



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

OKULLARDA İÇ ÇEVRE KONFOR BİLEŞENİ OLARAK AYDINLATMA

Z. TUĞÇE KAZANASMAZ
İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ



OKULLARDA İÇ ÇEVRE KONFOR BİLEŞENİ OLARAK AYDINLATMA

Z. Tuğçe KAZANASMAZ

ÖZET*

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 aydınlatma ile öğrencilerin bilgiyi edinmeleri ve akılda tutmalarına yardımcı olduğu bilinir. Öğrencilerin motivasyonu ve derse dikkatlerini vererek odaklanma süreleri artar. Eğitim kurumlarında çalışan eğitimcilerin de çalışma motivasyonunun sağlanması, dikkatlerinin ve iş performanslarının artırılması için iyi ve doğru tasarlanmış bir aydınlatma uygulaması olmalıdır. İç çevrenin kullanım biçimiyle ilişkili olarak düzgün yayılmış bir aydınlık ile gerekli görsel konfor koşulları sağlanmalıdır. Bu amaçla günışığından mümkün olduğu kadar fazla faydalanılmalı ve yapay aydınlatma ile bütünleşik olarak tasarlanmalıdır. Doğru tasarlanmayan bir aydınlatma, eylemlerin gerçekleştirilmesini engelleyebilir, hatta insan sağlığını (göz ve ruh sağlığı v.b.) olumsuz etkileyebilir. 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.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma, Görsel Konfor, Okullar, Eğitim

ABSTRACT

Lighting design has a unique role in educational buildings (or schools). The basic activity in schools is the “learning”. It has known that learning is directly related to the lighting of the indoor environment. Properly-designed lighting helps the students to learn any knowledge and remember them effectively. Students’ willingness and their focusing time in class may increase. It is also necessary to satisfy the motivation and to increase the working performance of educators in schools by well and properly-designed lighting applications. Visual comfort conditions should be satisfied in relation to the function of the interior environment. Users should benefit from daylighting as much as possible and daylighting should be integrated to the artificial lighting. An improperly-designed lighting prevents some activities to be done; even it may affect human health negatively. Contemporary educational buildings should be designed according to new technological improvements. Thus, indoor environmental quality might support the educational activities. In this context, lighting should be considered as a component of the indoor environment.

Keywords: Lighting, Visual Comfort, Schools, Education

1. GİRİŞ

Okullarda, iç çevre konfor bileşeni olarak aydınlatmanın özel bir yeri vardır. Aydınlatma doğrudan öğrencilerin bilgiyi edinmelerini ve edindikleri bilgiyi akılda tutmalarını etkiler [1,2]. Doğru tasarlanmış bir aydınlatma sistemi, öğrencilerin motivasyonunu ve dersi dikkatlerini vererek odaklanma sürelerini artırır. Bu nedenle, iç çevrenin görsel konfor koşullarının yeterli ve düzgün yayılmış bir aydınlık düzeyi ile sağlanması gerekir. Görsel konfor, öncelikle günışığı ile sağlanmaya çalışılmalı, doğal ve yapay aydınlatma sistemleri birlikte kullanılmalı, sadece yatay çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımı değil düşey düzlemler üzerindeki aydınlık düzeyi ve parlaklı dağılımları incelenmelidir. Doğru tasarlanmayan bir aydınlatma, sağlıksız bir iç çevre oluşturur ve eylemlerin gerçekleştirilmesini engelleyebilir, hatta insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Böylece, bu bildiri ile iç çevre kalitesini etkileyen bir bileşen olan aydınlatma ve görsel konfor koşulları ele alınacaktır. Bu konuda yapılmış çalışmalardan örnekler verilerek ilgili standartlar ve tasarım normları incelenecektir. Bu bildiri Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi İç Çevre Kalitesi Çalışma Grubunun “Okullarda İç Çevre Kalitesi Rehberi” çalışması kapsamında olan “Okullarda Aydınlatma ve Görsel Konfor” Rehberi ile bir bütünlük içinde hazırlanmıştır.

2. OKULLARDA GÖRSEL KONFOR

Okullarda görsel konforun sağlıklı bir şekilde sağlanması, öğrenmenin eskiye göre daha fazla görsel olması nedeniyle aydınlatma tasarımının öncelikli konusu olmaktadır. Okullarda görsel olarak odaklanma ihtiyacı artmakta bu da göz yorgunluğunu artırmaktadır. Dersliklerin aydınlatma sistemi iç tasarım düzenine uyumlu olmalıdır. Örneğin, derslikte oturma düzeni sabit olabileceği gibi değişken bir masa-sandalye düzeni olabilir. Ders anlatımı sadece sabit olarak ders tahtası başında olmaz ama derslik içerisindeki çalışma gruplarının oturma düzenine göre esnek yapılabilir. Tüm benzer değişiklikler derslikte farklı bölgelere görsel olarak odaklanması gerektirir. Aydınlatma tasarımı da esnek ve değişken bir yapıda planlanabilir. Gerçekleşen en önemli eylem okuma-yazmadır. Yazarken yakın bir mesafeden yatay düzlemdeki aydınlık düzeyi ile odaklanılırken, örneğin; ders tahtası üzerindeki yazıları okurken de düşey düzlem üzerindeki aydınlık düzeyi etkili olmaya başlar. Göz her iki duruma da, başka bir deyişle, yatay düzlemde 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, lambaların kısılabılme (dimleme) özelliği ile doğal aydınlatmayı desteklemelidir. Kamaşma olmaması için aydınlatma armatürlerinin optik özelliklerinin uygun olması gerekir. Güneşin konumuna, yönlenmeye 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].

2.1 Aydınlık Düzeyi ve Düzgünlük Faktörü

Aydınlık düzeyi birim alana ulaşan ışık akısı olarak tanımlanır. Birimi lümen/m² veya lux'tür. İç hacimlerde 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. Bu değer minimum olmakla beraber, 500 lux'lük yüksek bir aydınlık düzeyinin sınıf çalışmaları için daha iyi olduğu söylenebilir [2]. Ders tahtası üzerinde (düşey düzlemde) düzgün yayılmış 500 lux' lük bir aydınlık düzeyi olmalıdır [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].

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



Şekil 1. Derslik aydınlatması örnekleri [2].

Aydınlık düzeyi ve düzgünlük faktörü, derslik hacminin boyutları, iç yüzey malzemelerin renkleri ve yansıtma çarpanları, mobilyaların konumu gibi mimari faktörlerden etkilenir. 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. Aşırı parlak yüzeyler nedeniyle kamaşma olabilir. Beyaz yazı tahtasının yüzeyi aşırı parlak olursa veya tahtanın çevresi çok karanlık olursa da kamaşma oluşur. Armatür, ders tahtasından uzak bir noktaya yerleştirildiyse ışık dağılımı tahta yüzeyini aydınlatmaya yetmeyebilir. Aydınlık düzeyinin yetersiz oluşu ile iç hacim loş olarak algılanır, gerçekleştirilmek istenen eylemler gerçekleştirilemez. Aydınlık düzeyinin gereğinden fazla olması ile iç hacim çok parlak algılanır. Işık kaynaklarına yeterli bakım ve kontrol yapılmazsa ışık kaynağının titreyerek yanması görülebilir. Düşey düzlemde oluşacak kamaşma problemi veya yüzeyin yetersiz bir şekilde aydınlatılması, yüzeydeki yazıların okunmasını zorlaştırır.

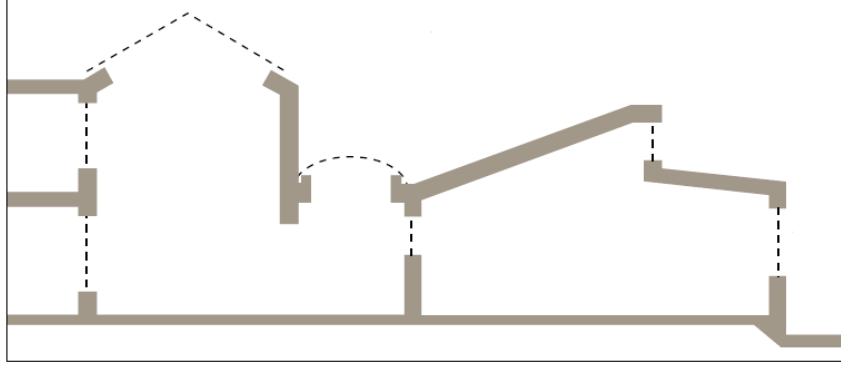
2.2 Renksel Geriverim ve Kamaşma İndeksi

Renksel geriverim, renklerin doğru ve gerçek renginde algılandığının bir göstergesidir. Yapay aydınlatma armatürlerindeki lambaların Renksel Geriverim İndeksi (R_a) en az 80 olmalıdır. 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]. Renksel geriverim indeksi, istenilen değerden düşük ise renkler farklı tonlarda, hatta bazı indeks değerlerinde bazı renkler farklı renklerde görülür. Kamaşma indeksi (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]. Kamaşma indeksi gerektiğinden fazla ise ışık kaynağı çok parlak görülür. Düşey yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyinin aşırı parlak veya çevre yüzeylere göre karanlık olması kamaşmaya neden olabilir.

2.3 Günişığı ile Standartlar

Doğal aydınlatma, odanın yönlenmesi, dış engeller, güneş ışığının kontrolü ve günışığının 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. Günışığı ile dersliklerin gün boyunca aydınlatılması esastır [2,3]. Derslikler tek yönlü veya çift yönlü olarak yandan (pencereden) ışık alabileceği gibi, çeşitli tepe ışıklıkları aracılığıyla da düzgün yayılmış günışığı elde edilebilir (Şekil 1). Çeşitli ülkelerin bu konuyla ilgili çeşitli standartları vardır [7-12]. Örneğin, İngiltere'deki standart, okullarda, minimum günışığı çarpanı değerini tek yönden ışık alan derslikler için %2 olarak; aydınlık düzeylerini de 300-500 lux arasında önerir. Ayrıca, pencere alanının duvar alanına oranı, hacim derinliği 8 m'den az olan sınıflar için %20 olmalıdır [10]. DIN standardı, hacmin boyutlarına göre pencere alanı oranlarını belirler. Örneğin, 2,80 m yüksekliğinde ve 2 x 3 m boyutlarında bir oda için pencere yüksekliği 1,63 m ise genişliği 1,31 m önerilir. Normal zorlukta bir iş için 250-500 lux arasında bir aydınlık düzeyi istenir [11].



Şekil 2. Bina açıklıkları ile günışığının sağlanması [3].

Günışığı çarpanı, iç hacimde yatay çalışma düzlemi üzerindeki referans bir noktanın aydınlık düzeyinin dış ortamdaki yatay aydınlık düzeyine olan oranıdır. Bu oran önerilen değerlerden yüksek olursa iç hacimde aydınlık ve karanlık dengesizliği oluşur, kamaşma problemi görülür. İç hacmin pencereden uzak bölgeleri loş veya karanlık olarak görülür. Pencereye yakın bölgeler, örneğin masa üzeri, ise aşırı parlak görülür. Pencere alanı gerektiğinden fazla ise ya da iç hacmin yönlenmesine uygun pencere tasarımı yapılmadıysa kamaşma oluşabilir. Aydınlatma tasarımı bileşenleri, mimari tasarım aşamasında uygun ve doğru şekilde tasarlanmazsa iyileştirme çalışmaları ile aydınlatma konforunu istenilen seviyeye getirmek her zaman mümkün olmayabilir.

3. OKULLARDA GÖRSEL KONFORLA İLGİLİ SORUNLAR VE ÇALIŞMALAR

Okullarda görsel konfor ile ilgili çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Bir çalışmada, görsel konfor akustik konfor ile birlikte ele alınmış ve bir dersliğin fiziksel özelliklerinin (malzemelerin) ve oturma düzeninin konfor koşullarına etkisi araştırılmıştır. Günışığı analizleri için benzetim modelleri oluşturulmuş, dersliğin farklı yönlerde konumlanması, gölgeleme elemanları da düşünülerek ve yaz-kış koşulları için ayrı ayrı görsel konfor parametreleri incelenmiştir. Genel olarak, %40 civarında olan bir pencere oranının gereğinden fazla miktarda günışığının iç hacme ulaşmasına neden olduğu görülmüştür. Yaklaşık 700 lux'ten yüksek olan aydınlık düzeyi değerleri sadece kamaşmaya neden olmakla kalmaz, ayrıca güneşin ısıl etkisini de artırabilir. Ancak, gölgeleme elemanlarının kapalı gök koşulunda görsel konfora etkisi de göz ardı edilmemelidir. Bu şekilde, derslikteki aydınlık düzeyi, standartlarda önerilen sınır değerlerin altına düşmektedir. Kış koşulunda, kuzey-güney yönlü derslikler ile kuzeybatı-güneydoğu yönlü dersliklerde gölgeleme elemanı eklenmesi, kamaşma problemini azaltmış ve görsel konfor açısından belirgin şekilde daha olumlu sonuçlar sağlamıştır. Diğer yönlerde bir etkisi olmamıştır. Yaz koşulunda ise gölgeleme elemanları tüm yönlerde görsel konforu iyileştirmiştir [13].

İngiltere'de gerçekleşen bir çalışmada, 90 derslik incelenmiş, bu dersliklerde kamaşma ve flouresan lambaların titreşimi kaynaklı sorunlar araştırılmıştır. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi, beyaz yazı tahtası üzerindeki parlak ve lambanın titreşimi ölçülmüştür. Sonuçta, dersliklerin %80'inin

100Hz'lik flüoresan lambalar ile aydınlatıldığı ve bunun da baş ağrısına ve görsel performansın bozulmasına neden olduğu anlaşılmıştır. Dersliklerin büyük kısmının önerilenden daha fazla aydınlık olduğu ve bunun da görsel konforu azalttığı görülmüştür. Tavana monte edilen projeksiyonun beyaz tahta üzerinde parıltılı bir nokta oluşturduğu bunun da konforsuzluk kamaşmasına neden olduğu söylenmektedir [14].

Yukarıda bahsedilen çalışmalar görsel konfor konulu sorunlardan kaynaklanmaktadır. Bu sorunların temeli aydınlık düzeyinin yetersiz olmasına veya gerektiğinden fazla olmasına dayanır. Yetersiz olan aydınlık düzeyi eylemlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesine engel olur. Örneğin, okumanın yavaşlaması, konsantrasyon kaybı, uzun vadede görmenin zayıflaması gibi sonuçlar görülür. Aydınlık düzeyinin gereğinden fazla olduğu veya dengesiz olduğu durumlarda ise kamaşma oluşabilir. Bu aynı zamanda aydınlık düzeyinin dağılımını da olumsuz etkileyip düzgünlük 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 ve kamaşma oluşabilir. Bu da 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.

Yapay aydınlatma elemanları da dikkatli seçilmelidir. Kamaşma indeksi uygun seçilmeyen aydınlatma aygıtları nedeniyle ışık kaynağı kamaşma kaynağı olur. Epilepsi düşük frekanslı ışık altında tetiklenebilir. İçerisinde lambanın görüldüğü aydınlatma armatürleri tercih edilmez. 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.

7. YORUM VE SONUÇLAR

Okul tasarımlarında, aydınlatma düşünülürken görsel konforun sağlanması için gereken teknik ölçütler ve enerji tüketiminin azaltılması için gereken enerji verimliliği ölçütleri dışında ayrıca insan odaklı olmasına dikkat edilmelidir. Modern eğitim kurumları en yeni teknolojik gelişmeler ışığında tasarlanırken iç çevre kalitesi de desteklenmelidir. Aydınlatma, bu bağlamda bir iç çevre bileşeni olarak ele alınmalıdır. İç çevrede gerçekleşecek eylemlerin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için görsel konfor koşulları sağlanmalıdır. Öncelikle amaç günışığında 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. 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.

KAYNAKLAR

- [1] ERLALELİTEPE, İ., ARAL, D. ve KAZANASMAZ T., “Eğitim yapılarının Doğal aydınlatma performansı açısından incelenmesi”, Megaron, 2011. 6,(1): p. 39-51.
- [2] LIGHT.WISSEN 02.,”Good Lighting for a Better Learning Environment”, Light.de, Frankfurt, 2014.
- [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., ve ŞENER, F. “İlköğretim Dersliklerinin görsel konfor açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi”, İTÜDERGİSİ/A Mimarlık, Planlama, Tasarım, 2009. 8 (1):p. 105-116.
- [6] KESTEN, D. “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, 2006.
- [7] FONTOYNONT, M., “Daylight Performance of Buildings”, Earthscan, 1999:p. 177-222.
- [8] BOUBEKRI, M.A., “Overview of the current state of daylight legislation”, Journal of the Human-Environmental System, 2004. 7:p. 57-63.
- [9] MINISTERE DE L’EDUCATION, “Cahier des Recommendations Techniques de Construction”, Editions du Service de L’education National, France, 1997.
- [10] BRITISH STANDARD INSTITUTE, “BS8206 Part 2: Code of Practice for Daylighting”, 1982.
- [11] DIN 5034-4, “Daylight in Interiors- Simplified regulation for minimum window sizes”.
- [12] CIBSE, “Code for lighting”, Oxford, Butterworth-Heinemann, 2002.
- [13] ZANNIN,P.H.T., KRÜGER, E.L. ve DORIGO, A.L. “Acoustic and Luminous Performance Evaluations in Classrooms in Curitiba, Brazil”, Indoor and Built Environment, 2008. 17: p.203-212.
- [14] Winterbottom, M. ve Wilkins, A. “Lighting and discomfort in the classroom”, Journal of Environmental Psychology, 2009. 29: 63–75.

ÖZGEÇMİŞ

Z. Tuğçe KAZANASMAZ

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümünde Doçent olarak görev yapmaktadır. Doktora çalışmalarını 2005’te Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümünde tamamlamıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü mezunudur. Yapı Fiziği ve Mimari Aydınlatma alanlarında çalışmaktadır.