



Dersliklerde Görsel Konfor ve İç Yüzeylerin Etkisi

Visual Comfort Parameters for Classrooms and the Effect of Interior Surfaces

Şensin AYDIN YAĞMUR, Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

ÖZ

Derslikler, insanların yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekanlardır. Öğrenmede görsel algılama diğer algılamalara göre daha etkili olduğundan, dersliklerde görsel konfor koşullarının sağlanması, bu eylemin zorlanmadan, yorulmadan ve verimli bir biçimde gerçekleştirilmesi açısından özenle üzerinde durulması gereken bir konudur. Hacimlerde, aydınlığın niceliği ve niteliğinin yanı sıra iç yüzey özellikleri de görsel konfora etki eder. Bu çalışmada, dersliklerde görsel konfor koşullarına yönelik genel bilgi verilmiş, bir derslik hacmi ele alınarak, bilgisayar simülasyon programı aracılığıyla doğal, yapma ve bütünlük aydınlatma koşulları için iç yüzeylerin ışıklılık değerleri örneklenmiş ve YTÜ Mimarlık Bölümü'ndeki bir derslikte çalışma masası yüzeylerine ilişkin öznel değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar sözcükler: Derslik; görsel konfor; ışıklılık.

ABSTRACT

A special period of development is experienced in classrooms. Because visual perception is the most effective means of learning, visual comfort in classrooms has prime importance regarding the performance of educational activity without difficulty, fatigue, or loss of efficiency. Interior surface features affect visual comfort, as do lighting quantity and quality. In the present study, primary factors affecting visual comfort in classrooms are presented, and luminance values of inner surfaces are exemplified with a lighting design program. In addition, results of surveys regarding surface features of work tables in a classroom of the Yıldız Technical University Department of Architecture are presented.

Keywords: Classroom; visual comfort; luminance.

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İstanbul

Başvuru tarihi: 27 Ocak 2016 - Kabul tarihi: 17 Şubat 2016

İletişim: Şensin AYDIN YAĞMUR. **e-posta:** sensinay@hotmail.com

© 2016 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2016 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Derslikler, insanların çocukluk ve gençlik dönemlerinde, yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekanlardır. Bu nedenle, dersliklerde yorulmadan, istekli ve verimli bir biçimde eylem gerçekleştirebilmek için uygun fizik ortam koşullarının oluşturulması gereklidir. Bir mekanda görme eyleminin gerçekleşmesini sağlayan fizik ortam ögesi ışıktır. Işığın niceliği ve niteliği ile hacim iç yüzeylerinin özellikleri, görsel konforun sağlanması açısından temel etkenlerdir.

Görsel algılamanın öğrenmeye katkısı diğer algılamalardan daha fazla olduğu göz önünde tutulursa, öğrenmenin doğru ve yorulmadan yapılabilmesi, öğrenme sürecinin daha verimli ve başarılı olabilmesi için dersliklerde görsel konfor koşullarının sağlanmış olması büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, dersliklerde aydınlatma ve görsel konfor konularına değinilmiş ve iç yüzeylerin görsel konfora etkisi incelenmiştir.

Dersliklerde Aydınlatma ve Görsel Konfor

Gelişmiş ve gelişmekte olan tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi, eğitim ve öğretim konusu, ülkemizde de, genç nüfusun fazla olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. 1973 yılında kabul edilmiş olan ve hala geçerli olan 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu'na göre, ülkemizde eğitim sistemi, örgün eğitim ve yaygın eğitim olmak üzere, iki ana bölümden oluşmaktadır. Örgün eğitim, okul öncesi eğitim, ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim kurumlarını kapsamaktadır. Yaygın eğitim ise örgün eğitimin yanında veya dışında düzenlenen eğitim faaliyetlerinin tümünü kapsar (Milli Eğitim Temel Kanunu, 1739).

Eğitim yapılarında, özellikle öğrencilerin en büyük zaman dilimini geçirdikleri ve derslerin yapıldığı en önemli mekan dersliklerdir. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, eğitim yapılarının tasarımına yön vermek için, 2015 yılında "Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2015 Yılı Kılavuzu" nu yayınlamıştır. Bu kılavuzda, ana okulu, ilköğretim ve ortaöğretim dersliklerinde öğrenci başına düşen minimum alanlara yönelik bilgiler yer almaktadır (Tablo 1; MEB, 2015). Derslikleri çok çeşitli boyutlarda oluşturmak olanaklıdır. Şekil 1'de dersliklerde farklı yerleşim örnekleri görülmektedir.

Dış dünya ile ilişkide, görsel algılama, diğer algılama biçimleri içinde daha büyük bir orana sahip olduğu için

dersliklerin aydınlatması özenle üzerinde durulması gereken bir konudur. Görsel algılamanın güçlendirilmesi, görsel konfor koşullarının sağlanması ile olanaklıdır. Görsel konfor koşullarının oluşturulmasında rol oynayan etkenler,

- aydınlığın niceliği,
 - aydınlığın niteliği,
 - iç yüzeylerin özellikleri
- olarak sıralanabilir.

Aydınlığın Niceliği

Görsel algılamanın temel verisi olan ışığın oluşturduğu aydınlığın azlığı-çokluğu yapılan eylemin niteliğine bağlı olarak değişmektedir. İlgili literatürde, dersliklerde sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerleri Tablo 2'de verilmiştir (CIBSE, 2009; IES, 2009; TS EN 12464-1, 2011).

Aydınlığın Niteliği

Görsel algılamanın koşulu olan aydınlığın niceliği yanında, ışığın rengi, doğrultusu, gölgelerin özelliği ve aydınlık düzeyi dağılımlarını kapsayan aydınlığın niteliği ile ilgili konular, yapılan eylemin özelliğine bağlı olarak algılamada, nicelikten daha fazla önem taşır. Çünkü, görme organı değişen aydınlık düzeylerine uyum sağlama, yani niteliği doğru olan az aydınlık düzeylerinde de görme yeteneğine sahiptir. Ancak, nitelik açısından uygun olmayan koşullarda bu olanaklı değildir.

Işığın Rengi

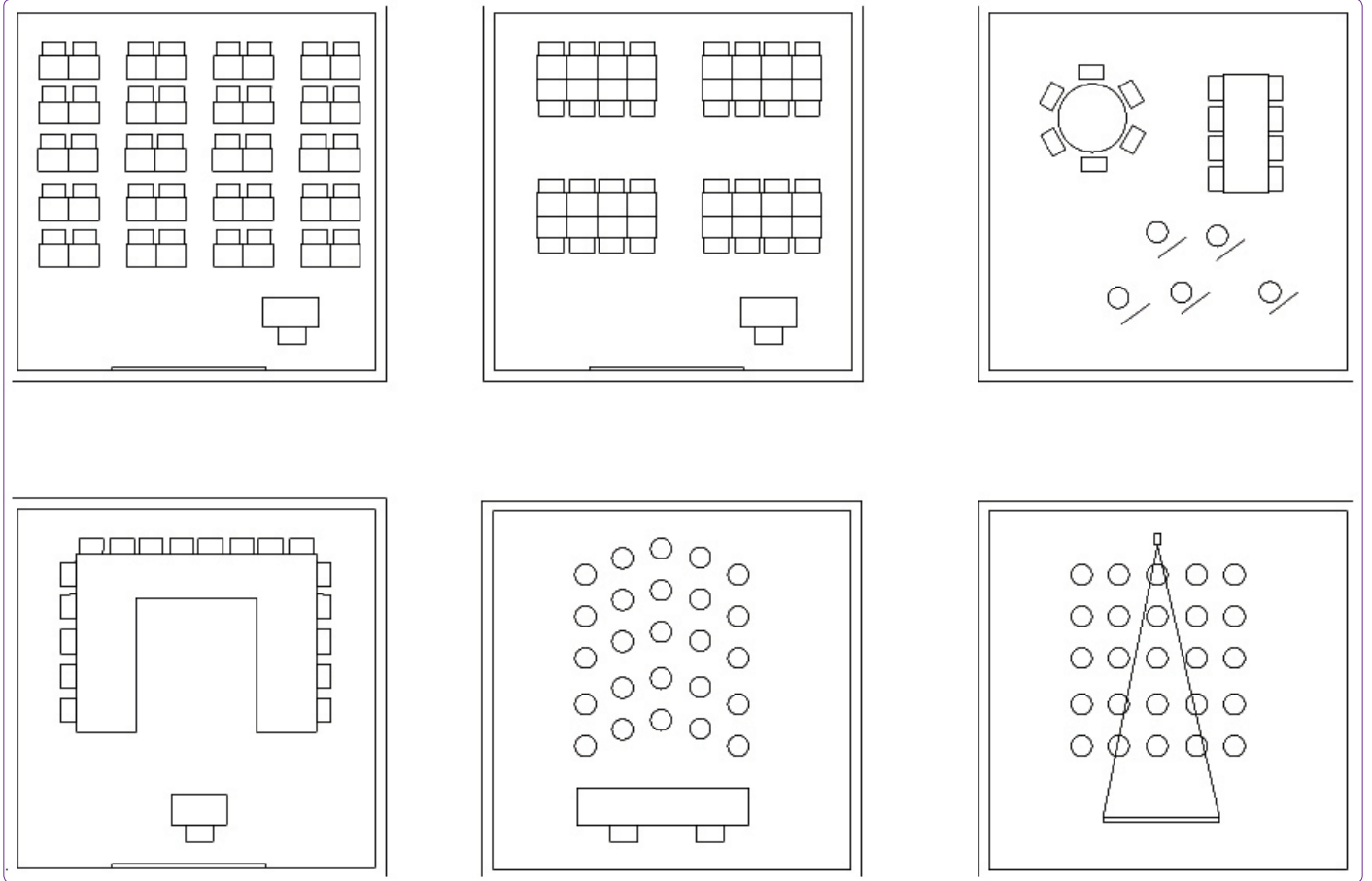
Yüzeylerin gerçek renklerinde algılanması, onları aydınlatan ışık kaynaklarının tayfsal yapısına bağlıdır. Değişik renklerde nesnelerin yer aldığı bir mekanda, tüm renklerin gerçek renklerinde görünmesi için ışığın renksel özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi gerekir. Aydınlatma oluşturan ışığın renksel özellikleri tanımlanırken;

- renksel izlenim
 - ışığın renk sıcaklığı,
 - ışığın renksel geriverim indisi
- belirlemeleri kullanılır.

Renksel izlenim, ışığın renginin sıcak ya da soğuk olarak nitelendirilmesidir. Işık kaynaklarının renk sıcaklığı, Kelvin (K) derecesi ile belirlenir. Renk sıcaklığı ve izlenimi, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından sıcak <3300 K, ılık 3300-5000 K ve soğuk >5000 K olarak üç bölüme ayrılmıştır (IES, 2013).

Tablo 1. Dersliklere yönelik boyut önerileri (MEB, 2015)

Anaokulları	Derslikler en az 20 en çok 25 kişi olarak düzenlenmeli, kişi başına düşen brüt alan min. 2.40 m ² olmalıdır.
İlköğretim	Derslikler 30 öğrenciye göre planlanmalı, kişi başına düşen brüt alan, ilk okullarda min. 1.60 m ² , ortaokul ve liselerde min. 1.90 m ² olmalıdır.
Ortaöğretim	



Şekil 1. Farklı yerleşim örnekleri.

Işığın renksel geriverimi, renkli bir yüzeyin görünen renginin öz rengine ne kadar yakın olduğu ile ilgilidir. Renksel geriverim değerlerine ilişkin sayısal değerler ve belirlemeler, Tablo 3'te yer almaktadır (CIBSE, 2009).

Dersliklerde, ışık rengi açısından günışığına benzeyen (3300-5000 K, ılık), tayfı düzgün ve renksel geriverimi yüksek ışık kaynakları kullanılmalıdır (Karabiber, Ünver, 1998; Ünver, Öztürk, 1993). Ülkemizde yürürlükte olan TS EN 12464-1 Standardına göre, dersliklerde renksel geriverim indisi (R_a) > 80 olmalıdır. Genel aydınlatma açısından, dersliklerde günışığı kullanımı renksel özellik bakımından uygundur.

Tablo 2. Dersliklerde sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerleri (CIBSE, 2009; IES, 2009; TS EN 12464-1, 2011)

Derslikler	Aydınlık düzeyi (lm/m^2)
Anaokulu sınıfı	300
Derslik	300-500
Yazı tahtası	500
Teknik çizim hacimleri	750
Sanat Çalışmaları	500
Laboratuvarlar	500

Işığın Doğrultusu ve Gölge Özellikleri

Bir düzlem üzerine düşen ışık akısı,

- doğrultulu,
- yayınık ya da
- baskın doğrultulu

ışık alanı oluşturur. Üç boyutlu nesnelere, ışığın doğrultusuna bağlı olarak farklı özellikte gölgeler oluşur. Işık kaynağının boyutuna ve konumuna bağlı olarak gölge sert ya da yumuşak, iç yüzeylerin rengi ve ışık kaynağı sayısına

Tablo 3. Renksel geriverim değerleri (CIBSE, 2009)

Renksel Geriverim Sınıfı	Renksel Geriverim İndisi (R_a)
1 (Çok iyi)	
1A	$R_a > 90$
1B	$80 < R_a < 90$
2 (İyi)	
2A	$70 < R_a < 80$
2B	$60 < R_a < 70$
3 (Orta)	$40 < R_a < 60$
4 (Kötü)	$20 < R_a < 40$

bağlı olarak ise açık ya da koyu olur. Baskın doğrultulu ışık alanında oluşan gölgelerin niteliği, genel olarak, yumuşak-açık olurken, yayınlık ışık alanında gölge oluşmaz. Kapalı mekânlarda, pencereler de ışık kaynağı durumuna geçer, konum ve boyutlarına göre gölge niteliği değişir. Dersliklerde, genelde, yayınlık ışık alanı oluşturularak gölgesiz bir aydınlık ya da yumuşak ve açık (aydınlanmış) gölgeler oluşturulması doğru olur.

Aydınlık Düzeyi Dağılımları

Bir mekânda, genel aydınlatma ve bölgesel aydınlatma olmak üzere aydınlığın iki ayrı dağılım özelliğinden söz edilebilir. Dersliklerde, öğrencilerin oturduğu bölümde aydınlık gereksinimi benzerlik gösterdiği için düzgün yayılmış genel aydınlatma yapılması uygun olur. Aydınlığın düzgün yayılmışlık oranı (U_o), minimum aydınlık düzeyinin, ortalama aydınlık düzeyine oranıdır. Tablo 4’de, derslikler için, çeşitli standartlarda önerilen U_o değerleri yer almaktadır.

Dersliklerde, yazı tahtasının, dolayısıyla öğretmenin bulunduğu bölümün öğrenciler açısından daha dikkat çekici olabilmesi için bölgesel aydınlatma uygulanmasında yarar vardır (Şekil 2).

İç Yüzeylerin Özellikleri

Hacimlerde görsel konforun oluşmasında, yukarıda sözü edilen aydınlığın nicelik ve nitelik olarak ortaya konulan temel bilgilerin yanı sıra tüm iç yüzeyler çeşitli özellikleri ile bu oluşumda etkin rol oynar. İç yüzey özelliklerinin başlıca etkileri;

- iyi görme koşullarına etki (kamaşma, gölge niteliği vb.),
- aydınlığa dolaylı katkı-etkin enerji kullanımı,
- görsel etki (mimari görünüş)

olarak sıralanabilir.

İyi Görme Koşullarına Etki

Aydınlatma düzenlerinin gerekli yetkinliğe ulaşabilmesi,

Tablo 4. Derslikler için önerilen aydınlığın düzgün yayılmışlık değerleri (U_o) (CIBSE, 2009; IES, 2009; TS EN 12464-1, 2011)

Derslikler	U_o
Anaokulu sınıfı	0.4
Derslik	0.6-0.8
Yazı tahtası	0.7
Teknik çizim hacimleri	0.7
Sanat Çalışmaları	0.6-0.8
Laboratuvarlar	0.8

görsel konforun kısaca görsel algılamanın eksiksiz bir biçimde gerçekleştirebilmesi “iyi görme koşullarının” sağlanmasına bağlıdır. Aydınlatma tekniği bakımından, iyi görme, “çevrede yer alan tüm nesne ve yüzeylerin biçimsel ve üç boyutsal özelliklerini, renk ve doku ayrımlarını, zorlanmadan, yorulmadan, uzun bir süre rahatça görmek” biçiminde tanımlanır (Ünver, 2015).

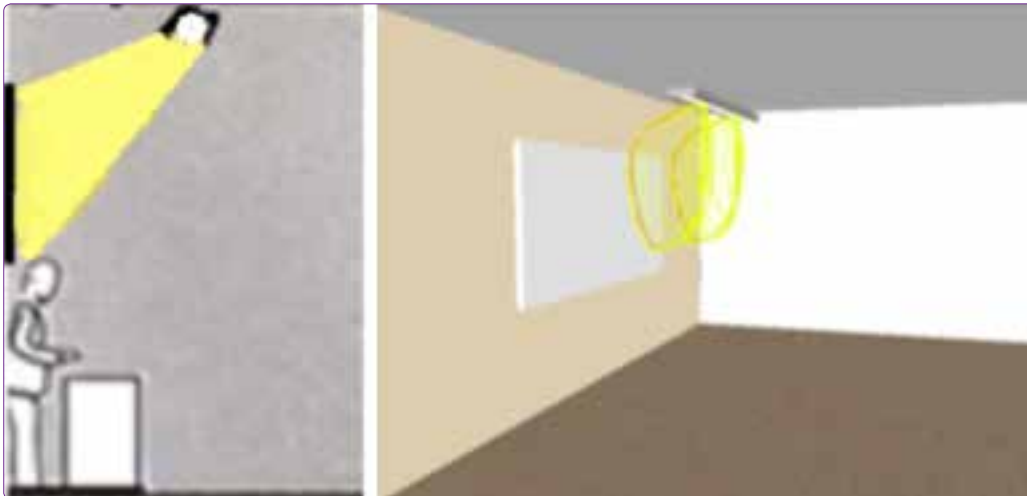
Bir dersliğin tavan, duvar, döşeme gibi mekânı sınırlayan yüzeylerin yanı sıra, mekândaki masa, yazı tahtası, pano vb. donatı yüzeylerinin;

- parlak-donuk (mat),
- açık-koyu,
- renkli-renksiz

olması iyi görme koşullarının sağlanmasında etkili parametrelerdir.

• Yüzeylerin Parlak-Donuk Olması

Yüzeyler ışık yansıtma biçimi özellikleri açısından parlak, donuk ve ara durumları sergiler. Parlak yüzeyler, ayna gibi düzgün yansıtma yapan yüzeyler olarak bakış doğrultusuna göre değişen çevredeki yüzey ve nesnelerin görüntülerini yansıtırlar. Donuk yüzeyler ise izotrop yayınlık yansıtma



Şekil 2. Yazı tahtası için bölgesel aydınlatma örneği.



Şekil 3. Yüzeylerin doku özelliklerine göre ışığı yansıtma biçimleri.

yapan yüzeyler olarak bakış doğrultusuna göre görüntüleri değiştirmeyen, yani görünürlükleri tam olan yüzeylerdir. Işık yansıtma biçimi açısından ara durumlar ise yayınık ya da karışık yansıtma yapan ipeğimsi ve cılalı yüzeylerdir (Şekil 3).

Karışık yansıtma yapan yüzeyi cılalı sıralarda, çevrede yer alan yüksek ışıklılıktaki pencere yüzeyleri ve ışık kaynaklarının görüntüsü oluşur. Yansıtma nedeniyle oluşan bu görüntüler kamaşmaya neden olabilir, bakılan nesne ya da alanın yeterince iyi algılanmamasına yol açar (Şekil 4).

Kamaşma, hacimlerdeki görsel konforu olumsuz yönde etkileyen etkenlerden biri olup ışıklılıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı bir karşıtlık sonucu, nesnelerin ya da bunların ayrıntılarının ayırt edilmesinde bir yetenek eksikliği ya da bir güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşulları şeklinde tanımlanabilir (Sirel, 1997). Kamaşma, yüksek ışıklılıktaki yüzeylerin (aydınlatma aygıtı, pencere) doğrudan bakış alanı içinde yer alması, görüntülerinin parlak yüzeylerden yansıtması ya da ışıklılık dağılımlarının dengesiz oluşu sonucu ortaya çıkar. Kişide yarattığı duyulanmanın niteliğine göre, genel olarak, konforsuzluk kamaşması ve yetersizlik kamaşması olarak nitelendirilir. Bu kamaşma türleri, oluş biçimlerine göre dolaysız kamaşma ve yansımaya kamaşma olarak ele alınabilir. Konforsuzluk kamaşması, kişide nesnelerin görsel algılamasına zarar vermesinin hoş olmayan duyulanmalara neden olur. Yetersizlik kamaşması ise, görsel algılamayı bozar ve ayrıntıların seçilmesini olanaksız hale getirir.

Dersliklerde kamaşma olayının oluşmaması için alınması gereken önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

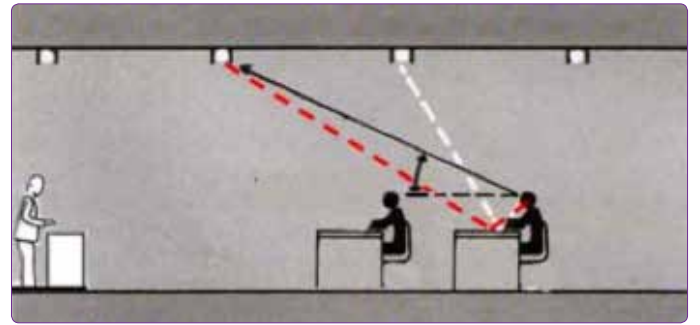
- Aydınlatma aygıtlarının görme alanının dışında tutulması (min 30°'lik açının dışında kalmalı, Şekil 5),
- Aydınlatma aygıtlarının yüksek ışıklılığının palet, örtücü vb. gereçlerle engellenmesi,
- Pencerelerin görme alanının dışında tutulması ya da pencerelerde güneş denetimi yapılması (perde, jalu, güneşkiran vb.),
- Pencere ile duvar arasındaki ışıklılık farkını azaltmak için pencereli duvarların, diğer duvarlara göre daha açık renkli tutulması.

Derslik iç yüzeyleri (tavan, duvar, döşeme) ile mekan içinde bulunan sıra, öğretmen masası vb. nesnelerin yüzeylerinin ışık yansıtma biçimi açısından izotrop yayınık yansıtma yapan, donuk (mat) özellikte olması yeğlenmelidir.

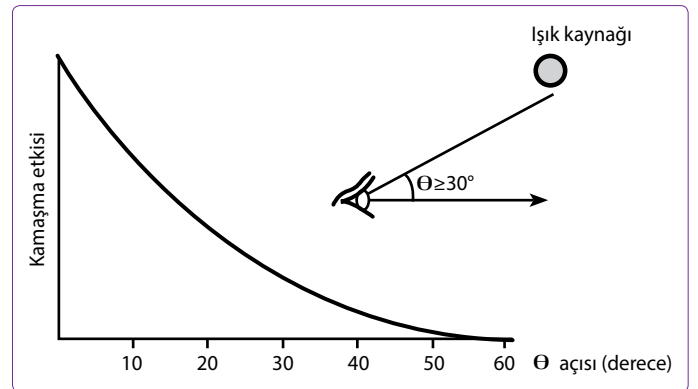
• Yüzeylerin Açık-Koyu Olması

Bir mekanda yer alan yüzeylerin açık ya da koyu olması, yani ışık yansıtma çarpanlarının büyük ya da küçük olması, gölge niteliğine etkisi, ışıklılık oranlarının dengeli olması, hacimdeki ortalama aydınlık düzeyine katkı sağlaması bakımından önemlidir.

Açık renkli yüzeylerin bulunduğu hacimlerde yansımış ışık miktarı daha fazla olacağı için gölgeler açıklar ve iyi görme koşulları açısından daha olumlu durumlar oluşur. Derslik hacimlerinin iç yüzeyleri için, literatürde önerilen



Şekil 4. Işıklılığı yüksek olan yüzeylerin parlak sıra yüzeyinde yansıtması.



Şekil 5. Aydınlatma aygıtlarının görüş alanının dışında kalması için sağlanması gereken açı değeri (INS-AFE, 1963).

Tablo 5. Derslik iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanlarına yönelik öneriler (INS-AFE, 1963; IES, 2009; TS EN 12464-1, 2011)

İç Yüzey	Işık Yansıtma Çarpanı
Tavan	0.70-0.90
Duvar	0.40-0.60
Pencere ve ışıklıkların olduğu duvar	0.60-0.70
Döşeme	0.20-0.50
Yazı tahtası	>0.20
Masa üstü	0.30-0.50

yansıtma çarpanı değerleri Tablo 5'te yer almaktadır (INS-AFE, 1963; IES, 2009; TS EN 12464-1, 2011).

• Yüzeylerin Renkli-Renksiz Olması

Derslikler ve eğitimle ilgili mekanlarda, fizik ortam öğelerinden biri olan rengin kullanımı, üzerinde durulması gereken bir konudur. Uygun iç yüzey renkleri, görsel etki, dikkat toplama, öğrenci verimini artırma vb. konularda olumlu sonuçlar ortaya çıkarır (Duyan, Ünver, 2013). Bir mekanda büyük alan kaplayan yüzeyler, hacim içinde oluşabilecek renk etkileşimi bakımından önemlidir. Buna bağlı olarak, dersliklerde büyük alan kaplayan yüzeylerin (tavan, duvar vb.) yüksek değerli (açık renkli) ve az doymuş olmasına özen gösterilmelidir. Derslik mekanlarında iç yüzey ve donatı renkleri tasarlanırken yukarıda belirtildiği gibi, yüzeylerin yansıtma çarpanlarının da dikkate alınması gerekir. Açık renkler (ışık yansıtma çarpanı büyük), aydınlığın niceliği-niteliği ve etkin enerji kullanımı yönlerinden dikkate değer konular olup, öğrenci ve öğretmenlerin üzerinde de olumlu etkiler yaratır. Renklerin iyi ve doğru görünmesi açısından, seçilen ışık kaynaklarının renksel geriverim indislerinin, daha önce de belirtildiği gibi en az 80 olması gerekir (Tablo 3).

Aydınlığa Dolaylı Katkı-Etkin Enerji Kullanımı

Derslik mekanlarında, çalışma düzlemindeki aydınlık, yapma ışık kaynağından doğrudan gelen ışıkla beraber iç yüzeylerden yansıyan gelen yansımış ışığın toplamından oluşmaktadır. Bu durum, pencereden giren günışığı açısından da geçerlidir (Ünver, 2002; Ünver, Yener, 2000).

İç yüzeylerin açık olması (renkli ya da renksiz), yani yansıtma çarpanlarının yüksek olması, yansıyan ışığın oluşturduğu aydınlık düzeyini arttırdığı için aydınlık düzeyine katkı sağlar, dolayısıyla, yapma aydınlatma için tüketilen enerjinin azaltılması ve elektrik enerjisinin daha etkin kullanımını getirir. Ayrıca, aydınlatma aygıtlarının ışık dağılımı, dolaylı, dolaysız ya da yayınık gibi aydınlatma biçimleri, özellikle, duvar ve tavan yüzeylerine giden ışık oranları açısından etkin rol oynar.

Görsel Etki (Mimari Görünüş)

İç yüzeylerin donuk-parlak, açık-koyu, renkli-renksiz gibi

çeşitli niteliklerde olması, aydınlatma tekniği, etkin enerji kullanımı konularının yanında, mekanların algılanması, estetik değerler taşıması yönlerinden de gözardı edilmemesi gereken önemli konulardır. Fizik etkenlerle ortaya çıkan fizyolojik duyulanmalar sonucu oluşan gereksinimleri karşılayacak çeşitli fizik ortam düzenekleri kurulabilir. Ancak burada önemli olan, aydınlatma tekniği bakımından uygun olan mekanların görsel etki yönünden de estetik değerler taşımasıdır. Dersliklerin özenle tasarlanması, öğrencilerin estetik duygu gelişimi ve okullarını sevmeleri, başarılarının artmasını etkilemesi vb. yönlerden üzerinde durulması gereken bir koudur.

Görme Alanı İçine Giren Yüzeyler

Görme alanı (bakılan alan), baş kımıldamadan, gözleri oynatarak görülebilen noktaların toplamıdır. Başın devinimi, görme alanının değişimine ve bu alan içine giren yüzeylerin değişimine neden olur. Derslikteki öğrenci etkinlikleri temelde;

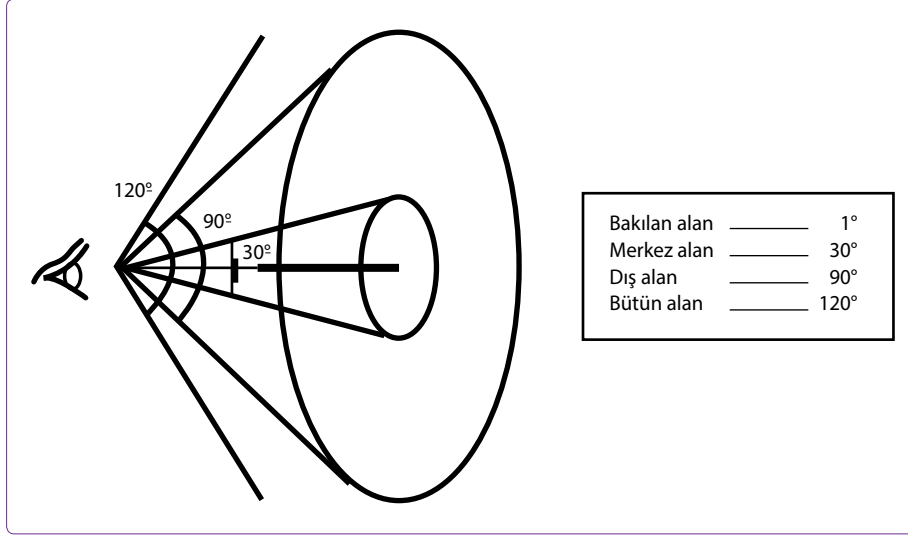
- ders izleme-yazı tahtasına bakma,
- masa yüzeyinde okuyup-yazma,
- film, slayt vb. görselleri izleme

gibi sıralanabilir. Dersliklerde, sıra üzerinde yatay duran bir kağıt ya da kitaba bakıldığında, bunu çevreleyen sıra yüzeyi ve döşemenin belli bir bölümü algılanır. Eğer, yakın planda düşey yüzeyler (duvar, dolap, vb.) varsa onların da özellikle döşemeye yakın olan bölümleri görme alanı içinde yer alır (Şekil 6).

Öğretmenler için genel olarak, öğrencilerin tümünü kapsayan bir görme alanı söz konusudur. Masa başında çalışırken daha sınırlı olan bu alan, konuşmacıyı ve/ya da yazı tahtasını izlerken farklılaşır. Ayrıca, uzaklık etkeni, görme alanı (bakılan alan) içine giren yüzeylerin artmasını getirir. Örneğin, ön sırada oturan bir öğrencinin, yazı tahtasına bakarken sınırlı yüzeyler görme alanı içine girerken, en arkada oturan bir öğrencinin görme alanı içine tavan (aydınlatma elemanları), duvarlar (pencereler), kimi zaman döşeme, masa yüzeyleri gibi öteki yüzeyler de girebilir (Şekil 7).

Görme Alanı İçinde Işıklılık Dağılımları

Görme, yüzeylerin görünürlüğü ile ilgili olduğu için ışıklılık ve ışıklılık ayrımı değerleri aydınlık düzeyi değerlerinden daha etkilidir. Aydınlık düzeyi, görme olayını nicelik olarak sağlayan parametreyi oluşturur. Görünürlüğü sağlayan kavram, ışıklılıktır. İyi bir görsel algılama için, hacim iç yüzeyleri arasındaki ışıklılık oranlarının, belli sınırlar içinde kalarak dengeli olması gerekir. Özellikle, bakış doğrultusunda yer alan ve görme alanına giren değişik yüzey ve nesnelerin ışıklılıkları arasında belli oranların olması ve bunların belirli sınırlar içinde kalması gerekir. Bunun yanında, görme alanına giren doğal-yapma ışık kaynaklarının (güneş, lambalar vb.) da birincil kaynak olarak ışıklılıkları söz konusudur. Bu



Şekil 6. Gözün görme açıları (Şerefhanoglu Sozen, 2015).

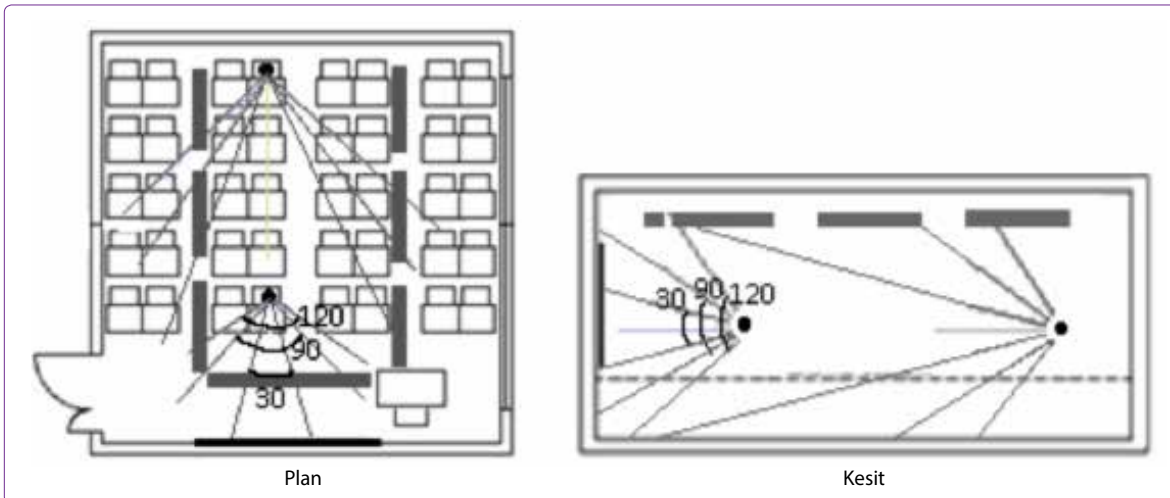
bağlamda, hacimlerde, görme alanı içine giren ışıklı yüzeyler;

- aydınlatma aygıtları, lambalar,
- hacme doğrultulu gelen güneş ışığı,
- aynalaşma etkisi yapan parlak yüzeyler olarak sıralanabilir.

Dersliklerde kullanılacak aydınlatma aygıtlarının aydınlatma biçimlerine, hacim yerleşim (tefriş) planı ve tavan yüksekliğine bağlı olarak karar verilmelidir. Dolaysız aydınlatma biçimi seçilirse, doğrudan gelen ışığın göze gelmesini engellemek için, aydınlatma aygıtlarında palet ya da örtücü kullanılmalıdır. Diğer önemli bir konu da, aygıtların bakış doğrultusuna paralel olarak yerleştirilmesidir. Böylece, yüksek ışıklılıktaki aygıtlardan kaynaklanan kamaşma önlenir ve bu aygıtlar gruplanarak, günışığının yeterli ya da yetersiz olduğu koşullarda gruplar şeklinde kapatılıp açılabilir.

Aydınlatma aygıtlarının ışık yeğinlik eğrilerinin de, duvarlara doğrudan ışık gelecek biçimde geniş açılı olması, hem iç yüzeylerdeki ışıklılık farklarının azaltılması hem de yansımış ışıkla çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyinin artırılması bakımlarından yararlıdır. Doğrudan güneş ışığı için ise hacim dışında güneş denetim elemanları ya da hacim içinde perde, jaluzi, stor vb. önlemler alınabilir.

Kimi dersliklerde camlı dolaplar da kullanılabilir. Dolap içinin karanlık olması ve dolap camının düzgün yansımaya/geçme yapması durumunda, cam yüzeyinde aynalaşma oluşur. Bu tür yüzeyler, bakılan alan içinde bulunduğu zaman, ışıklılığı yüksek yüzeylerin görüntülerini yansıtarak rahatsız edici durumlar oluşturabilir. Derslik içinde, mutlaka düzgün yansımaya yapan camlı ya da cilalı bir yüzey kullanılması gerekiyorsa, bu nesnelerin bakılan alan dışında yer alması sağlanmalıdır.



Şekil 7. Dersliğin farklı bölümlerinde oturan öğrenciler için görme alanına giren yüzeyler.

Tablo 6. Çeşitli standart ve araştırmacılar tarafından önerilen $L\zeta/Lb$ değerleri (Faviex, 1962; Hentschel, 1990; CIBSE, 2009; IES, 2009)

	$L\zeta/Lb$
IES	0.33-1.00
CIBSE	0.43-0.73
Touw	0.35-0.55
Van Ooyen vd.	0.32-0.75
Faviex vd.	0.33-0.40

Tablo 7. Önerilen Işıklılık Oranları (Faviex, 1962; IES, 2009)

Bakılan alan-Merkez Alan (Çevre alan)	3/1
Bakılan Alan-Dış Alan	10/1
Işık kaynağı-Arka Plan	20/1
Görme alanı içinde en yüksek ışıklılık	40/1

Çeşitli standartlarda ve bazı araştırmacıların çalışmalarında, masa, sıra vb. yakın çevre ışıklılığı ($L\zeta$) ile bakılan alan ışıklılığı (Lb) arasındaki orana ($L\zeta/Lb$) ilişkin öneriler yapılmıştır (Faviex, 1962; Hentschel, 1990; CIBSE, 2009; IES, 2009). Söz konusu önerilere ilişkin bilgiler Tablo 6 ve 7'de yer almaktadır.

Literatürde, genel aydınlatma altında, bakılan alan/merkez alan/dış alan için en hoş giden ışıklılık oranları 5/2/1, sınır değerler ise 10/3/1 olarak belirlenmiştir (Faviex, 1962; IES, 2009).

Derslik İç Yüzeylerine Yönelik İnceleme

Bu çalışmada, örnekleme yapmak amacıyla, mimari tasarım yönünden MEB standartlarına uygun bir derslik

mekanı ele alınmış, iç yüzeylerde oluşabilecek ışıklılık değerleri ve oranları bir aydınlatma simülasyon programı kullanılarak incelenmiştir (DIALux 4.12). Ayrıca, YTÜ Mimarlık Bölümü'nde bir derslikte öznel değerlendirme yöntemiyle, masa yüzeylerine ilişkin öğrenci görüşleri değerlendirilmiştir.

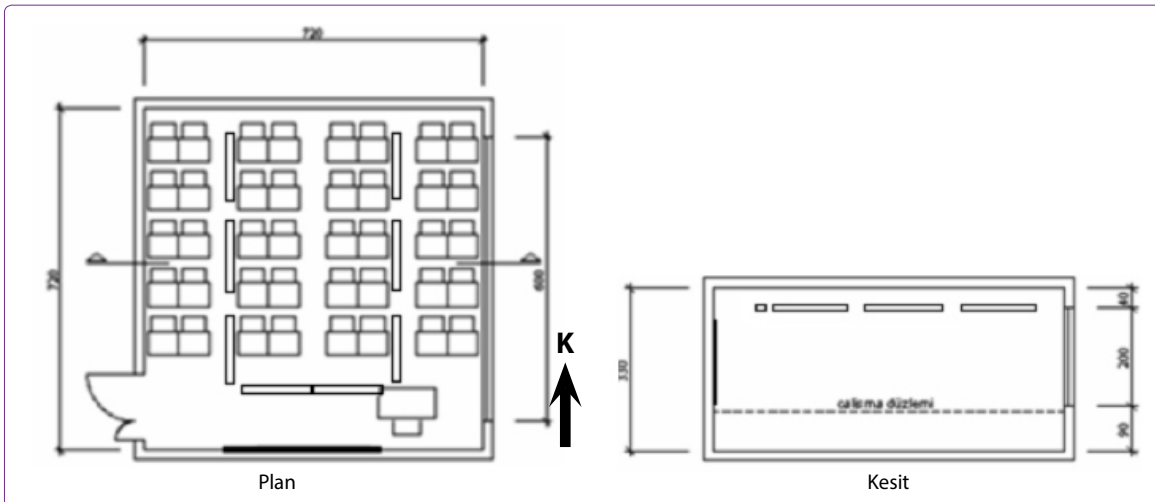
Işıklılık İncelemeleri-Örnekleme

Seçilen derslikte doğal ve yapma aydınlatmanın kullanıldığı durumlar ile ikisinin birlikte olduğu bütünlük (destekli) aydınlatma koşulları için, görme alanı içine giren duvar ve yazı tahtasının ortalama ışıklılık değerlerine yönelik incelemeler yapılmıştır. Hacim boyutu (en, boy, yükseklik) 7.20m, 7.20m, 3.30m alınarak, hacim iç yüzeylerine yönelik üç farklı yansıtma çarpanı için ışıklılık dağılımları hesaplanmıştır. İç yüzey yansıtma çarpanlarına yönelik, tavan, duvar ve döşeme için TS EN 12464-1 Standardı'nda önerilen alt ve üst sınırlar olan 0.70, 0.50, 0.20 ve 0.80, 0.60, 0.30 ile öneriler dışında kalan 0.50, 0.30, 0.10 değerleri alınmıştır. Şekil 8'de seçilen dersliğin plan ve kesiti verilmiştir.

Doğal Aydınlatma Koşullarına Yönelik Kabuller

İstanbul'da yer aldığı ve penceresinin doğu yönünde olduğu varsayılan derslikle ilgili, günışığına yönelik ele alınan kabuller aşağıda sıralanmıştır:

- CIE ortalama gök koşulları (CIE average sky)
- dersliğin kullanım ayları ve saatleri dikkate alınarak hesapların yapıldığı gün ve saatler;
21 Mart saat 09:00 / 12:00 / 16:00
21 Aralık saat 09:00 / 12:00 / 16:00
- çevre koşulları; engelsiz,
- hacim boyutları (en, boy, yükseklik): 7.20m x 7.20m x 3.30m,
- pencere eni ve boyu; 6.00m x 1.25m,



Şekil 8. Örnek derslik planı ve kesiti.

- pencere; plastik doğramalı ve saydam çift camlı (t: 0.75),

Yapma Aydınlatma Koşullarına Yönelik Kabuller

Yapılan incelemede, yapma aydınlatma düzeninin özellikleri aşağıdaki gibidir;

- çalışma düzleminde (0.85 m) ortalama aydınlık düzeyi; 500 lm/m^2 'dir,
- çalışma düzleminde düzgün yayılmışlık (U_o); 0.60'dır,
- genel aydınlatma için, geriverimi (η) 0.60 olan ve T26 36 W lambalı, paletli aydınlatma aygıtı,
- yazı tahtası için yapılan bölgesel aydınlatmada, geriverimi (η) 0.72 olan ve T26 36 W lambalı ve asimetrik yansıtıcı aydınlatma aygıtı kullanılmıştır,
- aydınlatma aygıtlarının ışık yeğnilik eğrileri Şekil 9'da verildiği gibidir,
- aydınlatma aygıtları, bakış doğrultusuna ve pencere düzlemine paralel olarak yerleştirilmiştir.

Hesap Sonuçları ve Değerlendirme

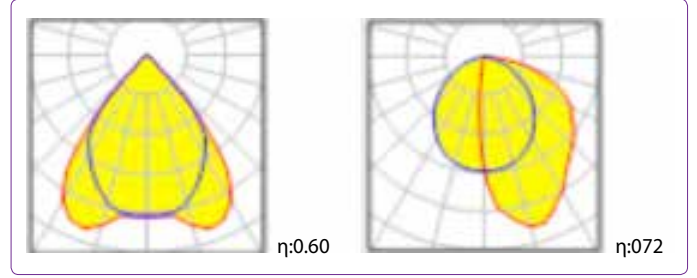
Görme alanı içine giren duvar ve yazı tahtasına yönelik ışıklılık incelemeleri,

- Doğal aydınlatma;
21 Mart saat 09:00 / 12:00 / 16:00
21 Aralık saat 09:00 / 12:00 / 16:00
- Yapma aydınlatma,
- Doğal+yapma aydınlatma (bütünleşik aydınlatma)

koşulları için yapılmıştır. Bakılan alanın yazı tahtası olduğu durum için, duvar ışıklılıkları hesaplanmış, bakılan alan (L_b) ve çevre alan (L_c) ışıklılık oranları belirlenmiştir. Şekil 10'da, her farklı koşul için elde edilmiş hacim içi görünümleri ve Duvar 1, Duvar 2, Duvar 3 olarak isimlendirilen duvarların ışıklılıkları verilmiştir. Ayrıca, bütünleşik aydınlatma koşulları için, doğal aydınlatma ile birlikte kullanılan aydınlatma aygıtı grupları üçe ayrılarak, pencereye yakın aydınlatma aygıtları 1. grup, pencereden uzak bölgede yer alan aydınlatma aygıtları 2. grup ve tahta önü aydınlatması için kullanılan aydınlatma aygıtları 3. grup olarak belirlenmiştir. Şekil 10'da bütünleşik aydınlatma örneklerinde, doğal aydınlatma ile birlikte kullanılan aydınlatma aygıtları gösterilmiştir. Tablo 8'de, yazı tahtası olarak kabul edilen bakılan alan (L_b) ve yazı tahtasının bulunduğu duvar olan çevre alan (L_c) ışıklılıkları ile L_c/L_b oranları verilmiştir.

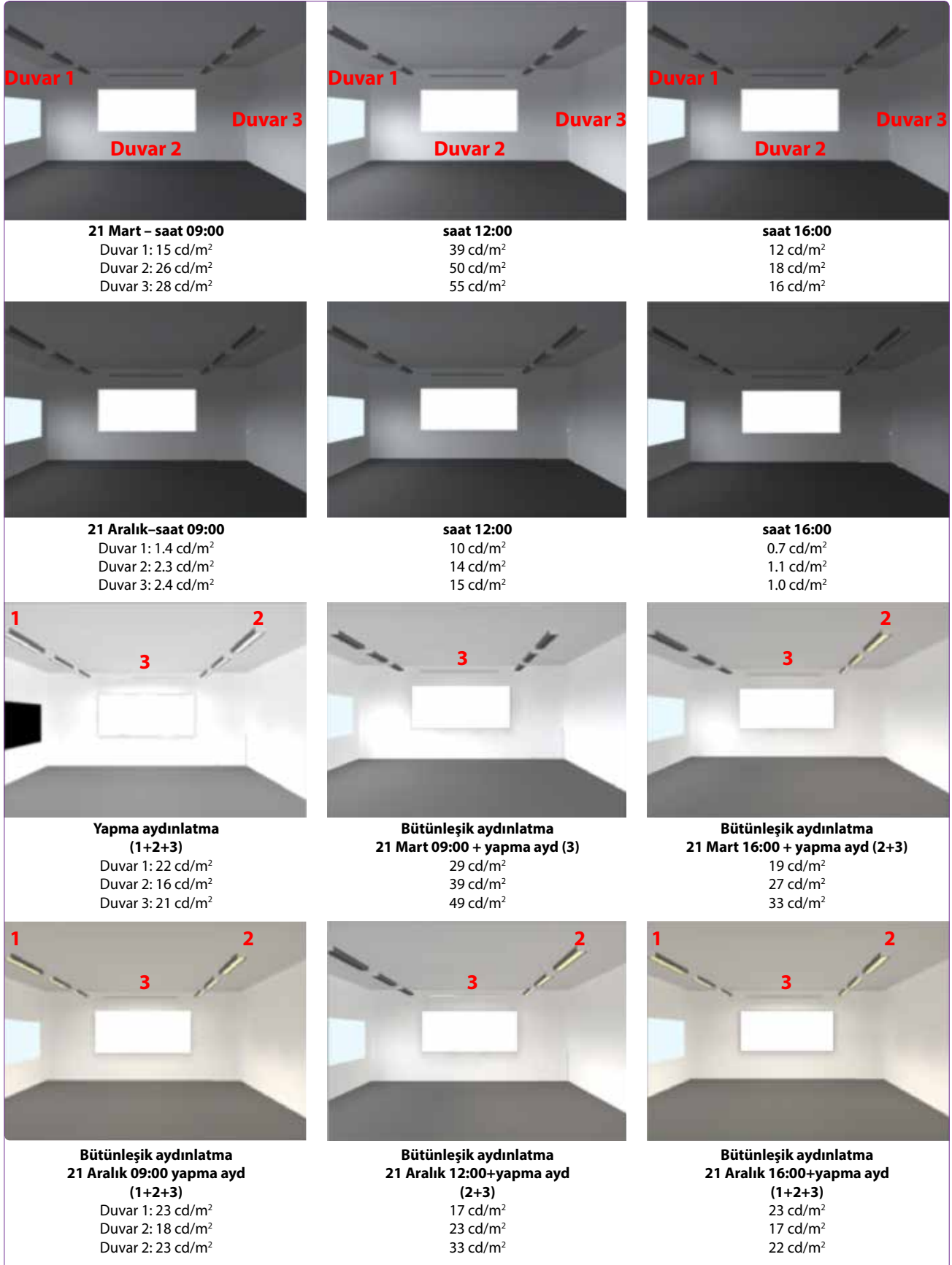
Yapılan incelemeler sonucunda;

- Yansıtma çarpanından bağımsız olarak,
 - doğal aydınlatma koşullarından 21 Mart 09:00 ve 12:00 durumlarının çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık düzeyinin yeterli ($\geq 300 \text{ lm/m}^2$),
 - 21 Aralık 09:00, 12:00 ve 16:00 saatleri ile 21 Mart 16:00 koşulunda çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık düzeyinin yetersiz,



Şekil 9. İncelemelerde kullanılan aydınlatma aygıtlarının ışık yeğnilik eğrileri ve geriverimleri.

- yapma aydınlatma koşullarında, çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık düzeyinin yeterli ($\geq 300 \text{ lm/m}^2$) olduğu,
- genel aydınlatma için seçilmiş olan geniş açılı ışık yeğnilik eğrisinin (Şekil 9) duvarları doğrudan aydınlatarak ışıklılık değerlerini yükselttiği,
- Şekil 10'da her farklı koşul için gösterilen duvar ışıklılıklarının, Aralık ayında, özellikle 09:00 ve 16:00 saatlerinde çok düşük olduğu ve yapma aydınlatma ile desteklenmesi gerektiği,
- bütünleşik aydınlatmada, 21 Aralık 09:00 ve 16:00 koşullarında aydınlatma aygıtlarının hepsinin (1., 2. ve 3. grup) yakılması gerekirken, 21 Mart ve 21 Aralık 12:00 durumlarında pencereden uzak 2. grup ve tahta önü aydınlatmalarıyla (3. grup) desteklenmesi gerektiği,
- 21 Mart 09:00 koşulunda ise, doğal aydınlatma ile çalışma düzleminde yeterli aydınlık elde edilmesine karşın, yazı tahtasının bölgesel olarak aydınlatılmasına (3. grup) ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.
- Tablo 8'de gösterilmiş olan çevre ışıklılıklarının bakılan alan ışıklılıklarına oranları (L_c/L_b), iç yüzey yansıtma çarpanlarının;
 - 0.80, 0.60, 0.30 olduğu koşulda, 0.30 ile 1.00 arasında bulunmuştur. Güneşiği ile aydınlatılan koşullarda, bu oran 0.77 ile 1.00 arasında değişirken, bütünleşik aydınlatma durumunda 0.30 ile 0.41 arasında değişmiş, yapma aydınlatma koşulunda ise 0.30 olmuştur.
 - 0.70, 0.50, 0.20 olduğu durumda 0.20 ile 1.00 arasında bulunmuştur. Güneşiği ile aydınlatılan koşullarda, bu oran 0.53 ile 1.00 arasında değişirken, bütünleşik aydınlatma koşullarında 0.20 ile 0.33 arasında değişmiş, yapma aydınlatma koşulunda ise 0.21 olarak belirlenmiştir.
 - 0.50, 0.30, 0.10 olduğu koşulda 0.10 ile 0.56 arasında bulunmuştur. Güneşiği ile aydınlatılan koşullarda, bu oran 0.32 ile 0.56 arasında değişirken, bütünleşik aydınlatma koşullarında 0.10 ile 0.17 arasında değişmiş, yapma aydınlatma koşulunda ise 0.08 olmuştur.



Şekil 10. Örnek derslik için elde edilen ışıklılık değerleri (iç yüzey yansıtma çarpanlarının 0.80, 0.60, 0.30 olduğu durum için).

Tablo 8. Örnek derslik için hesaplanan $L\zeta/Lb$ oranları

Hesap Koşulu		İç Yüzey Yansıtma Çarpanları (Tavan, Duvar, Döşeme)								
		0.80, 0.60, 0.30			0.70, 0.50, 0.20			0.50, 0.30, 0.10		
		Lb	Lç	Lç/Lb	Lb	Lç	Lç/Lb	Lb	Lç	Lç/Lb
Doğal aydınlatma										
1	21 Mart saat 09:00	30	26	0.87	27	15	0.57	24	8	0.33
2	21 Mart saat 12:00	59	50	0.85	50	29	0.57	43	14	0.33
3	21 Mart saat 16:00	19	18	0.95	17	11	0.68	15	6	0.40
4	21 Aralık saat 09:00	3	2.3	0.77	2	1	0.53	2	1	0.48
5	21 Aralık saat 12:00	17	14	0.82	14	9	0.61	13	4	0.32
6	21 Aralık saat 16:00	1.1	1.1	1	1	1	1	1	0.5	0.56
Yapma aydınlatma										
7		61	16	0.30	59	13	0.21	59	5	0.08
Bütünleşik aydınlatma										
8	21 Mart saat 09:00 ve yapma ayd.	94	39	0.41	88	29	0.33	89	15	0.17
9	21 Mart saat 16:00 ve yapma ayd.	73	27	0.37	69	20	0.29	71	10	0.14
10	21 Aralık saat 09:00 ve yapma ayd.	64	18	0.30	61	13	0.20	62	6	0.10
11	21 Aralık saat 12:00 ve yapma ayd.	71	23	0.32	67	16	0.24	68	8	0.12
12	21 Aralık saat 16:00 ve yapma ayd.	62	17	0.30	60	13	0.21	60	6	0.10

- İç yüzey ışık yansıtma çarpanları 0.80, 0.60, 0.30 olduğunda, bütünleşik aydınlatma ve yapma aydınlatma koşullarında $L\zeta/Lb$ oranlarının önerilen sınırlar içinde kaldığı,
- İç yüzey ışık yansıtma çarpanları küçüldükçe, yapma ve bütünleşik aydınlatma durumlarında bile, $L\zeta/Lb$ oranlarının önerilen sınırlar dışında kalabileceği
- Standartların alt sınırından daha düşük olan 0.50, 0.30, 0.20 iç yüzey yansıtma çarpanları için $L\zeta/Lb$ oranlarının çok düştüğü ve genelde önerilerin dışında olduğu görülmüştür.

Dersliklerin daha çok kullanıldığı bahar ve kış aylarında, doğal aydınlatma koşulları, çalışma düzleminde oluşturduğu aydınlık düzeyi bakımından yetersiz olmakta ve yapma

aydınlatma ile desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, iç yüzey ışık yansıtma çarpanları, önerilen sınırlar içinde olabildiğince yüksek tutulmalıdır.

Masa Yüzeyleri ile İlgili Deneysel Çalışma

Çalışma masalarının yüzey özellikleri ile ilgili görüşleri belirlemek için YTÜ Mimarlık Bölümü'nde bir derslik ele alınarak, öğrencilere anket yapılmıştır (Aydın Yağmur, Şerefhanoglu Sözen, 2012).

- Derslikte aydınlığın yeterli olup olmadığı ve sıraların yüzey özellikleri ile ilgili 4 değerlendirme derecesi oluşturularak (çok rahatsız ediyor, rahatsız ediyor, etkilemiyor, hoşuma gidiyor) yanıtları değerlendirilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin kendi çalışma masaları ile ilgili yeğledikleri 2 seçenek belirlemeleri de istenmiştir.

Tablo 9. Değerlendirmede kullanılan masa yüzeylerinin yansıtma çarpanları

Yüzeyler	Ölçülen yansıtma çarpanları (r)
Beyaz	0.89
Açık gri	0.56
Orta koyuluktaki gri	0.33
Siyah	0.08

- Anket 50 öğrenciye (33 kız, 17 erkek) uygulanmıştır.
- Masa yüzeyleri türsüz (renksiz) olup, parlak ve donuk olan dört ayrı yansıtma çarpanına sahip yüzeyler hakkında öğrenci görüşleri belirlenmiştir. Kullanılan masa yüzeylerinin yansıtma çarpanları D65 CIE Ölçün ışığında ölçülerek, ortalama yansıtma çarpanı değerleri Tablo 9'da verilmiştir (Minolta Spectrophotometer CM-2600d).
- Anket uygulanan derslikte, renk sıcaklığı 6500 K olan dört adet flüoresan lambalı, dolaysız aydınlatma yapan paletli aygıtların kullanıldığı genel aydınlatma düzeni söz konusudur. Bakış doğrultusunda ışık kaynakları görünmemektedir.
- Masalar üzerinde aydınlık düzeyi ortalama 350 lm/m² olarak ölçülmüştür (Series EA 30 aydınlıkölçer).
- 8 ayrı yüzeyi olan masaların üzerinde bakılan alanda, yansıtma çarpanı 0.80 olan A4 boyutunda, renksiz bir kitap sayfası kullanılmış, öğrencilerin okuma sırasında görme alanı içine giren masa yüzeyleri konusundaki görüşleri sorgulanmıştır (Şekil 11).
- Öğrencilerin kendi çalışma masaları ile ilgili yeğledikleri 2 seçenek belirlemeleri de istenmiştir. Şekil 12'deki grafikte değerlendirme sonuçları görülmektedir.
- Deney süresi, ortalama olarak 30 dk'dır.

Öğrencilerin %85'i masa yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyini yeterli bulmuştur. Anket sonuçlarına ilişkin grafikler incelendiğinde ise, genelde donuk ve ortalama yansıtma çarpanları 0.33 ve 0.56 olan gri yüzeylerin tercih edildiği görülmüştür. Ayrıca, parlak yüzeylerin rahatsız edici olduğu belirlenmiştir. Değerlendirmelerde en çok rahatsız edici yüzeyin parlak beyaz ve diğer çok rahatsız edici yüzeyin parlak siyah olduğu saptanmıştır.

Öğrencilerin kendi çalışma masaları için seçtikleri yüzeyler, birinci sırada yansıtma çarpanı 0.33 olan orta koyuluktaki gri, ikinci tercihleri ise yansıtma çarpanı 0.56 olan açık gri olmuş, parlak yüzeylerle ilgili tercihleri olmamıştır.

Öznel değerlendirme yapılan hacimle ilgili ölçülen ortalama aydınlık düzeyi, masa yüzeylerinin yansıtma çarpanları (r), masa yüzeyi ışıklılıkları (L_ç), bakılan alanın ışıklılıkları (L_b) ve masa yüzeyi ile bakılan alan ışıklılığı oranları (L_ç/L_b) ile tercih edilen masa yüzeylerinin L_ç/L_b oranları Tablo 10'da gösterilmiştir.

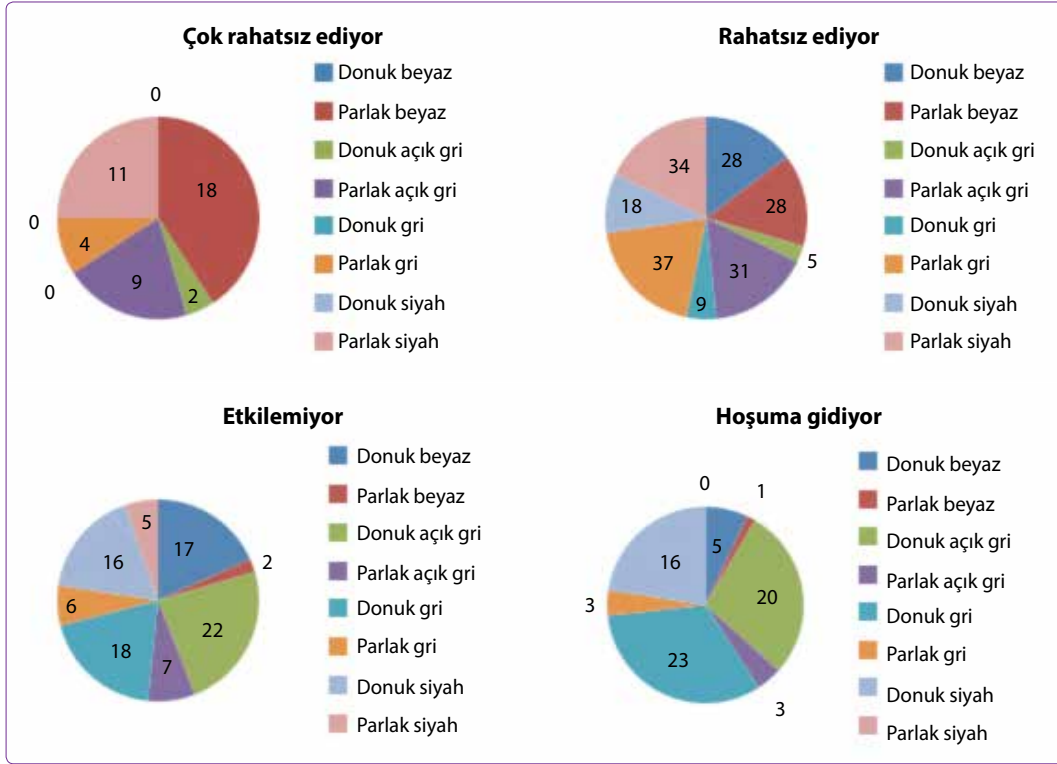
Tablo 10 incelendiğinde, tercih edilen 0.70 ve 0.41 L_ç/L_b değerlerinin Tablo 6'da gösterilmiş olan, literatürde önerilen L_ç/L_b oranlarıyla örtüştüğü görülmüştür.

Sonuç

Derslikler, öğrenme sürecinin temel birimleridir. Bu sürecin verimliliği, algılama türleri içinde en önemli paya sahip olan görsel algılamanın iyi olmasıyla olanaklıdır. Bu bağlamda, dersliklerde görsel konfor koşulları dikkate alınarak doğru nicelik ve nitelikte aydınlatma düzenlerinin getirilmesi ve aydınlatma tekniğine uygun iç yüzeylerin oluşturulması, öğrenci ve öğretmenin bulunduğu mekandan daha hoşnut olmasına, dolayısıyla, öğrenme ve öğretmenin daha verimli ve başarılı olmasına olanak sağlar.

Dersliklerde tavan, duvar, döşeme, yazı tahtası, masa, etkinlik panosu vb. gibi yüzeyler bulunmaktadır. Görme alanına giren bu yüzeylerin, ışıklılık ve ışıklılık ayrımlarının

**Şekil 11.** Deneyle ilgili örnekler.



Şekil 12. Anket sonuçlarına ilişkin grafikler.

uygun seçilmesi ve kamaşmadan kaçınmak için yüzeylerin donuk olması tercih edilmelidir.

Dersliklerde bakılan alan, masa ve sıra üzerinde bir kitap, defter vb. olabileceği gibi, duvar üzerinde bir yazı tahtası ya da pano üzerinde sergilenen öğrenci etkinlikleri de olabilir. Bakılan alan (kitap, defter, yazı tahtası vb.) ışıklılığının en yüksek, çevre alanın (masa, sıra, duvar, pano) daha az ve dış alanın (döşeme vb.) daha da az olması gerekmektedir. Örneğin, kitap okurken masanın kitaptan daha koyu olması ve döşemenin daha da koyu olması gerekmektedir. Ancak, okuma eylemi sırasında görme alanının dış bölgesi olan tavan, duvar ve döşemenin yansıtma çarpanının, yukarıdaki sıralama gözetilerek, olabildiğince yüksek tutulması (açık renkli olması) yapay enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Çünkü, iç yüzeylerin olabildiğince açık renkli olması, pencere ya da ışık kaynaklarından doğrudan gelen

ışığı daha çok yansıtarak, hacim içindeki aydınlık düzeyini artırır ve enerjinin etkin kullanımını sağlar. Bunlara ek olarak, pencere ile duvar yüzeyinin ışıklılıkları arasında büyük fark oluşmaması için, pencereli duvarın yansıtma çarpanının daha yüksek tutulması uygun olur.

Sonuç olarak, dersliklerde görsel konfor koşullarının sağlanması için;

- aydınlık düzeyinin 300-500 lm/m² ve düzgün yayılmışlığının (U_0) 0.60 olması,
- farklı işlevler için (slayt, film vb.) aydınlık düzeyinin değişebilir olması,
- tahta önüne bölgesel aydınlatma yapılması,
- aydınlatma aygıtlarının bakış doğrultusuna paralel konumlanması, palet ya da örtücü kullanılması (kamaşmanın engellenmesi için),

Tablo 10. Anket yapılan hacimle ilgili L_{ζ} , L_b ve tercih edilen masa yüzeylerinin L_{ζ}/L_b değerleri ($E=350$ lm/m²)

Aydınlık düzeyi, E (lm/m ²)	350			
Masa yüzeyi yansıtma çarpanı (r)	0.89	0.56	0.33	0.08
Kitap sayfası ışıklılığı, L_b (cd/m ²) (r: 0.80)	89.2			
Masa ışıklılığı, L_{ζ} (cd/m ²)	99.2	62.4	36.8	8.92
İşıklılık oranı, L_{ζ}/L_b	1.11	0.70	0.41	0.10
Tercih edilen masaların ışıklılık oranı, L_{ζ}/L_b		0.70	0.41	

- pencerelerde perde, jaluzi, güneş kırıcı vb. elemanlarla kamaşma kontrolünün yapılması,
- hacim iç yüzey özelliklerinin kamaşma yaratmayacak şekilde uygun seçilmesi (genel olarak donuk ve açık renkli tercih edilmesi),
- masa, sıra vb. yüzeylerinin donuk olması ve yansıtma çarpanlarının uygun sınırlar içinde kalması, bakılan alandan daha koyu olması, dış çevrenin (döşeme vb.) daha da koyu olması gerekmektedir.

Dersliklerin aydınlatma tasarımında, yapma ve doğal her iki aydınlatmada da aydınlık ve ışıklılık dengesi için denetim gerekir. Günışığı çeşitli nitelikte güneş kırıcı, stor, perde, jaluzi gibi öğelerle ve/ya da farklı özellikleri olan camlar kullanılarak denetlenebilir. Yapma aydınlatmada ise, aydınlatma aygıtı gruplarını, koşullara göre, farklı yakarak (otomatik ya da elle), aydınlık düzeyi ayarlanarak uygun çözümler getirilmelidir. Gün boyunca ve koşullara göre, iki ışığı dengeli kullanarak görsel denge sağlanabilir.

Bu çalışma ile, özellikle derslik tasarımının değişik evrelerinde, tasarımcılara, görsel konfor etkenlerine yönelik genel bilgiler aktarılmış ve derslik iç yüzey özelliklerinin görsel konfora etkisi yönünden incelemeler yapılmış, ayrıca öğrenci görüşlerine de yer verilerek öneriler sunulmuştur.

Kaynaklar

- Aydın Yağmur, Ş., Şerefhanoglu Sözen, M., (2012) "Aydınlatma Tekniği Bağlamında Çalışma Masalarının Niteliği", Professional Lighting Design Dergisi, Sayı 42, ISSN 1305-2926.
- Aydın Yağmur, Ş., Şerefhanoglu Sözen, M., (2012) "An Investigation About Working Plane In Terms Of Visual Comfort", Balkan Light 2012, Belgrad, Sırbistan.
- Bostancı Başkan, T., Şerefhanoglu Sözen, M., (2006) "Dersliklerde Görsel Konfor ve Etkin Enerji Kullanımı-Bir Örnek Derslik Aydınlatması", Megaron YTÜ Mim. Fak. e-dergisi, Cilt 1, Sayı 2-3.
- CIBSE, (2009) Code For Interior Lighting, London.
- CIE, (1986) Guide for Interior Lighting, Second Edition, Austria.
- CIE, International Commission on Illumination, ILV; International Lighting Vocabulary, <http://eivl.cie.co.at/>, 15.01.2015.

- Duyan, F., Ünver, R., (2013) "8-10 Yaş Arası Çocukların Genel Renk ve Sınıf Renk Tercihlerine Yönelik Bir Araştırma", 9. Ulusal Aydınlatma Kongresi.
- Egan, M. D., Olgyay, V., (2002) Architectural Lighting, Mc. Graw-Hill, NY/USA.
- Faviex, J. W. vd., (1962) Lighting Philips technical library, Eindhoven, Netherland.
- Hentschel, H. J., (1990) "Preferred Luminance Ranges for Indoor Lighting" Proceedings of the CIBSE National Lighting Conference, Cambridge, London, p. 128-130.
- IES, (2013), Lighting and Color Introduction, <http://www.ies.org/pdf/education/ies-color-1-webcast-handout.pdf>, [Erişim tarihi: 15.01.2016].
- IES, (2009) Lighting Handbook, 9th Edition, Illuminating Engineering Society, New York.
- INS-AFE, (1963) Recommendations Relatives a L'éclairage des Bâtimens et de Leurs Annexes, Paris, Fransa.
- Karabiber, Z., Ünver, R., (1998) "İlk Öğretim Binalarında Yapı Fiziği", İlk Öğretim Sorunları Sempozyumu, MSÜ, BBB. 98.01, ss. 119-127, İstanbul.
- MEB, (2013) Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2013 Yılı Kılavuzu.
- Milli Eğitim Temel Kanunu, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1739.pdf> [Erişim tarihi: 15.01.2016].
- Sirel, Ş. (1997) Aydınlatma Terimleri Sözlüğü, YEM Yayın, ISBN 975-7438-44-8, İstanbul.
- Şerefhanoglu Sözen, M. (2015) "Aydınlatma Ders Notları", Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bilim Dalı.
- TS EN 12464-1:2011, (2011) Işık ve Işıklandırma-İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri.
- Ünver, R., (2015) "Eğitim Yapılarında Konfor Ne Demek?", Led&Lighting Dergisi, Sayı 16, ss. 114-121, Ocak-Şubat 2015 (www.leddergi.com), <http://www.leddergi.com/edergi/led-lighting16/#114> [Erişim tarihi: 15.01.2016].
- Ünver, R., (2002) Yapı Dışı Engellerin Hacim İçi Gübişığı Aydınlanma Etkisi: İstanbul Örneği, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, İstanbul.
- Ünver, R., Yener, A., (2000) "Kapalı ve Ortalama Gök için İç Aydınlanma Düzeylerinin Karşılaştırılması", 3. Ulusal Aydınlatma Kongresi, ATMK, ss. 41-45, İstanbul.
- Ünver, R., Öztürk, L. D., (1993) "Eğitim Yapılarında Görsel Konforun Doğal ve Yapay Aydınlatma Açısından İncelenmesi", 21. Yüzyıla Doğru Eğitim Yapıları Sempozyumu, YTÜ Mim. Fak., ss. 230-242, İstanbul.