrelerden biridir. Kaliteli bir aydınlatma, kaliteli bir eğitim ortamının oluşmasını sağlar. Bu çalışmada, eğitim kurumlarında kaliteli bir aydınlatmanın sağlanması için gerçekleştirilmesi gereken şartlar verilmiştir. Işık, insanların bedensel, fizyolojik ve psikolojik sağlıkları ve özellikle çalışma alanlarında insan performansı üzerinde derin etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler dikkate alınarak uygun aydınlatma şartlarını oluşturmak için aydınlatma parametreleri, kaliteli aydınlatma, aydınlatma dizaynı, gün ışığı ve aydınlatmanın birlikte kullanımı kavramlarının ele alınması gerekir. Yapılan çalışmada, bu parametreler dikkate alınarak kaliteli bir sınıf ortamının nasıl oluşturulduğu gösterilmiştir. Genel ve çok amaçlı bir sınıf ele alınarak üç farklı düzende kurulan aydınlatma sistemi karşılaştırılmıştır. Eğitim kurumlarımızda sadece görmek için değil kaliteli eğitim alanları oluşturmak için ilgili kurumların işbirliğine gitmesi gerekmektedir.

I. GİRİŞ

Yapılan araştırmalar, ışığın, insanların bedensel, fizyolojik ve psikolojik sağlıkları ve özellikle çalışma alanlarında insan performansı üzerinde derin etkileri olduğunu göstermiştir.

Çalışma alanındaki aydınlatmayı düşündüğümüzde, üzerimizde oluşturduğu fiziksel etki ilk akla gelendir. Örneğin, uygun olmayan aydınlatmada göz yorgunluğu ortaya çıkar ve çalışma alanlarında ciddi yaralanmalara sebep olur. Bir iş ortamında yapılan çalışmada, her üç kişiden ikisinde işyerindeki fiziksel yorgunluğun zayıf aydınlatmadan dolayı oluştuğu belirlenmiştir[1]. Kensington

Technology Group ve the American Society of Interior Designers (ASID) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır [2,3,4].

Cornell Üniversitesi tarafında yapılan çalışmada, uygun olmayan aydınlatmanın görme problemleri oluşturduğu ve iş kayıplarına sebep olduğu gösterilmiştir [5]. Görme konforu üzerinde ışık kaynaklarının önemli bir etkisi olduğu deneysel olarak da belirlenmiştir. [6]. Görme, Görme konforu ve görme performansı gibi kavramlar üzerine birçok çalışma yapılmış ve aydınlatmanın etkisi ifade edilmiştir [7,8,9]

Aydınlatmanın fizyolojik ve psikolojik etkileri de oldukça güçlüdür. İnsanların ruhsal ve motivasyon seviyesini etkiler. Ruhsal durum üzerindeki sistemik etkisi yapılan deneysel çalışmada[10] ve diğer çalışmalarda [11,12] gösterilmiştir.

Bu etkiler dikkate alınarak uygun aydınlatma şartlarının oluşturmak için aydınlatma parametreleri ve kaliteli aydınlatma [13,14], aydınlatma dizaynı [15-18], gün ışığı ve aydınlatmanın birlikte kullanımı ve dizaynı [19-24] kavramları üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan tüm çalışmalarda görülen ortak noktası; çalışma alanlarındaki insan performansını arttırmak, aydınlatma sisteminin işletme, bakım ve onarım maliyetlerini azaltmak ve kaliteli bir aydınlatmayı sağlamak için The Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), The Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE) veya Commission Internationale de l'Eclairage(CIE) ın belirttiği kriterlere uyulması gerekliliğidir. Kriterlerden en önemlisi aydınlatmanın yapıldığı ortamdaki görevlere göre belirlenen aydınlık düzeyinin istenilen düzeyde olmasını sağlamaktır.

Bu çalışmada, yapılan araştırmalar doğrultusunda eğitim yapılan ortamlarda aydınlatma sistemlerinin tasarımında yapılması gereken süreçler anlatılacaktır. Öğretmenlerin ve öğrencilerin performansını arttırmak ve kaliteli bir aydınlatma sağlamak için ışık kaynaklarının belirlenmesi, armatürlerin seçimi ve aydınlatma dizaynı konularında uyulması gereken kriterler gösterilecektir. Ayrıca, okullarda gün ışığı ve yapay aydınlatmanın birlikte kullanımı ve aydınlatmada enerji verimliliğini sağlayacak yöntemler verilecektir.

II. KALİTELİ AYDINLATMA

Aydınlatma; kişilerin asgari görme ihtiyacını sağlayan, ışığın üretim ve dağılımını kontrol eden, ekonomik koşullar altında görme konforuna bağlı olarak iş verimini yükseltmeyi amaç edinen özel bir bilim dalı haline gelmiştir [25]. Tanımdaki amaçlara cevap veren iyi ve sürekli bir aydınlatma elde etmek için aşağıdaki şartların sağlanması gerekir [26]:

- Amacının iyi tespit edilmiş olması,
- Uygun aydınlatma düzeyinin ve tipinin tespit edilerek aydınlatma tekniğine uygun projelendirilmesi,
- Etkinlik faktörü yüksek ışık kaynaklarının tercih edilmesi,
- Işığın armatürde kaybolmasına yol açmayan ve uygun ışık dağılımını veren armatürlerin kullanımı,
- Enerjinin optimum yönetimi için uygun kontrol sistemlerinin kullanımı,
- Belirli aralıklarla armatürlerin düzenli bakımlarının yapılması.

Kaliteli aydınlatma, yüksek aydınlık düzeyi demek değildir. Aydınlatma düzeyinin yeterli olduğu ortamlarda bile ortamda bulunan kişilerin, kamaşmadan ve ortam içindeki farklı parlaklı seviyelerinden kaynaklanan baş ağrısı ve göz şikayetlerinde buldukları görülmüştür. İyi yapılmış bir yapay aydınlatma ile rahat görme koşullarının sağlanması yanında, kişilerin duygusal ve psikolojik ihtiyaçlarına cevap vererek çalışma verimini de arttırmalıdır [26]. İnsanın çalışma performansı ve sağlığı üzerine aydınlatmanın potansiyel etkileri Tablo 1 de görülmektedir [27].

III. EĞİTİM KURUMLARINDA AYDINLATMA SİSTEMİ TASARIMI

Eğitim faaliyetleri için yapılan aydınlatmada amaç; her türlü okul ortamında öğretmen ve öğrenci için optimum bir görsel çevre sağlayarak öğretme-öğrenme sürecine katkıda bulunmaktır. Bu da kullanıcıların görsel işlerini doğru, çabuk ve rahat bir şekilde yapabildikleri görsel bir çevre ile mümkündür. Öğrenme sürecini destekleyecek şekilde tasarlanmış bir görsel çevre öğrencilerin psikolojik ve duygusal olarak tatmin etmeli ve rahat görme koşullarına sahip olmalıdır. Etkili

şekilde kullanılan aydınlatma hoş ve cezp edici ortamlar oluşturur, ferahlık hissi sağlayarak öğrenmeyi teşvik eder ve davranışları iyi yönde etkiler [16,28,29].

Eğitmenlerin ve öğrencilerin performansını artırmak ve kaliteli bir aydınlatma sağlamak için uygun aydınlık düzeyinin belirlenmesi, ışık kaynaklarının belirlenmesi, armatürlerin seçimi ve aydınlatma dizaynı konularında uyulması gereken kriterler başlıklar altında aşağıda anlatılmıştır. Ayrıca, okullarda gün ışığı ve aydınlatmanın birlikte kullanımı ve aydınlatmada enerji verimliliğini sağlayacak yöntemler verilmiştir.

III.1 Aydınlık Düzeyi

Sağlıklı bir öğretim-öğrenme sürecinde uygun aydınlatma şartlarının gerçekleşmesi için aydınlatma alanında standartları belirleyen kurumların tavsiyeleri belirli aralıklar yayınlamaktadır.

IESNA'nın dersliklerin iç yüzeyleri için önerdiği ışık yansıtma değerleri; duvarlar için %40-60, tavan %70-90, zemin %60-50 ve çalışma düzlemi için %30-50'dir. prEN 14464-1 çalışma alanlarında aydınlatma (Lighting of workplaces) isimli Avrupa standardı hacimlerde yapılan eylemlere göre aydınlık düzeyi, renksel geri verim ve kamaşma indisi değerlerini belirlemiştir. Eğitim yapılarına ilişkin değerler Tablo 2 de görülmektedir [30].

III.2 Günışığının Kullanımı

Günışığı yapay aydınlatma sistemleri ile bütünleşik kullanılırsa, eğitim kurumlarında yüksek performans ve kaynakların verimli kullanımını sağlar. Araştırmalarda günışığından faydalanılan sınıflarda öğrencilerin, günışığından yeterince faydalanılmayan sınıflardaki öğrencilere göre hem sınavlarda hem bireysel başarılarında daha üstün oldukları gözlemlenmiştir [31,32,33].

Günışığının okullarda kullanımının faydaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir [31]:

- Akademik performansın artması,
- Enerji tasarrufu,
- İyi aydınlatma,
- Tabiat ile güçlü bağlantı,

- Sağlıklı bir ortam geliştirme,
- İdeal eğitim ortamının sağlanması.

III.3 Işık Kaynaklarının ve Armatürlerin Belirlenmesi

Eğitim kurumlarında ışık kaynaklarının ve armatürlerin seçiminde aşağıdaki faktörler dikkate alınarak gerçekleştirilir.

- Aydınlatma yapılacak ortamın kullanılma amacı,
- Hedeflenen aydınlık düzeyi,
- Enerji tasarrufu,
- Minimum bakım,
- Uzun ömür,
- Nesnelerin renklerini gerçeğe yakın göstermesi.

Tablo 3'de eğitim kurumlarında tercih edilen ışık kaynakları ve armatürler gösterilmektedir [34]

IV. GENEL VE ÇOK AMAÇLI BİR SINIFIN ANALİZİ

Genel ve çok amaçlı kullanılan bir ilköğretim/lise sınıfında armatürlerin yerleşiminde üç farklı durum dikkate alınacak ve aralarındaki farklar verilecektir [35].

Şekil 1 deki lamba armatürlerinin yerleşimi ile gerçekleştirilen sınıf için eğitim kurumlarında genel ve çok amaçlı sınıflar için *kabul edilebilir aydınlatma* uygulaması gerçekleştirilmiştir. Şekil 1 de ki düzenin sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır.

- Lamba armatürleri pencerelere paralel yerleştirilmesi ile ön tarafa doğru iyi bir odaklanma günışığında faydalanma ve çok amaçlı kullanım sağlanmıştır.
- Armatürler içe gömülü olduğu için ferah bir alan oluşturulmuştur.
- Tahta üstünde kullanılan armatür düzeni ile görüş netliği ve öğrencilerin dikkati arttırılmıştır.
- Farklı tip balast kullanılarak enerji verimliliği sağlanmıştır.

Şekil 2 deki lamba armatürlerinin yerleşimi ile gerçekleştirilen sınıf için eğitim kurumlarında genel ve çok amaçlı sınıflar için *iyi bir aydınlatma* uygulaması gerçekleştirilmiştir. Şekil 2 de ki düzenin sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır.

- Lamba armatürleri pencereler paralel yerleştirilmesi ve armatürlerin direkt tip olması ile çok daha iyi görsel bir rahatlık,
- Duvarlarda çok daha fazla ışığın dağılımı,
- Kamaşmanın azaltılması,
- Sıralı bir yerleşim ile iki seviyeli kontrol imkanı,
- Alçak tavanlar için iyi bir seçim.

Şekil 3 deki lamba armatürlerinin yerleşimi ile gerçekleştirilen sınıf için eğitim kurumlarında genel ve çok amaçlı sınıflar için *çok iyi bir aydınlatma* uygulaması gerçekleştirilmiştir. Şekil 3 de ki düzenin sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır.

- Bu düzende kullanılan direkt/indirekt armatür sistemi Şekil 1 ve Şekil 2 de kullanılan armatürlere göre çok daha rahat bir ortam oluşturmuştur. Bu düzen bilgisayar kullanımı içinde idealdir.
- Şekil 1 ve Şekil 2 de ki sistemlere göre enerji verimliliği daha yüksektir.
- Armatürlerin montajları ve kurulumu daha kolaydır.
- Aşırı kamaşma problemi yoktur,
- Kontrast miktarında azalma, aydınlık düzeyinde geniş ve düzgün dağılım,
- Tahta üstünde kullanılan armatür yardımı ile ön tarafa doğru odaklanmanın artması sağlanmıştır.

V.SONUÇ

Eğitim kurumlarında kaliteli bir aydınlatma sisteminin kurulabilmesi için binanın ilk tasarım aşamasında yapı şeklinin en uygun şekilde tasarlanması gerekir. Aydınlatma sisteminin kurum içinde tüm çalışanların çalışma performansını arttıracak şekilde standartlara ve tecrübelerine uygun olarak tasarlanmalıdır. Genel ve çok amaçlı bir sınıfta lambalar pencerelere paralel yerleştirilmeli, tahta üstüne

paralel lamba armatürü ve sınıfın diğer kısımlarında direkt/endirekt armatürler tercih edilmeli ve lambaların kontrolünde sadece anahtar değil sensörlerde kullanılmalıdır. Özellikle aydınlatma tasarımında gün ışığından optimum şekilde faydalanmak için ülkemizin de bölgesel alanlara ayrılarak her bölge için farklı tip mimari yapılar tasarlanmalıdır. Ülkemizdeki eğitim kurumlarımızda sadece görmek için değil kaliteli eğitim alanları oluşturmak için ilgili kurumların işbirliğine gitmesi gerekmektedir.

VI. KAYNAKLAR

- [1] *The Impact of Lighting on Office Workers*, Steelcase Workplace Index, www.steelcase.com, May, 1999.
- [2] *The Importance of Quality Lighting in the Workplace*, www.steelcase.com 1999.
- [3] *The Impact of Interior Design on the Bottom Line*. The American Society of Interior Designer ASID. 1997
- [4] Boyce, P.R., Veitch, J.A., Newsham, G.R., Myer, M., Hunter, C., *Lighting Quality and Office Work: A Field Simulation Study*, Pacific Northwest National Laboratory, 2003.
- [5] Hedge, A., Sims, W.R., Becker, F.D., *A Summary of the Cornell University Study: Lighting the Computerized Office*, 1990.
- [6] Laurentin, C., Berrutto, V., Fontoynt, M., *Effect of thermal conditions and light source type on visual comfort appraisal*, Lighting Res. Technol. Vol 32, No 4, 2000, pp 223-233.
- [7] J A Veitch, J.A., and McColl, S.L., *Modulation of fluorescent light. Flicker rate and light source effects on visual performance and visual comfort*, Lighting Res. Technol., Vol 27, No 4, 1995, pp 243-256.
- [8] Commission Internationale de l'Eclairage, *The Correlation of Models of Vision and Visual Performance*. CIE Publication 145_2002.
- [9] Bommel, W.J.M., Beld G.J., *Lighting for work: a review of visual and biological effects*, Lighting Res. Technol. Vol 36, No 4, 2004, pp. 255-269
- [10] McCloughan, C.L.B., Aspinall P.A., Webb, R.S., *The impact of lighting on mood*. Lighting Res. Technol. 1999; 31: 81-88.
- [11] Veitch, J.A., Newsham, G.R., *Lighting quality and energy efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort*. J. Illum. Eng. Soc. 1998; 27: 107-29.
- [12] Stone, P.T., *The effects of environmental illumination on melatonin, bodily rhythms and mood states. A review*, Lighting Res. Technol., Vol 31, No 3, 1999, pp 71-79
- [13] Pellegrino, A., *Assessment of artificial lighting parameters in a visual comfort perspective*, Lighting Res. Technol., Vol 31, No 3, 1999, pp 107-115

- [14] GR Newsham,G.R, Richardson,C., Blanchet, C., Veitch, J.A.,*Lighting quality research using rendered images of offices*, Lighting Res. Technol., Vol 37, no:2 ,2005, pp. 93_ 115
- [15] Moeck,M., *Lighting design based on luminance contrast*, Vol 32, No 2, 2000, pp 55-63
- [16] Lupton, M.Y., Leung, A.S.M., and Carter, D.J., *Advances in lighting design methods for non-empty interiors*, Lighting Res. Technol., Vol 28, No 1, 1996, pp 29-41
- [17] Jay,P.A., *The art and science of lighting. A strategy for lighting design*, Lighting Res. Technol.,Vol 29, No 3, 1997, pp 158-159
- [18] Jay, P., *Subjective criteria for lighting design*, *Lighting Res. Technol.* vol34,no:2 ,2002, pp. 87–99
- [19] M E Aizlewood, *Innovative daylighting systems. An experimental evaluation*, *Lighting Res. Technol.*, Vol 25, No 4, 1993, pp 141-152
- [20] McEvoy, M.E., *Window construction incorporating trickle vents. Implications for the quality of daylighting in houses*, Lighting Res. Technol., Vol 28, No 1, 1996, pp 19-28
- [21] Littlefair,P., *Daylighting design and research*, Lighting Res. Technol., Vol 32, No 3, 2000, p 101.
- [22] Mardaljevic, J., *Simulation of annual daylighting profiles for internal illuminance*, Lighting Res. Technol., Vol 32, No 3, 2000, pp 111-118.
- [23] Kışkoweit-Lopin,M., *An overview of daylighting systems*, Solar Energy, Vol:73 No:2 pp 77-82, 2002.
- [24] Cheung, G.H.W., Li, D.H.W., *Average daylight factor for the 15 CIE standard skies*, Lighting Res. Technol. Vol:38 No:2 pp. 137-152, 2006.
- [25] Demirdeş, H., *Uygun Aydınlatma Bileşenleri*, Kaynak Elektrik Dergisi, Sayı 6, pp 68-70, 1993.
- [26] Güney, İ, Kocabey, S., Oğuz, Y., *Aydınlatmanın Öğrenme Sürecindeki Katkısının İncelenmesi*, 4.Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul, 2002, 54-59.
- [27] Federal Lighting Guide, A Resource for Federal Lighting Improvement Projects, United States Department of Energy’s Federal Energy Management Program (FEMP), June 1998
- [28] *Philips Lighting Manual*, Philips Lighting B.V., 1993.
- [29] *IES Lighting Handbook Application Volume*, IES, 1987.
- [30] Kesten, D., Yener, A.K., *ilköğretim Binalrında Enerji Etkin Aydınlatma Sistemi Tasarımına İlişkin Bir Çalışma*, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul, 2006, 143-151.
- [31] *National Best Practices Manual For Building High Performance Schools*, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy - U.S. Department of Energy, 2007.
- [32]Heschong Mahone Group, “Daylighting in Schools—An Investigation into the Relationship between Daylighting and Human Performance,” prepared for Pacific Gas & Electric Company and funded by California utility customers, 1999.
- [33]Heschong Mahone Group and New Buildings Institute, “Re-Analysis Summary: Daylighting in Schools, Additional Analysis.” February 2002.

- [34] Benya, J.R., *Lighting for Schools*, Benya Lighting Design, 2001.
[35] www.designlights.com., Erişim: Şubat 2009

VII.TABLolar VE ŞEKİLLER

Tablo 1. Çalışma performansı ve sağlık üzerinde aydınlatmanın potansiyel etkileri

Çalışma Performansı ve Sağlık Üzerinde Aydınlatmanın Potansiyel Etkileri		
	Yüksek Kaliteli Aydınlatma	Düşük Kaliteli Aydınlatma
Performansla ilgili etkiler	<ul style="list-style-type: none">*Farklı alanlardaki işlerin yapılmasını kolaylaştırmak için, ışık birçok çalışma yüzeyine iyi dağıtılmış olmalıdır.*Işık ihtiyaç olursa farklı işler için ayarlanabilir olmalı.*Işık seviyesi ve renk algılaması işe uygun olmalı.*Aydınlatma dizaynı tam bir iş ve genel analize dayanmalı.	<ul style="list-style-type: none">*Işığın zayıf rengi, renk kodlu yazıların yanlış okunmasına yol açar.*Bilgisayar ekranındaki parlak görülebilirliği azaltır.*Çok fazla dim edilen ışık küçük puntolu yazıların okunmasını zorlaştırır.*Tehlikeli yerlerdeki yetersiz aydınlatma, kaza olasılıklarını arttırır.*Aydınlatma tasarımı işin türünü, fiziksel ortamı veya özel yerlerdeki çalışanları dikkate almaz.
Psikolojik etkiler	<ul style="list-style-type: none">*Işık kişisel özellikleri karşılayacak şekilde ayarlanabilir olmalı.*Aydınlatma estetik olarak mutluluk vericidir ve ortamı güzel ve ferah yapar.*Aydınlatma görsel çekicilik sağlar.*Işık bir yer duygusu oluşturur.*Işık ortam içerisinde hareket etmeyi kolaylaştırır.*Güneşli ve pencere görüşü kullanılabilir.	<ul style="list-style-type: none">*Işık çalışanların kişisel özelliklerini karşılayacak şekilde bireysel olarak kontrol edilebilir ve ayarlanabilir olamaz*Aydınlatma görsel olarak sıkıcı ve ilginçtir.*İşaretler veya diğer görsel nesnelere üzerinde ışığın olmaması kişilerin/yerlerin belirtilememesine yol açar, bu da yer bulmada stresli bir dolaşıma sebep olur.*Işık yüzeysel özellikleri ve diğerlerinin görünümünü bozar, karşılıklı iletişimi azaltır ve olumsuz ve yanlış anlaşılır sosyal düşünceleri arttırır.

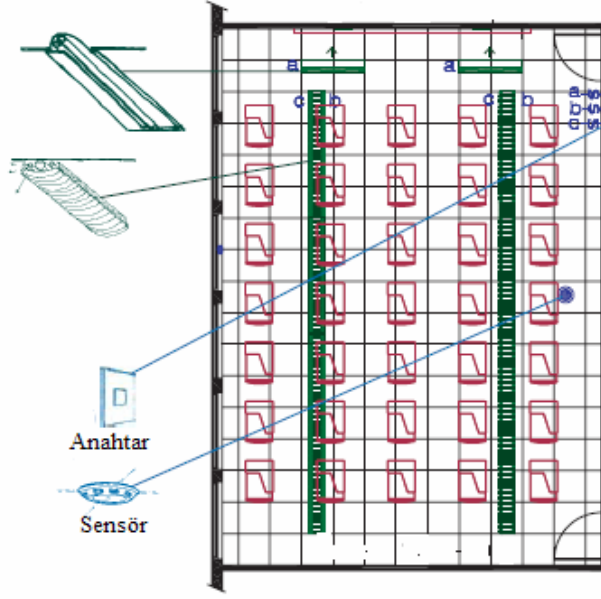
Tablo 2. Eğitim amaçlı etkinlikler için mekanlarda önerilen aydınlık gereksinimleri

Hacim ve Eylem Alanı	E (Lüx)	UGR _L	R _a	Açıklama
Derslik	300	19	80	Aydınlatma kontrol edilmeli
Akşam derslikleri ve yetişkin sınıfları	500	19	80	Aydınlatma kontrol edilmeli
Konferans salonları	500	19	80	Aydınlatma kontrol edilmeli
Yazı tahtası	500	19	80	Bölgesel kamaşmalar engellenmeli
Güzel sanatlar sınıfı	750	19	80	
Teknik çizim dersliği	750	19	80	
Laboratuvar	500	19	80	
Müzik sınıfları	300	19	80	
Bilgisayar sınıfları	300	19	80	
Yabancı dil sınıfları	300	19	80	
Giriş holü	200	19	80	
Koridorlar ve sirkülasyon alanları	100	19	80	
Merdivenler	150	19	80	
Toplantı odaları	200	19	80	
Öğretmenler odası	300	19	80	
Kütüphane, kitaplık	200	19	80	
Kütüphane, okuma alanları	500	19	80	
Depolama bölgeleri	100	19	80	
Spor alanları	300	19	80	EN12193'e bakılmalı
Kantin, kafeterya	200	19	80	
Mutfak	500	19	80	

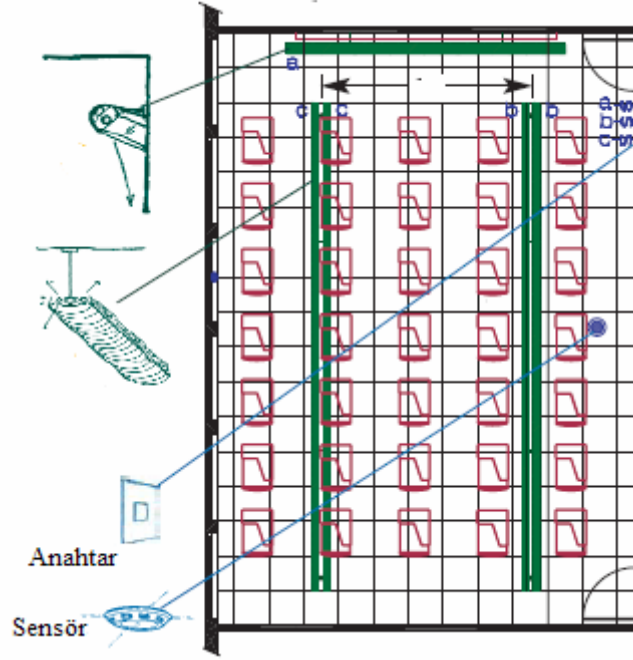
E: Önerilen Aydınlık Düzeyi, UGR_L: Kamaşma limiti, R_a: Minimum renk geriverimi.

Tablo 3. Eğitim kurumlarında tercih edilen ışık kaynakları ve armatürler

Işık kaynağı	Etkinlik faktörü Lümen/Watt	Armatür	Kullanım alanı
T-5 Linear-Flüoresan Lamba, Elektronik balastlı	91	Özel aydınlatma alanları, örneğin Kabin içi, indirekt	Sınıflar, Ofisler, çok amaçlı odalar, kütüphaneler
T-8 Flüoresan Lamba, Elektronik balastlı	92	Yüzey montajı, troffer	Sınıflar, Ofisler, çok amaçlı odalar, kütüphaneler, koridorlar, laboratuvarlar, müzik sınıfları,
T-5 HO Linear-Flüoresan Lamba, Elektronik balastlı	81	Aydınlık düzeyi n	



Şekil 2. İyi bir aydınlatma düzeni



Şekil 3. Çok iyi bir aydınlatma düzeni