

OKULLARDA AYDINLATMA VE GÖRSEL KONFOR



ÖZET
GİRİŞ
NE OLMASI GEREKİR?
NEDEN ETKİLENİR?
ETKİLENİRSE NE OLUR?
ETKİLER NASIL ALGILANIR?
ETKİLERİN KISA VE UZUN VADELİ SONUÇLARI
ÇÖZÜM
YORUMLAR VE SONUÇ

Ocak 2015

Okullarda Aydınlatma ve Görsel Konfor

Bu rehber Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi'nin İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü işbirliğiyle ilk ve orta okullarda İç Çevre Kalitesi Eğitimi Projesi çerçevesi içinde Proje Çalışma Grubu¹ üyelerinden Tuğçe Kazanasmaz² tarafından hazırlanmıştır.

Rehber, ilk ve ortaokul öğretmenleri ile öğrenci ebeveynleri için hazırlanmıştır. Çalışma grubu üyelerinin iç çevre kalitesi bileşenleri için hazırlanmış oldukları diğer rehberler aşağıda verilmiştir.

MMO İç Çevre Kalitesi Rehberleri
Okullarda İç Hava Kalitesi
Okullarda Isıl Konfor
Okullarda Akustik Konfor
Okullarda Aydınlatma ve Görsel Konfor
Okullarda İç Çevre Kalitesi Bileşeni Olarak Koku
Okul ve Evlerde İç Ortam Hava Kalitesi Ve Çocuk Sağlığına Etkisi
Okullarda Kırtasiye, Temizlik Ve Kişisel Bakım Ürünlerinden Oluşabilecek Riskle

Tüm rehberlerdeki çizimler Çalışma Grubu Üyesi Karikatürist İrfan Sayar'a aittir. Rehberlerdeki bilgilerin sorumluluğu rehberleri yazan Çalışma Grubu Üyesi yazarlara aittir. Tüm rehberlerin her türlü yayın hakkı Makina Mühendisleri Odası'na aittir. Makina Mühendisleri Odası'nın izni olmadan tümüyle veya kısmen yayınlanamaz. Rehberlerde yer alan çizimler Makina Mühendisleri Odası'ndan izin alınmadan hiçbir ortamda kullanılamaz.

¹ (Alfabetik sırada) İbrahim Atmaca, Orhan Ekren, Melik Kara, Ziya Haktan Karadeniz, Tuğçe Kazanasmaz, İrfan Sayar, Aysun Sofuoğlu, Sait Sofuoğlu, Macit Toksoy (İletişim), Hasan Yüksel, Necmi Varlık.

² Doç. Dr. Tuğçe Kazanasmaz. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Urla, İzmir

OKULLARDA AYDINLATMA VE GÖRSEL KONFOR

ÖZET

Bu rehber ile okullarda iç çevre bileşeni olarak ele alınan aydınlatmanın tasarımı ile ilgili konular ve dikkat edilmesi gereken öneriler açıklanmaktadır. Eğitim kurumlarında çalışan eğitimciler ve öğrencilerin motivasyonunun sağlanması, dikkatleri ve performanslarının artırılması için iyi ve doğru tasarlanmış bir aydınlatma uygulaması olmalıdır. Günışığından mümkün olduğu kadar fazla faydalanmalı ve yapay aydınlatma ile bütünlük olarak tasarlanmalıdır. Bu konuda hangi teknik gereksinimlerin sağlanması gerektiği, görsel konforun sağlanmasında hangi şartların olması gerektiği, bu şartların nelerden etkilendiği ve bunlar sağlanamadığında ne gibi sorunlarla karşılaşıldığı ve çözüm önerileri bu rehber kapsamında sunulmaktadır.

GİRİŞ

Eğitim yapılarında (okullarda) aydınlatma tasarımının özel bir yeri vardır. Okullarda gerçekleşen en temel eylem “öğrenme”dir. Bu eylemin, iç çevrenin aydınlatılmasıyla (doğal ve yapay aydınlatma) doğrudan ilişkili olduğu, doğru ve uygun bir aydınlatmanın, öğrencilerin bilgiyi edinmeleri ve akılda tutmalarına yardımcı olduğu bilinir [1,2]. Ayrıca, öğrencilerin motivasyonu ve derse dikkatlerini vererek odaklanma süreleri artar. İç çevrenin kullanım biçimiyle ilişkili olarak dengeli ve düzgün yayılmış bir aydınlık ile gerekli görsel konfor koşulları sağlanmalıdır. Doğru tasarlanmayan bir aydınlatma, eylemlerin gerçekleştirilmesini engelleyebilir, hatta insan sağlığını (göz ve ruh sağlığı vb.) olumsuz etkileyebilir. Böylece, bu rehber ile iç çevre kalitesini etkileyen bir bileşen olan aydınlatma ve görsel konfor koşulları ele alınacaktır. İnsan sağlığını olumsuz etkilememesi için ne olması gerektiği, hangi faktörlerden veya tasarım ölçütlerinden etkilendiği, olumsuz etkilenirse ne gibi sonuçlar olabileceği ve görsel konforu sağlamak için ne gibi çözümlerin üretilmesi gerektiği anlatılacaktır.

NE OLMASI GEREKİR?

Aydınlatma tasarımı, görsel konforun sağlanması için gereken teknik ölçütler ve enerji tüketiminin azaltılması için gereken enerji verimliliği ölçütleri dışında ayrıca insan odaklı olmalıdır. İç çevreyi kullanan kişilerin görsel gereksinimleri düşünülmelidir. Modern eğitim anlayışı, öğrenciyi cesaretlendirme, teşvik etme ve konuları tartışmayı benimsemektedir. Bu da öğrenmenin eskiye oranla daha fazla görsel olmasını gerektirir. Konsantrasyon ihtiyacı daha fazla olmakta ve göz yorgunluğu da artmaktadır [2,3].

Sabit oturma düzeni ve ders tahtası başında konunun anlatımı şeklinde bir ders işleyiş düzeni olduğu gibi serbest bir oturma düzeni ile hem ders tahtasına hem de sınıf çalışması için çalışma grubuna doğru bir yönelme olabilir. Bu şekilde, değişken olan masa ve oturma düzenine göre esnek ve değişken bir aydınlatma tasarımı planlanabilir. Dersliklerde gerçekleşen okuma-yazma eylemi aydınlatmanın planlanması sırasında düşünülmesi gerekli en önemli durumdur. Yazma eylemi, yakın mesafeden yatay düzlemin aydınlık düzeyi ile doğrudan ilişkiliyken, ders tahtası üzerindeki yazı ve şekilleri okuma ve algılama düşey aydınlık düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Göz her iki duruma da, başka bir deyişle, yatay düzlemden düşey düzleme geçiş durumuna uyum sağlamalıdır. Aydınlatma bu uyumu destekler nitelikte olmalıdır. Aydınlatma yönetim/kontrol sistemleri ile aydınlatma armatürlerinin çalışması düzenlenebilir. İç hacimlerin mümkün oldukça günışığı ile aydınlatılması esastır. Yapay aydınlatma, dimleme özelliği ile doğal aydınlatmayı desteklemelidir. Kamaşma olmaması için aydınlatma armatürlerinin optik özelliklerinin uygun olması gerekir. Güneşin konumuna, yönelmeye ve havanın açık veya kapalılık durumuna göre kamaşma olmaması için de

perde ve gölgeleme elemanları, hatta günışığından en verimli şekilde faydalanabilmek için günışığı yönlendirme sistemleri uygulanmalıdır [2-5].

1. Eylemlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için gereken minimum aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Bu sayısal değerler çeşitli standartlarda belirtilir. DIN EN 12464-1 standardına göre, derslikler için önerilen minimum aydınlık düzeyi 300 lux'tür (DIN standardı). Bu değer minimum olmakla beraber, 500 lux'lük yüksek bir aydınlık düzeyinin sınıf çalışmaları için daha iyi olduğu söylenebilir [2].
2. Ders tahtası (beyaz ya da siyah yazı tahtası) üzerinde (düşey düzlemde) düzgün yayılmış 500 lux'lük bir aydınlık düzeyi olmalıdır. Beyaz tahta daha parlak bir yüzeyden oluştuğu için daha az miktarda ışık yeterli olurken, yüzey yansımalarına karşı daha duyarlıdır [2]. Beyaz yazı tahtası, üzerinde kamaşmayı engellemek için aşırı parlak olmamalıdır. Tahtanın çevresi çok karanlık olmamalıdır. Kamaşmaya karşı ışık kaynaklarının düzeni ve tipi önemlidir. Projeksiyonlu sunumlar için genel aydınlatmadan ayrı kontrol edilebilir, gerektiğinde tamamen kapatılabilir ve dimlenebilir bir aydınlatma düzeni kurulmalıdır [3].
3. Okullarda iyi bir aydınlatma oluşturmanın temeli, düşey sunum yüzeylerinin iyi aydınlatılmasına dayanır. Düşey yüzeyde yazılı olan her şey iç hacmin tüm açılarından okunabilir olmalıdır. Yazı tahtasının yaklaşık 0,85-1,35m önüne ışığı tamamen duvar yüzeyine yönlendiren aydınlatma aygıtları yerleştirilebilir. Böylece düşey düzlemde yeterli düzeyde parlak ve düzgün bir aydınlatma sağlanabilir. Uzaktan tahtadaki yazıların görünürlüğü artar [2,3].
4. Düzgünlük faktörü -minimum aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranı- 0,7 olmalıdır (DIN standardı). Eylemlerin gerçekleştiği alan içerisinde aydınlık düzeyindeki aşırı değişkenlik görsel performansı azaltan ve dikkatin dağılmasına neden olan bir etki yaratır. Düzgünlük faktörü, böyle bir durumda oluşacak aşırı kontrast ve dikkatin dağılması durumunu engellemek için olması gereken minimum değeri gösterir [2].
5. Yapay aydınlatma armatürlerindeki lambaların Renksel Geriverim İndeksi (R_a) en az 80 olmalıdır. Renksel geriverim, renklerin doğru ve gerçek renginde algılandığının bir göstergesidir. Bu değer ne kadar yüksekse (ne kadar 100'e yakınsa) renkler o kadar gerçeğe yakın görünür. Renklerin en doğru algılandığı koşul günışığı ile sağlanır. Bu değer, kullanılacak ışık kaynağının (lambanın) minimum renksel geriverim değerini ifade eder [2,4].
6. Kamaşma İndeksi (Limiting glare rating), yapay aydınlatma armatürleri için geçerlidir. Bu oran, görüş alanı içerisinde parlak ışık kaynaklarından kaçınmak için izin verilen maksimum değeri ifade eder. Derslikler için kamaşma indeksi minimum 19 olmalıdır [2-4].
7. Günışığı ile dersliklerin gün boyunca aydınlatılması esastır [2,3].

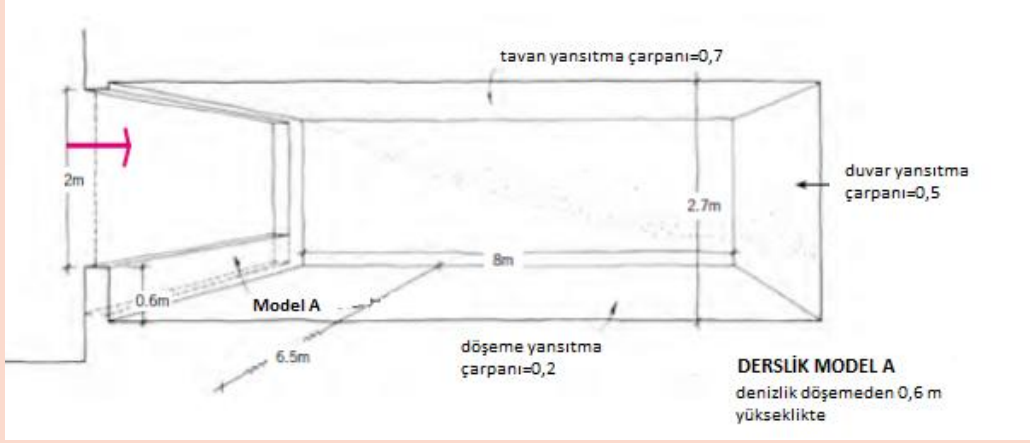
“Doğal aydınlatma ile ilgili yönetmelikler, günışığının değişken yapısı ve aydınlatma alanına özgü problemler nedeniyle tam olarak geliştirilememiştir. Sürekli değişken olan günışığı ile ilgili standartlar da sadece aydınlık düzeyini değil, iç hacimdeki aydınlatma süresini de dikkate almalıdır. Bazı standartlarda, eğitim yapıları için öneriler bulunmaktadır. Bunlar, günışığı çarpanı, aydınlık düzeyleri ve pencere alanı gibi değişkenler esas alınarak hazırlanmışlardır. Her biri incelenirken, önerilen değerlerin yıl içinde hangi süre için ve hacmin hangi bölümlerinde sağlanması gerektiği gibi bilgiler ve bunların ülkelere göre değiştiği dikkate alınmalıdır” [1].

7.a “Günişığı çarpanı, iç aydınlık düzeyi ile dış aydınlık düzeyi arasındaki orandır. Bu oran, tasarım koşulları için minimum kabul edilebilir koşullar olarak ele alındığında, CIE kapalı gökyüzü durumunda uygun bir aydınlık düzeyi ölçütüdür [7]. Fransa’da 1997’de hazırlanan yönetmelik, derslikler için, kapalı gök koşulunda minimum %1,5’lik günişığı çarpanı değerini önerir [8,9]. İngiltere’de yayımlanan standarda göre, İngiltere’deki okullarda, özellikle tek yönden ışık alan derslikler için bu değeri, %2 olarak; aydınlık düzeylerini de 300-500 lux arasında önerir [8,10].”

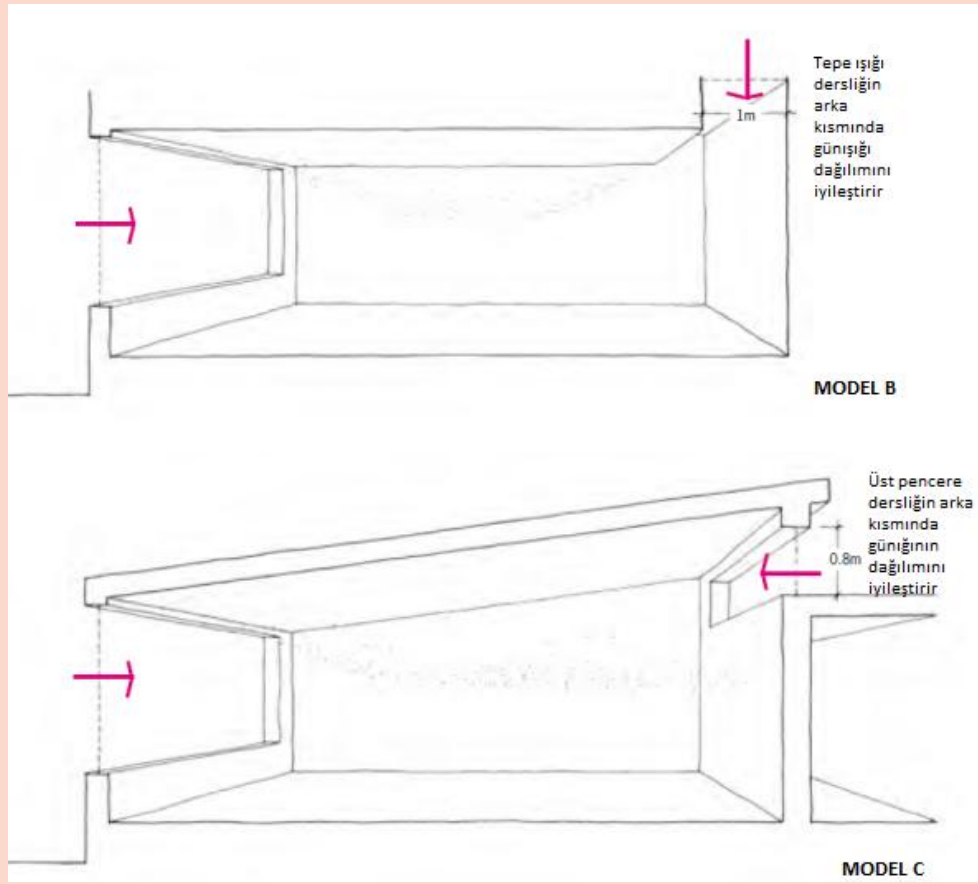
7.b “Aydınlık düzeyi ile ilgili Almanya’da kullanılan standart ise, iç hacimde yürütülen işlerin zorluğuna göre farklı günişığı aydınlık düzeyleri önerir. Örneğin, normal zorlukta bir iş için minimum 250-500 lux, zor bir iş için minimum 750-1000 lux, kolay bir iş için ise 60-120 lux aydınlık düzeyleri sağlanmalıdır. [8,11]. CIBSE, ise ofisler için önerilen ortalama aydınlık düzeyi minimum 300 lux; amfi, laboratuvar ve ders tahtası için minimum 500 lux, giriş holü için minimum 200 lux ve dolaşım alanı için minimum 100 lux’tür [8,12].”

7.c “Günişığı, yapı boşluklarından geçerek iç hacme ulaşır. Pencereleler de bu boşluklardandır. Aydınlık düzeyi veya günişığı çarpanı gibi değerler belirlenirken pencere boyutlarının saptanması gerekir. Günişığınin durumuna göre pencere alanı değişir. İç hacimde sağlanması beklenen ortalama bir günişığı aydınlık düzeyi için pencere alanı hesaplanırken, gün boyunca göğün ışıklılığının homojen bir dağılım göstermediği dikkate alınmalıdır. Kabul edilebilir bir ışıklılık değeri alınır. Hacimde olması beklenen aydınlık düzeyini aynı seviyede tutabilmek için, göğün ışıklılığının az olduğu duruma göre pencere boyutlarının geniş tutulacağı, çok olduğu duruma göre ise pencere boyutlarının küçüleceği açıktır [7]. Pencerenin şeffaf bir malzeme olması nedeniyle ışık ile birlikte doğrudan güneş ışınımının da hacim içerisine alındığı durumlarda, günişığı binanın ısınmasına yardımcı olur... İngiltere’deki standarda göre, 8 metre derinliğinden az olan odalar için, pencere alanının, pencerenin bulunduğu dış duvar alanının %20’si kadar olması, derinliği 14 metreden fazla olan odalar için ise %35’i kadar olmasının önerildiği görülmektedir [10]. Ofislerde, dışa bakan duvar yüzeyinin %35’i, kamu binalarında da dış duvarın toplam alanının %25’i pencere alanı olmalıdır [7,8]. Almanya’da kullanılan standart farklı boyutlardaki odalar için önerilen pencere boyutlarına dayanmaktadır. Örneğin, 2,80 m yüksekliğinde ve 2 x 3 m boyutlarında bir oda için pencere yüksekliği 1,63 m ise genişliği 1,31 m önerilmektedir. Bu standarda göre, pencerenin, havalandırma ve çıkış işlevinden çok aydınlatma işlevine odaklanarak ele alındığı ve tasarlandığı dikkat çekmektedir [11].” [1].

Örneğin, Şekil 1’deki örnek bir derslik için pencere alanı yaklaşık 12m² olarak önerilebilir. Bu durumda pencerenin yönlenmesine de bağlı olarak yaklaşık 6 ay boyunca yeterli günişığı sağlanır [3]. Pencerenin yönüne ve dış engellere bağlı olarak, doğrudan gelen güneş ışığını engellemek için de uygun tipte gölgeleme elemanları kullanılmalıdır. Dersliğin pencereye en uzak bölgesinde günişığınin yetersiz kaldığı durumlarda ise yapay aydınlatma armatürleri ile aydınlık düzeyi dengelenmelidir. Şekil 2’de ise pencerenin bulunduğu duvarın karşısında tasarlanacak tepe ışığı veya üst pencere ile günişığınin dengeli dağılımı sağlanabilir. Yapay aydınlatmaya olan ihtiyaç azalır.



Şekil 1. Örnek bir derslik şeması (Model A) [3].



Şekil 2. Örnek bir derslik şemaları (Model B ve C) [3].

Tablo 1: Aydınlatma tasarımı bileşenleri [3].

Doğal Aydınlatma Tasarımı		Yapay Aydınlatma Tasarımı
Odanın yönü	Odanın formu ve ebatları	
Dış engeller		Lambalar
Güneş ışığı kontrolü yönlendirilmesi	Mobilya/tefriş	
Pencereler	Yüzey malzemelerinin rengi ve yansıtma çarpanları	Aydınlatma aygıtları
Tepe ışığı ve üst pencereler		Aydınlatma kontrolü
Atriyum	Bakım	Aydınlatma sistemi
Bütünleşik Aydınlatma Tasarımı		

Tablo 1’de, aydınlatma tasarımının bileşenleri görülmektedir. Doğal aydınlatma için odanın yönelmesi, dış engeller, güneş ışığının kontrolü ve güneş ışığının yönlendirilmesi, pencere tasarımı, çatı açıklıkları ve atriyum tasarımına dikkat edilmelidir. Pencere alanı ve tepe ışıklığı değiştiğinde aydınlık düzeyinin miktarı ve dağılımı da değişir (Şekil 4). Yapay aydınlatma için ise lamba ve armatürlerin seçimi, aydınlatma kontrol sistemleri ve aydınlatma düzeni önemlidir. İç hacmin boyutları ve formu, yüzey malzemelerinin rengi ve yansıtma çarpanları ve odanın tefrişi (mobilyalar) aydınlık düzeyini ve parlılık dağılımını etkileyen diğer bileşenlerdir. Ayrıca aydınlatma sisteminin bakımı kullanılmaya başlandıktan sonra düzenli olarak yapılmalıdır.



Şekil 3. Pencere tasarımı ve çatı açıklıkları değişikliğiyle aydınlık düzeyi ve ışık dağılımı değişimi.

NEDEN ETKİLENİR

Aydınlık düzeyi ve düzgünlük faktörü, derslik hacminin boyutları, iç yüzey malzemelerin renkleri ve yansıtma çarpanları, mobilyaların konumu gibi mimari faktörlerden etkilenir. Düzgünlük faktörü, yatay ve düşey düzlemler için ayrı ayrı hesaplanan minimum, maksimum ve ortalama aydınlık düzeyi değerlerinden etkilenir. Ayrıca, aydınlık düzeyi yapay aydınlatma düzeni, lamba ve armatürlerin seçimiyle de doğrudan ilişkilidir. Belirli bir sıra veya karolaj düzeni ile yerleştirilen aydınlatma aygıtları genel aydınlatmayı sağlar. Düzgün yayılmış ışık altında az gölgeli bir görsel çevre oluşturulabilir. Lambaların bakım faktörü de (kirlilik oranı da) aydınlık düzeyini etkileyen bir unsurdur. Lamba ne kadar kirli ve tozlu ise yaydığı ışık miktarı belirli bir oranda daha azdır.

Ders tahtası ve düşey yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyi, yukarıda bahsedilen faktörlerden etkilenir. Kullanılan armatürün ders tahtasından ve düşey yüzeylerden olan uzaklığı da etkilidir. Ders tahtasının malzemesi ve yüzey kaplama malzemesi, yüzeyden yansıyan ışık miktarını etkileyeceğinden parlaklık değerini değiştirir.

Renksel Geriverim İndeksi (R_s), seçilen ışık kaynağına, yani lambaya bağlıdır. Kamaşma indeksi de seçilen ışık kaynağına bağlıdır.

Doğal aydınlatma, odanın yönlenmesi, dış engeller, güneş ışığının kontrolü ve günüşiğinin yönlenmesi, pencere tasarımı, çatı açıklıkları ve atriyum tasarımı konularıyla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca derslik hacminin boyutları, iç yüzey malzemelerin renkleri ve yansıtma çarpanları, mobilyaların konumu gibi mimari faktörlerden de etkilenir.

Günüşiği çarpanı ve doğal aydınlık düzeyi; derslik hacminin yönlenmesi, dış engeller, pencere alanı, pencere camının geçirgenliği, iç yüzey alanı, malzemelerin yansıtma çarpanı ve bakım faktörü değerlerinden etkilenir. Ayrıca dış aydınlık düzeyi ve gök koşulları bu faktörü etkiler. Pencere alanı, mimari tasarım sırasında uygun ölçülerde tasarlanmalıdır. Pencere açıklığının konumu da iç hacimdeki aydınlık düzeyinin dağılımını değiştirir (Şekil 3).

Aydınlatma tasarımının bileşenleri, mimari tasarım sırasında belirlenmektedir.

ETKİLENİRSE NE OLUR?

Aydınlık düzeyi, aynı yapay aydınlatma koşulları altındayken derslik hacminde, yansıtma çarpanı yüksek olan yüzey malzemeleri kullanılırsa daha yüksek olur. Hacmin yüksekliği artarsa, örneğin, çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi azalır. Derslik hacminin mimari özellikleri aynı kalmak koşuluyla, aynı aydınlatma düzeni içerisinde ışık akısı yüksek lambalar kullanıldığında aydınlık düzeyi artar. Aşırı parlak yüzeyler nedeniyle kamaşma olabilir. Aydınlatma düzeni değiştiğinde, örneğin, armatür sayısı azaldığında aydınlık düzeyi azalır. Armatür tipi değiştiğinde, ışık dağılım eğrileri değişir ve böylece aydınlık düzeyi azalır veya artar. Armatür bakımı yapılmadığında, kirlilik oranı artar. Lambaların ömrü (yanıp yanmadığı) kontrol edilmediğinde bozulan eskiyen lambalar değiştirilmez. Her iki durumda da tasarım sırasında öngörülen aydınlık düzeyi sağlanamaz, bu değer azalır. Işık kaynağının titreyerek yanıp yanmadığı da kontrol edilmelidir.

Beyaz yazı tahtası yüzeyi aşırı parlak olursa veya tahtanın çevresi çok karanlık olursa kamaşma oluşur. Seçilen lambanın ışık akısı değeri çok yüksekse aydınlık düzeyi çok yüksek olur. Armatür, ders tahtasından uzak bir noktaya yerleştirildiyse ışık dağılımı tahta yüzeyini aydınlatmaya yetmeyebilir.

Düşey yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyinin aşırı parlak veya çevre yüzeylere göre karanlık olması kamaşmaya neden olabilir.

Düzensizlik faktörü, hacim içerisinde minimum ve maksimum aydınlık düzeyi arasındaki fark arttıkça olumsuz olarak etkilenir. Düzensiz dağılım azalmış olur. Bu da parlak dengesizliğine neden olduğundan kamaşma problemi görülür. Hacim içerisinde belli noktalarda aydınlık düzeyi yetersiz kalır.

Renksel Geriverim İndeksi (R_g) istenilen değerden düşük olan bir lamba seçildiğinde iç hacimdeki renkler gerçek renklerinden farklı görünür. Kamaşma indeksi değeri uygun olmayan bir lamba seçildiğinde bu ışık kaynağı kamaşmaya neden olur.

Günlüğü çarpanı, önerilen değerlerden yüksek olursa kamaşma problemi görülür. Pencere alanı gerektiğinden fazla ise ya da iç hacmin yönlendirmesine uygun pencere tasarımı yapılmadıysa kamaşma oluşabilir. Bu değer düşük olursa da yetersiz günlük nedeniyle loş bir ortam oluşur. Elektrik aydınlatmasına ihtiyaç olur. Aydınlatma tasarımı bileşenleri, mimari tasarım aşamasında uygun ve doğru şekilde tasarlanmazsa iyileştirme çalışmaları ile aydınlatma konforunu istenilen seviyeye getirmek her zaman mümkün olmayabilir.

ETKİLER NASIL ALGILANIR?

Aydınlık düzeyinin yetersiz oluşu ile iç hacim loş olarak algılanır, gerçekleştirilmek istenen eylemler gerçekleştirilemez. Aydınlatma düzeyinin gereğinden fazla olması ile iç hacim çok parlak algılanır, eylemler sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilemez. Işık kaynaklarına yeterli bakım ve kontrol yapılmazsa ışık kaynağının titreyerek yanması görülebilir.

Beyaz yazı tahtası yüzeyinde kamaşma oluşursa, üzerindeki yazılar, derslik içerisinde tüm açılardan okunamaz. Yetersiz bir aydınlık düzeyi olursa, en uzak noktadan yazıların okunması güçleşir. Düşey düzlemde oluşacak kamaşma problemi veya yüzeyin yetersiz bir şekilde aydınlatılması, yüzeydeki yazıların okunmasını zorlaştırır.

Düzensizlik faktörü, istenilen değerden düşük ise iç hacim içerisinde aydınlık ve karanlık dengesizliği oluşur. Bazı bölgeler aşırı parlak olarak algılanır.

Renksel geriverim indeksi, istenilen değerden düşük ise renkler farklı tonlarda, hatta bazı indeks değerlerinde bazı renkler farklı renklerde görülür. Kamaşma indeksi gerektiğinden fazla ise ışık kaynağı çok parlak görülür.

Günlüğü çarpanı, istenilen değerden yüksek ise iç hacimde aydınlık ve karanlık dengesizliği oluşur. Bazı bölgeler aşırı parlak olarak algılanır. İç hacmin pencereden uzak bölgeleri loş veya karanlık olarak görülür. Pencereye yakın bölgeler, örneğin masa üzeri ise aşırı parlak görülür.

Günlüğü açısından uygun olmayan koşulların oluşması görsel açıdan konforsuzluk olarak algılanır.

ETKİLERİN KISA VE UZUN VADELİ SONUÇLARI

Yetersiz olan aydınlık düzeyi eylemlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesine engel olur. Örneğin, okumanın yavaşlaması, konsantrasyon kaybı, uzun vadede görmenin zayıflaması gibi sonuçlara neden olur. Aydınlatma düzeyinin gereğinden fazla olduğu veya dengesiz olduğu durumlarda kamaşma oluşabilir. Bu aynı zamanda aydınlık düzeyinin dağılımını da olumsuz etkileyip düzensizlik faktörünü azaltır. Görüş alanı içerisinde çok parlak bir yüzey, obje veya ışık kaynağından doğrudan göze ulaşan

ışık nedeniyle de kamaşma olabilir; bir yüzeyden veya objeden yansıyan ışık nedeniyle de olabilir. Güneş ışığının iyi kontrol edilemediği durumlarda aşırı ısınma problemleri oluşabilir. "Sun patch" denilen güneşin izinin yatay düzlem üzerinde oluşması da kamaşma ve aşırı ısınma problemine neden olur. Kamaşma, görmeyi engeller ya da görüş alanı içerisinde görmeyi zorlaştırır. Örneğin, parlak bir yüzey üzerindeki yazılar okunamaz. Göz ve baş ağrısına neden olur. Uzun vadeli olarak konsantrasyon kaybına neden olur ve üretkenliği azaltır. Epilepsi, düşük frekanslı ışık altında tetiklenebilir. İçerisinde lambanın görüldüğü aydınlatma armatürleri tercih edilmez. Kamaşma indeksi uygun seçilmeyen aydınlatma aygıtları nedeniyle ışık kaynağı kamaşma kaynağı olur.

Işık kaynağının titreyerek yanması bazı kişilerde rahatsızlık ve kızgınlık belirtilerine neden olur. Ayrıca hareketli objelerin görülmesinde stroboskopik etkilere yol açar. Örneğin hareketli bir makine parçası sabitmiş gibi görülür. Kompakt flüoresan lambanın kontak yapıp yanması veya boşalmalı lambaların lamba ömrünün sonuna doğru bu tür durumlar olabilir. Denge ile ilgili problemleri, beyin rahatsızlıklarını artırıp kötüleştirebilir. Bunlar yüksek frekanslı kontrol donanımları (elektrik akımının lambaya gelmesini başlatan ve kontrol eden aparatlar) ile engellenebilir [3]. Sabit ve sürekli uyum sağlama ihtiyacı, gözlerin gerilerek zorlanmasına ve bir süre sonra da yorgunluğa neden olur.

Ayrıca günışığının yetersizliği ve dış ortam ile görsel ilişki kurulmaması psikolojik olarak rahatsızlık oluşturur. Dış ortam ile görsel ilişki kurulmasını sağlayacak şekilde pencereler düzenlenebilir. Bahçe ve iç avluya bakan camlı yüzeyler tasarlanabilir. Mahremiyeti sağlamak ve konsantrasyonu devam ettirmek için perde ve jaluzili sistemler kullanılabilir.

ÇÖZÜM

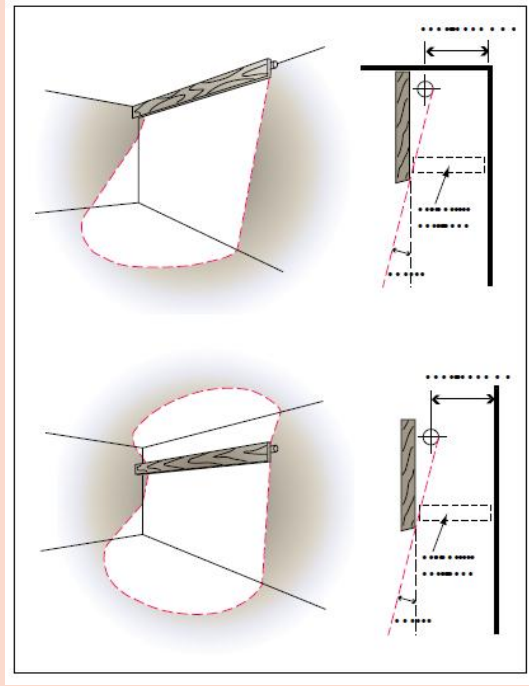
Günışığından yıl içerisinde ve gün içerisinde yeteri kadar faydalanabilmek için, dolayısıyla yeterli bir aydınlık düzeyini sağlamak için mimari tasarım aşamasında standartlar ve tasarım kurallarına dikkat edilmelidir.

Yapay aydınlatma, standartlarda önerilen minimum aydınlık düzeyini düzgün dağılımla sağlayacak şekilde uygulanmalıdır. Aydınlatma aygıtlarının sıra halinde bir düzen içinde dizilmeleri genel aydınlatmayı sağlar ve rahatsız edici gölgelerin oluşmasını da engeller.

"Derslik hacimlerinde kullanılan yapma aydınlatma sistemi aydınlatma araçlarının sayısı ve yerleştiriliş düzeni, kullanılan lambaların türü ve gücü, kullanılan lambaların renksel özellikleri, kullanılan aygıtların özellikleri, sistemin kontrol düzeneği ve doğal aydınlatma sistemi ile ilişkisi, genel olarak bakım durumu başlıkları ile tanımlanmaktadır" [5].

Beyaz yazı tahtası, üzerinde kamaşmayı engellemek için aşırı parlak olmamalıdır. Tahtanın çevresi çok karanlık olmamalıdır. Dersliğin genel aydınlatması dışında ders tahtasının yüzeyi ayrı bir aydınlatma aygıtı ile aydınlatılmalıdır. Bölgesel aydınlatma yapılmalıdır. Düşeyde görsel olarak algılanması gerekli çeşitli yüzey veya objeler bölgesel aydınlatma ile aydınlatılabilir (Şekil 4).

Işık dağılımının düzgün olması için dikkat edilmesi gereken birkaç husus vardır. Duvarların ve tavanın hem doğrudan ışık kaynağından hem de yansıyan yüzeylerden ışık alması önemlidir. Aydınlatma aygıtlarının seçimine dikkat edilmelidir. Şekil 5'de kullanılabilecek aydınlatma aygıtlarından örnekler sunulmaktadır. İç hacimde kabul edilebilir aydınlık düzeyi ve dağılımının sağlanması için yansıtıcılığı yüksek yüzeyler uygulanmalıdır. Örneğin, duvar yansıtma çarpanı 0,6'dan, tavanın yansıtma çarpanı 0,7'den az olmamalıdır. Cilalı ve parlak yüzey malzemelerinden kaçınılmalıdır. Düşeyde sergilenen yüzeylerin yansıtma çarpanınının 0,5 civarında olması beklenir.



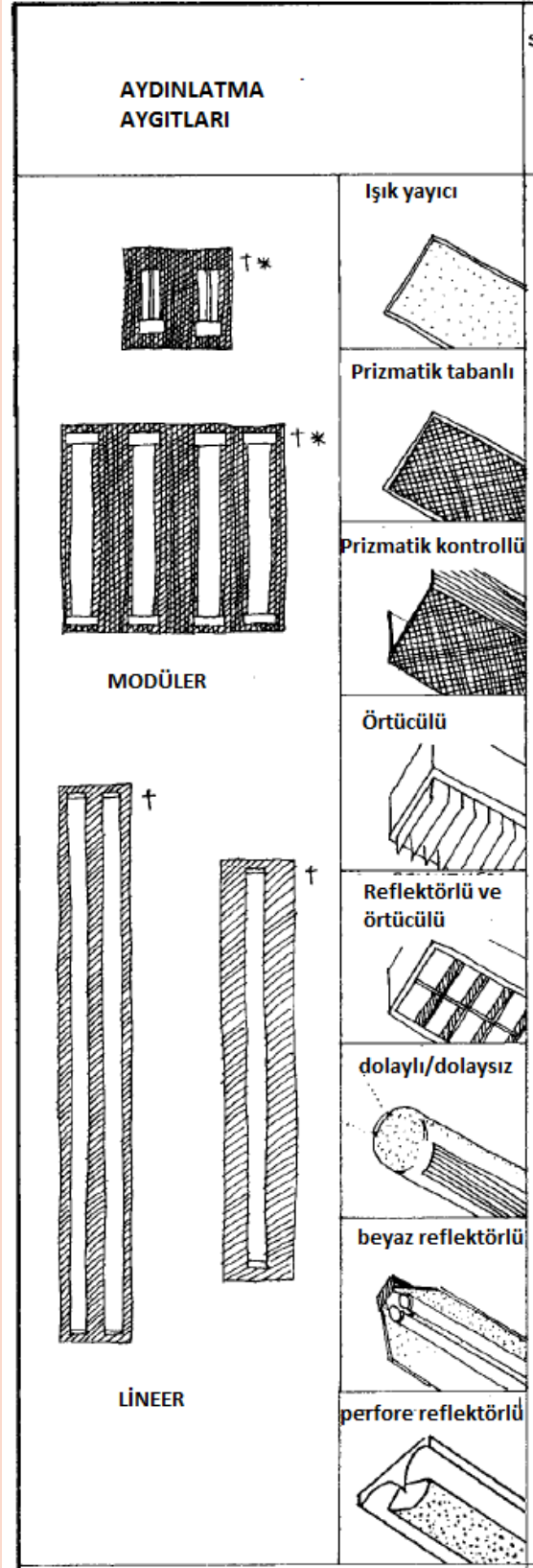
Şekil 4. Bölgesel aydınlatma ile düşey yüzeylerin aydınlatılması [3].

Renksel geriverim indeksi 80'den yüksek olan lambalar seçilmelidir. Kamaşma indeksi standartlarda verilen limitler arasında olmalıdır.

Doğal aydınlatma tasarımında, aydınlık düzeyini sağlamak için mimari tasarım aşamasında standartlar ve tasarım kurallarına dikkat edilmelidir. Mimari aydınlatma tasarımı bileşenleri bir bütün olarak düşünülmelidir.

YORUMLAR VE SONUÇ

Modern eğitim kurumları en yeni teknolojik gelişmeler dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Böylece iç çevre kalitesi eğitimi destekleyecek seviyede sağlanabilir. Aydınlatma da bu bağlamda bir iç çevre bileşeni olarak ele alınmalıdır. İç çevrede gerçekleştirilecek eylemlerin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için görsel konfor koşulları sağlanmalıdır. Öncelikle amaç günışığından faydalanarak yeterli aydınlık düzeyini elde etmektir. Günışığının yetersiz kaldığı zamanlarda yapay aydınlatmaya gereksinim olmalıdır. Kontrol sistemleri kullanılarak yapay aydınlatma ile doğal aydınlatma sistemleri bütünleşik olarak tasarlanmalıdır. Böylece hem görsel konfor koşullarının sağlanması hem de enerjiden tasarruf edilmesi mümkün olabilir.



Şekil 5. Dersliklerin aydınlatılmasında kullanılabilecek çeşitli aydınlatma aygıtları [3].

Kaynaklar

- [1] Erlalelitepe, İ., Aral, D. ve Kazanasılmaz T.(2011), Eğitim yapılarının Doğal aydınlatma performansı açısından incelenmesi, Megaron, Cilt 6, sayı: 1, 39-51.
- [2] Light.wissen 02(2014), Good Lighting for a better learning environment, Light.de, Frankfurt.
- [3] Building Bulletin 90, Lighting Design for Schools, (first edition) London: the Stationary Office, 1999. Web adresi:
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/276707/Building_Bulletin_90_lighting_design_for_schools.pdf, 13.09.2014.
- [4] Standard Specifications, Layouts and Dimensions: Lighting Systems and Schools, Department for Children, School and Families, Nottingham, 2007. Web adresi:
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130401151715/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/3653_SSLD_lighting_AW%5B4%5D.pdf, 13.09.2014.
- [5] Yener, A.K., Güvenkaya, R.K., Şener, F. (2009), İlköğretim Dersliklerinin görsel konfor açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi, itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım, cilt:8, sayı:1, 105-116.
- [6] Kesten, D. (2006), Investigation of efficient lighting system design in educational buildings at the example Municipal school of LaTour De Salvagny, Master Thesis, Department of Architecture, Istanbul Technical University, June.
- [7] Fontoynt, M., (1999), Daylight performance of buildings, Earthscan, 177-222.
- [8] Boubekri, M.A., (2004), "Overview of the current state of daylight legislation", Journal of the Human- Environmental System, sayfa 7, 57-63.
- [9] Ministère de L'éducation (1997), Cahier des Recommendations Techniques de Construction, Editions du Service de L'éducation National, France.
- [10] British Standard Institute (1982), BS8206 Part 2: Code of Practice for Daylighting.
- [11] DIN 5034-4 Daylight in Interiors- Simplified regulation for minimum window sizes.
- [12] CIBSE (2002), Code for lighting, Oxford, Butterworth-Heinemann.