

DERSLİKLERDE AYDINLATMA VE KULLANICI DEĞERLENDİRMESİNE BİR ÖRNEK

Tuba BOSTANCI BASKAN¹ Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN²
tuba.baskan@philips.com serefhan@yildiz.edu.tr

¹Türk Philips Tic. A.Ş. Y. Dudullu O.S.B. 2. Cad. No:22, Ümraniye, İstanbul.

²Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Fiziği Bilim Dalı, Beşiktaş, İst.

ÖZET

Okul yapılarında, eğitim açısından, en önemli ve genel fiziksel mekanlar dersliklerdir. Derslikler, çeşitli görsel eylemlerin gerçekleştirildiği mekanlar olduğundan, iyi görme koşullarının, dolayısıyla görsel konforun sağlanması gerekmektedir. Dünyada ve ülkemizde, aydınlatmada harcanan enerjinin büyüklüğü nedeniyle, özellikle derslik gibi uzun süreli ve gün boyu kullanılan hacimlerde, optimum enerji kullanımı önem verilmesi gereken bir konudur. Bu bildiride, dersliklerde aydınlatma nicelik, nitelik ve optimum enerji kullanımı yönlerinden incelenmiş olup, örnek bir alan çalışmasında, eski ve yeni durumlar için kullanıcı değerlendirmesi yapılmıştır.

1.GİRİŞ

Eğitim, tüm dünyada ve özellikle, gelişmekte olan ülkelerde, büyük önem taşıyan bir konudur. Gelişmekte ve Avrupa Birliğine girme sürecinde olan ülkemizde, uluslararası standartlara ulaşmak açısından, eğitime büyük değer ve önem vermektedir. Eğitim kurumları, bireyleri, yalnızca, ulusal gereksinimlere göre değil, aynı zamanda Avrupa'nın gereksinimlerini de dikkate alarak, yetiştirmelidir. Bu bağlamda, eğitim ortamlarının yani okulların fiziksel konfor koşullarının iyileştirilmesi, ülkemiz için gerçekleştirilmesi gereken çalışmalar içinde ilk sıralarda bulunmaktadır.

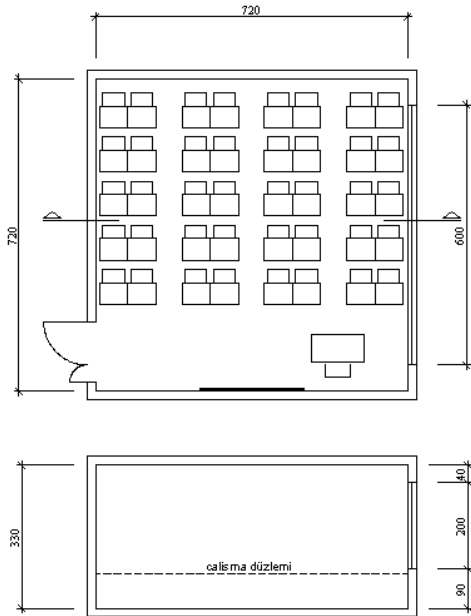
Eğitim yapılarının en önemli ve genel fiziksel mekanı olan derslikler, insanların, çocukluktan, gençliğe kadar olan süreçte, yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekanlardır. Eğitim sürecinde, görsel algılamının öğrenmedeki katkısı, öteki duyu organlarının katkılarından daha fazladır. Dolayısıyla, öğrenmenin tam, eksiksiz, doğru, yorulmadan ve çok fazla

çaba harcamadan yapılabilmesi, büyük oranda, iyi görme koşullarının yani görsel konforun sağlanmasına bağlıdır. Aydınlatmanın, nicelik ve nitelik yönünden gerekli koşulları sağlamasının yanı sıra, aydınlatmada uygun enerji kullanımı da önemli bir etmendir. Ülkemizde, yapma aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi, tüketilen tüm elektrik enerjisi içinde, büyük bir oranı kapsamaktadır. Özellikle, okullar gibi, gün boyunca kullanılan yapılarda, görsel konfordan ödün vermeden sağlanan uygun enerji kullanımı ile büyük oranda enerji tasarrufu elde edileceği açıktır.

Bu bildiride, dersliklerde aydınlatma nicelik, nitelik ve optimum enerji kullanımı yönlerinden incelenmiş olup, örnek bir alan çalışmasında, mevcut ve önerilen durumlar için kullanıcı değerlendirmesi yapılmıştır.

2. DERSLİKLERDE GÖRSEL KONFOR VE OPTİMUM ENERJİ KULLANIMINA YÖNELİK UYGUN YAPMA AYDINLATMA DÜZENİ

Görsel konfor ve optimum enerji kullanımını olanaklı kılacak aydınlatma düzenleri kurmak amacıyla, mimari tasarım yönünden uygun boyutlarda bir derslik hacmi belirlenmiştir. Bu hacmin, genişliği: 7.20 m., derinliği: 7.20 m. ve yüksekliği: 3.30 m.'dir. Hacmin iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları, tavan: 0.70, duvarlar: 0.50, döşeme: 0.30 olarak alınmıştır. Çalışma düzleminin yüksekliği, 0.80 m.dir (Bkz. Şekil 1).



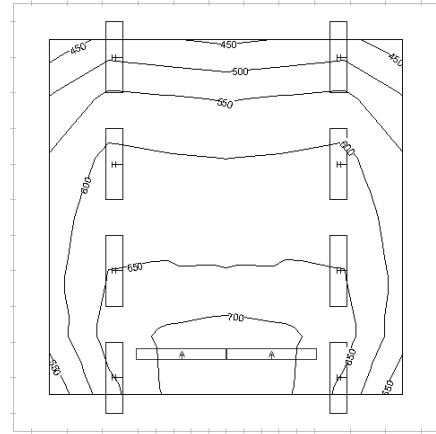
Şekil 1. Seçilen tip derslik hacminin plan ve kesiti

Seçilen tip derslik hacminde, değişik tip yansıtıcı ve yayıcı aygıtlarla yapma aydınlatma düzenleri oluşturulmuştur. Kurulan bu düzenlerde, genel aydınlatma için kullanılan aygıtlar,

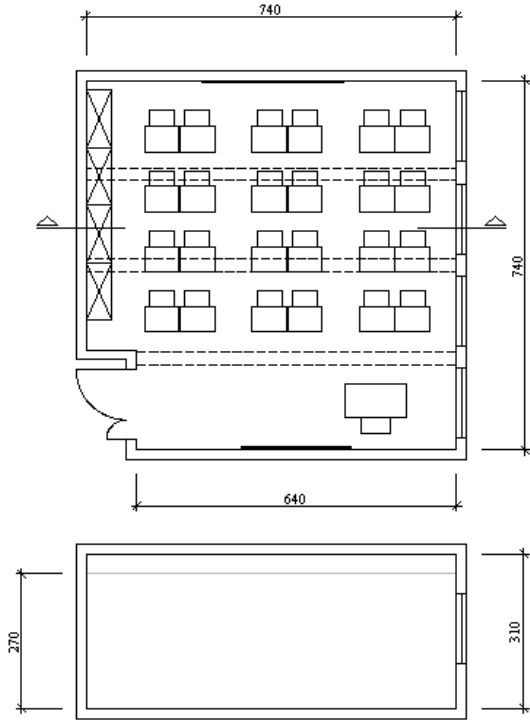
- paletli, tek parabolik yansıtıcı,
- paletli, çift parabolik yansıtıcı,
- opal yayıcı

olarak seçilmiştir. Genel aydınlatmaya ek olarak, yazı tahtası üzerinde yeterli nicelik ve uygun nitelikte aydınlığın elde edilmesi amacıyla, asimetrik yansıtıcı aygıt ile bölgesel aydınlatma uygulanmıştır.

Bilimsel verilere dayalı olarak, tasarlanan ve hesaplanan yapma aydınlatma düzenleri arasında, görsel konfor ve optimum enerji kullanımı yönünden en uygun sonucu veren düzende, genel aydınlatmada, paletli, çift parabolik yansıtıcı çizgisel aygıt kullanılmıştır. Bu düzende, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=588 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.70$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=480 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.74$ olarak belirlenmiştir. Çizgisel armatürlerin hacimdeki yerleşimi ve çalışma düzlemindeki aydınlık dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



çalışması yapılacak okuldaki derslik boyutlarının, seçilen tip derslik hacminin boyutlarına yakın olmasına da özen gösterilmiştir. Bu bağlamda, uygun bir derslik seçilmiştir*. Dersliğin boyutları, 7.40 m. x 7.40 m. x 3.10 m.dir. Pencere sayısı dört olup, boyutları, 137cm.x137cm'dir ve batı yönüne bakmaktadır (Bkz. Şekil 3). Derslikte 24 öğrenci bulunmaktadır.

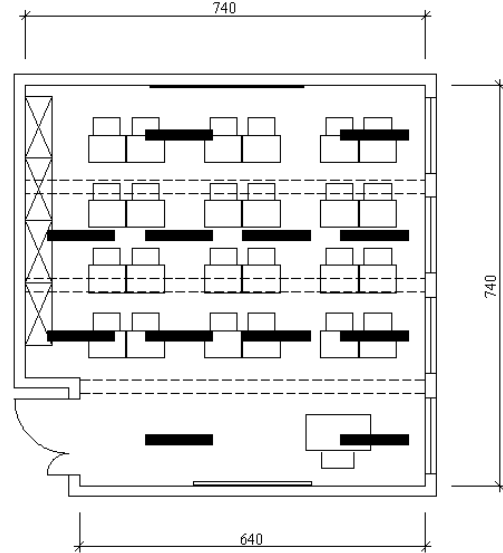


Şekil 3. İncelenen derslik hacminin plan ve kesiti

3.1. Mevcut Aydınlatma Düzeninin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi

Önerilen düzen gerçekleştirilmeden önce, mevcut aydınlatma düzeninin durumu incelenmiş, aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçümleri yapılmış, öğrencilerin de izlenimlerini değerlendirmek üzere, anketler gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma aygıtları, Şekil 4'te görüldüğü gibi, tavanda yer alan kirişlerin aralarına, pencere düzlemine dik olarak yerleştirilmiştir. Yansıtıcısız olan aygıtın

içinde, 40W gücünde, TL-D 54 flüoresan lamba bulunmaktadır. Lambanın renk sıcaklığı, 6200K; renksel geriverim indeksi 72'dir. Lambanın renksel geriverim sınıfı, 2A'dır. Işık akısı, 2500 lümen olup, ömrü, 13000 saattir.



Şekil 4. İncelenen derslik hacminin planı ve mevcut aydınlatma düzeni

Söz konusu derslik hacminde, mevcut yapma aydınlatmayı belirlemek amacıyla, gece koşullarında ve hacimde günışığı kullanımı açısından örnekleme oluşturmak amacıyla da, 07.04.2004 tarihinde, 9.00, 12.00 ve 16.00 saatlerinde, aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler, yatayda, döşemeden 0.80 m. yüksekliğindeki çalışma düzlemi üzerindeki 16 noktada; düşeyde de, duvar yüzeyleri üzerinde, toplam 36 noktada yapılmıştır. Duvar yüzeylerinde yapılan ölçümler, görüş alanı içine giren yüzeylerin ışıklılığının uygun olup, olmadığını ve duvarların sergi amaçlı kullanımına olanak tanıyıp, tanımadığını saptamak için yapılmıştır. Çalışmada, LMT B360 (Aydınlık ölçer) ve Minolta LS110 (Işıklılık ölçer) marka ölçme aletleri kullanılmıştır.

Mevcut aydınlatma düzeni, yapılan ölçümler doğrultusunda, aydınlığın niceliği, niteliği ve sistemde harcanan enerji yönlerinden değerlendirilmiştir.

* Seçilen derslik, İstanbul, Feyziye Mektepleri Vakfı Özel Ayazağa Işık Lisesi, A Blok 3.katta yer almaktadır.

- **Aydınlığın niceliği:**

Mevcut yapma aydınlatma düzeninde, çalışma düzleminde ölçüm yapılan noktalardaki aydınlık düzeyleri, sağlanması gereken minimum aydınlık düzeyi olan 500 lm/m^2 [1] değerinin altındadır. Aydınlatma aygıtlarının hacmin her yerine eşit sayıda ve aralıkta yerleştirilmemiş olması nedeniyle, bu aydınlık dağılımı, düzgün yayılmış bir özellik göstermemektedir. Duvar yüzeylerinde ölçme yapılan noktalardaki aydınlık düzeyleri, $150 - 250 \text{ lm/m}^2$ arasında değişmektedir. Bu değerler, düşey yüzeyler için kabul edilebilir olmakla beraber, düzgün bir dağılım oluşturmamaktadır. Yazı tahtası üzerinde ise, yaklaşık 180 lm/m^2 olarak ölçülen aydınlık düzeyi, bölgesel aydınlatma için yeterli olmamaktadır.

Hacimde günışığı kullanımı açısından örnekleme oluşturmak amacıyla, 07.04.2004 tarihinde ölçülen günışığı aydınlık düzeyi değerleri incelendiğinde, sabah saatlerinde, çalışma düzlemi üzerinde ölçüm yapılan hiç bir noktada, gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmadığı görülmektedir. Pencereye en yakın ölçüm noktalarında, saat 12.00'den sonra ve saat 16.00'da hacmin tüm noktalarında, değerler, gerekli aydınlık düzeyini sağlamaktadır. Bu durumda, sabah saatlerinde, yapma aydınlatma sisteminin tümüyle kullanılması, saat 12.00'de de pencereden yaklaşık olarak 3.00 m. uzaklıktan itibaren günışığı aydınlığının yapma aydınlatma sistemi ile desteklenmesi gerekmektedir. Yazı tahtası üzerinde, günışığı ile elde edilen düşey aydınlık düzeyi, yalnızca, saat 16.00'da standartlarca önerilen değeri sağlamaktadır.

- **Aydınlığın niteliği:**

Işığın rengi: Aydınlatma aygıtlarının içinde bulunan TL-D 54 tipi çizgisel flüoresan lambanın renksel geriverimi 72 ve renksel

geriverim sınıfı 2A'dır. Bu değer, standartlarda [1] renksel geriverimin 80 ve renksel geriverim sınıfının 1B olması gerektiği belirtilen derslik hacimleri için uygun değildir. Lambanın renk sıcaklığının ise, standartlarda, 2900K - 4300K arasında olması gerektiği belirtilirken, bu hacimde kullanılan lambanın renk sıcaklığı 6200K'dir.

Işığın doğrultusal yapısı ve gölge niteliği:

Mevcut aydınlatma düzeninde, belli oranda yayınık bir ışık alanı söz konusudur. Aydınlatma aygıtları, bakış doğrultusuna dik olarak yerleştirildiğinden, lambaların ışık dağılım özelliklerine ters düşmektedir. Ayrıca, günışığı aydınlığı söz konusu olduğunda da, batı yönüne bakan bu derslikte, öğleden sonra, dolaysız olarak gelmeye başlayan güneş ışığı nedeniyle, özellikle masa düzlemi üzerinde sert gölgeler oluşabilmektedir. Bu durum, dolaysız güneş ışığının, çalışma düzlemi, yazı tahtası ve iç yüzeyler üzerinde oluşturabileceği yüksek ışıklılık karşıtları açısından da olumsuzdur. İncelenen derslikte, bunu önlemek amacıyla, koyu renkli perdeler kullanılmaktadır. Perde kullanılmasıyla, hacim içinde, çeşitli yüzeylerde olabilen ışıklılık karşıtlıklarının önlenmesine karşın, hacme giren günışığı aydınlığının niceliği azalmaktadır.

Aydınlık düzeyi dağılımları: Mevcut düzende, aydınlatma aygıtları, hacim içinde düzgün bir biçimde yerleştirilmediğinden, çalışma düzlemi ve iç yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımları düzgün değildir.

Çevrede yer alan yüzeylerin özellikleri:

İncelenen hacmin iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları, r_{tavan} : 0.70; r_{duvarlar} : 0.50 ve $r_{\text{döşeme}}$: 0.40 olarak belirlenmiş olup, olması gereken sınırlar içindedir. Ancak yazı tahtası, üzerinde bulunduğu duvara göre daha koyu renkli olması nedeniyle ışıklılığı daha düşük olduğundan, aydınlatma tekniği açısından olumsuzdur. Çünkü, yukarıda belirtildiği gibi, bakılan

oluşturmamaktadır. Mevcut aydınlatma düzeninin gün boyunca kullanımında, enerjinin korunumu açısından, günışığından gerekli ve yeterli ölçüde yararlanılamamaktadır.

3.2. Önerilen Aydınlatma Düzeninin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi

Söz konusu derslik hacminde, mevcut aydınlatmayı, yapılan değerlendirme doğrultusunda, nicelik ve nitelik yönünden iyileştirmek ve optimum enerji kullanımı sağlamak amacıyla, yeni bir yapma aydınlatma düzeni önerilmiş ve uygulanmıştır. Bu düzen, uygun nitelik ve optimum enerji kullanımı sağlayan, paletli, çift parabolik, çizgisel aygıtla kurulan aydınlatma düzenidir. Önerilen yeni düzende, genel ve bölgesel aydınlatma için seçilen aygıtların hacim içindeki yerleşimi Şekil 5'te gösterilmiştir.

Söz konusu derslik hacminde, mevcut aydınlatma düzeni gibi, önerilen düzeni de değerlendirebilmek amacıyla, aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler, yapma aydınlatmayı belirlemek amacıyla, gece koşullarında ve günışığı ve lamba ışığının birlikte kullanımı (bütünleşik aydınlatma) ile ilgili örneklemeye oluşturmak amacıyla da, 24.05.2004 tarihinde, saat 9.00’da gerçekleştirilmiştir. Aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçümleri, yatayda, dösemeden

0.80 m. yüksekliğindeki çalışma düzlemi üzerindeki 16 noktada; düşeyde de, duvar yüzeyleri üzerinde, toplam 36 noktada yapılmıştır. Önerilen aydınlatma düzeni, yapılan ölçümler doğrultusunda, aydınlığın niceliği, niteliği ve sistemde harcanan enerji yönlerinden değerlendirilmiştir.

- **Aydınlığın niceliği:**

Önerilen aydınlatma düzeninde, çalışma düzleminin üzerinde ölçüm yapılan noktalardaki aydınlık düzeyi değerleri, 500 lm/m^2 'nin üzerindedir. Söz konusu düzende oluşan aydınlık dağılımı düzgün yayılmıştır. Duvar yüzeylerinde ölçme yapılan noktalardaki aydınlık düzeyleri, ön duvarda, 510 - 560 lm/m^2 arasında, öteki duvar yüzeylerinde, 240 - 380 lm/m^2 arasında değişmektedir. Bu değerler, düzgün bir dağılım göstermektedir. Yazı tahtası üzerinde ise, yaklaşık 510 lm/m^2 olarak ölçülen aydınlık düzeyi, bölgesel aydınlatma için kabul edilebilir bir düzeydir.

Günişliği ve lamba ışığının birlikte kullanımına (bütünleşik aydınlatma) ilişkin bir örnek oluşturmak amacıyla, 24.05.2004 tarihinde, saat 9.00'da ölçülen günişliği aydınlık düzeyi değerleri incelendiğinde, çalışma düzlemi üzerinde pencereye en yakın noktalar dışında, gerekli aydınlık düzeyinin sağlanamadığı görülmektedir. Bu aydınlığı lamba ışığı ile desteklemek amacıyla, yapma aydınlatma düzenindeki I numaralı aygıt sırası yakılmıştır. Bu durumda kurulan bütünleşik aydınlatma düzeninde, günişliği aydınlık düzeyi lamba ışığı aydınlığı ile belli bir yaklaşıklıkla dengelenmiş ve ölçüm yapılan her noktada min. 500 lm/m^2 değeri sağlanmıştır.

- **Aydınlığın niteliği:**

Işığın rengi: Seçilen aydınlatma aygıtlarının içinde bulunan TL-5 tipi çizgisel flüoresan lambanın renksel geriverimi $R_a > 85$ ve renksel geriverim sınıfı 1B'dir. Bu değerler, standartlara

göre, derslik hacimleri için uygundur. Lambanın renk sıcaklığı ise, standartlarda, 4000K olarak, belirtilen sınırlar içindedir[1].

Işığın doğrultusal yapısı ve gölge niteliği: Önerilen düzende, hacim içinde, yayınık ışık alanı ve gölgesiz aydınlığa yakın bir nitelik oluşturulmuştur.

Aydınlık düzeyi dağılımları: Önerilen aydınlatma düzeninde, yatay çalışma düzlemi ve düşey yazı tahtası üzerinde, en az aydınlık düzeyinin, ortalama aydınlık düzeyine oranı ile tanımlanan düzgünlük değeri $E_{\min}/E_{\text{ort}} > 0.70$ olarak hesaplanmıştır. Böylece, hacimde, kabul edilebilir düzgün yayılmış bir aydınlık sağlanmıştır. Aynı zamanda, arka duvar üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımı, pano, tablo vb. sergi alanına olanak vermesi açısından olumludur.

Çevrede yer alan yüzeylerin özellikleri: Yazı tahtasının yansıtma çarpanının, bulunduğu duvar yüzeyinden daha yüksek, dolayısıyla daha yüksek ışıklılıkta olması önemlidir. Bu nedenle, beyaz renkli yazı tahtası kullanılması daha doğru olur. Aynı zamanda, beyaz renkli yazı tahtası üzerinde yüksek karışıklık oluşturmak amacıyla koyu renkli kalem kullanılması, görsel algılamayı kolaylaştıracak ve dikkatin daha kolay yoğunlaşmasını sağlayacaktır.

Işıklılık ve kamaşma: Önerilen yapma aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi ve iç yüzeylerde ölçülen ışıklılık değerleri incelendiğinde, bakılan alan ve yakın çevresi arasındaki ışıklılık karışıklığının, 3/1-1 oranları arasında olduğu görülmektedir. Işıklılık dağılımı ise, çalışma düzlemi ve iç yüzeylerde düzgün yayılmış bir özellik göstermektedir. Önerilen düzendeki aydınlatma aygıtları, paletli olarak kullanıldığından, görme alanı içinde dolaysız kamaşma oluşturmamaktadır. En arka sıradan, yazı tahtasına doğru bakıldığında, görme alanı içine giren

aygıtların ışıklılığı, 200 cd/m^2 olarak ölçülmüştür. Seçilen bu aygıt, bakış doğrultusundaki ışıklılığının düşük olması nedeniyle, yani, kamaşma kontrolü olduğundan, bilgisayar kullanılan derslikler için de uygundur [2]. Böylece, monitör (VDU) ekranı üzerinde aygıt görüntüsünün oluşarak maskeleme yansımalarına neden olma durumu denetlenmiştir.

- **Enerji harcaması:**

Önerilen aydınlatma düzeninde, aygıtlar, yansıtıcı ve paletli olarak kullanıldığından, aydınlık, daha çok çalışma düzlemine yönlenmiştir. Bu nedenle, hacmin iç yüzeylerinden yansıyarak, boşa harcanan aydınlık, dolayısıyla enerji, azalarak, enerji kullanımı açısından olumlu bir durum oluşmuştur. Önerilen düzende, kullanılan aygıt adedi, genel aydınlatma için, 8, bölgesel aydınlatma için 2 olmak üzere, toplam 10; lamba adedi ise 16 adet 28W, 2 adet 58W olmak üzere, toplam 18'dir. Bu hacimde, çalışma düzlemi üzerinde ölçülen ortalama aydınlık düzeyi yaklaşık 700 lm/m^2 (ilk yapım sırasında ölçülen aydınlık düzeyi) olup, sistemde harcanan güç, balast kayıpları ile birlikte, 654W'dır. Buna göre, 1 lm/m^2 yi elde etmek için harcanan güç, 0.93 W olarak hesaplanmaktadır. İlk yapım sırasında ölçülen bu aydınlık düzeyi, belli bir kullanım süresi sonunda, önerilen düzeye doğru azalma gösterecektir.

Yeni düzende harcanan güç (654W), mevcut düzende harcanan güce (588W) göre, %11 oranında artmasına karşın, hacimde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi, % 133 oranında artarak, standartlarca belirlenen düzeye çıkarılmıştır. Bu durumda, derslikte, 1 lm/m^2 yi sağlamak için harcanan güç, önerilen aydınlatma düzeni ile, % 52 oranında azaltılarak, 1.96W'tan, 0.93W'a düşürülmüştür. Önerilen düzende, kullanılan lamba tipinin elektronik balastlı ve uzun ömürlü (20000 saat) olması

nedeniyle de, sistemin bakım kolaylığı sağlanmış ve bakım maliyeti en aza indirilmiştir.

Görsel konfor ve enerji harcaması yönünden uygun olarak kurulan bu aydınlatma düzeninin gün boyunca kullanımında, enerjinin korunumu açısından, günışığı ile lamba ışığının birlikte ele alındığı bütünleşik aydınlatma düzeni de önerilmiştir. Aygıtlar, pencere düzlemine ve bakış doğrultusuna paralel ışık bantları oluşturacak biçimde yerleştirilerek, hacimdeki günışığı aydınlık düzeyine bağlı olarak sıra ile yakılıp söndürülmeye uygun bir düzen oluşturulmuştur. Hacimdeki günışığı aydınlık düzeyine göre, önerilen aydınlatma düzeninin gün boyunca kullanımında da, enerjinin korunumu sağlanmış olacaktır. Sonuç olarak, söz konusu derslik hacminde, önerilen yeni düzen ile, hem standartlarca uygun nicelik ve nitelikte aydınlatma ile görsel konfor oluşturulmuş, hem de ilk yapım ve kullanım süresindeki enerji harcaması azaltılarak, optimum enerji kullanımı sağlanmıştır.

4. KULLANICI DEĞERLENDİRMESİ

Alan çalışmasının uygulandığı derslik hacminde, mevcut aydınlatma düzeni ve önerilen aydınlatma düzeni ile ilgili olarak, öğrencilerin görüşlerini almak amacıyla, her iki durum için, anket çalışması yapılmıştır. Her iki anket çalışmasına da 100 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin 58'i erkek, 42'si kız olup, yaşları 15-17 arasında değişmektedir. Anket yanıtlarının değerlendirmesi, mevcut durum ve öneri durum için ayrı ayrı belirtilmiştir.

4.1. Mevcut Aydınlatma Düzeni

- **Günışığı ile Aydınlatma:**

1. Yalnızca, günışığının olduğu durumda, öğrencilerin %55'i, masaların üzerindeki aydınlık düzeyini yeterli; %20'si çok;

%10'u az, %15'i çok az olarak değerlendirmiştir.

2. Aynı durumda, yazı tahtasının üzerindeki aydınlık, öğrencilerin %65'i tarafından yeterli; %35'i tarafından yetersiz bulunmuştur.

3. Öğrencilerin, %51'i, yazı tahtası üzerinde yazılanları, kötü; %23'ü iyi; %18'i çok iyi; %8'i çok kötü olarak algıladığını belirtmiştir.

4. Öğrencilerin %60'ı, yazı tahtasına ya da masanın üzerine güneş ışığı geldiğinde, yazmada ya da okumada güçlük çektiğini; %40'ı ise, güçlük çekmediğini vurgulamıştır. Güçlük çekenlerin %76'sı, önlem olarak, perdeleri kapattığını; %18'i, hiç bir önlem almadığını; %6'sı, lambaları yaktığını belirtmiştir.

5. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı, göz ağrısı, dikkati toplayamama gibi rahatsızlık duyanların oranı, %57; duymayanların oranı ise, %43'dür. Rahatsızlık duyanların %55'i, rahatsızlık nedeni olarak birinci sırada, "yazı tahtası üzerinde parlamalar olduğu için" seçeneğini işaretlemiştir. %20'si, "masa üzerinde parlamalar olduğu için"; %18'i, "yazı tahtası üzerinde aydınlık az olduğu için"; %5'i, masa üzerinde aydınlık az olduğu için", %2'si de başka nedenlerden ötürü, rahatsızlık duyduğunu belirtmiştir.

• **Günüşiği ve Lamba Işığı ile Aydınlatma:**

1. Kapalı günlerde, öğrencilerin %45'i, 08.00 - 09.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında; %35'i, 08.00 - 10.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında; %12'si, 08.00 - 09.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında; %8'i de, 08.00 - 10.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında lamba ışığına gereksinim duyduğunu belirtmiştir.

Açık günlerde, öğrencilerin %38'i, 08.00 - 09.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında; %35'i, 08.00 - 10.00 ve 14.00 - 16.00

saatleri arasında; %17'si, 08.00 - 09.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında; %10'u ise, 08.00 - 10.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında lamba ışığına gereksinim duyduğunu belirtmiştir.

2. Günüşiği ve lamba ışığının birlikte kullanıldığı durumda, öğrencilerin %40'ı, masa üzerindeki aydınlık düzeyini yeterli; %18'si, çok; %22'si, az; %20'si, çok az olarak değerlendirmiştir.

3. Aynı durumda, yazı tahtasının üzerindeki aydınlık, öğrencilerin %48'i tarafından yeterli; %52'si tarafından yetersiz bulunmuştur.

4. Öğrencilerin, %57'si, yazı tahtası üzerinde yazılanları, kötü; %29'u iyi; %9'u çok iyi; %5'i çok kötü olarak algıladığını belirtmiştir.

5. Öğrencilerin %57'si, yazı tahtası üzerinde lamba ışığından kaynaklanan parlamalar olduğunu; %43'ü ise, olmadığını belirtmiştir. Parlamalar olduğunu belirtenlerin, %70'i, yazılanları algılamakta güçlük çektiğini, %30'u güçlük çekmediğini ifade etmiştir.

6. Ankete katılanların %65'i, masalarının üzerinde gözü rahatsız edici parlamalar olduğunu, %35'i ise, olmadığını söylemiştir.

7. Öğrencilerin %60'ı, masalarının üzerine kendi gölgeleri ya da başka nesnelerin gölgesinin düştüğünü; %40'ı gölge olmadığını vurgulamıştır. Gölge düştüğünü söyleyenlerin %50'si, eylemini güçleştirdiği, %50'si ise güçleştirmediğini belirtmiştir.

8. Yazı tahtasına ya da öğretmene bakıldığında, tavandaki lambaların parlaklığının gözünü kamaştırdığını belirten öğrencilerin oranı, %66; bundan rahatsızlık duymayanların oranı ise, %34'dür.

9. Yalnızca günışığı aydınlığının olduğu durumla karşılaştırıldığında, renkleri, öğrencilerin %51'i aynı; %43'ü, daha iyi, %6'sı daha kötü olarak algıladığını belirtmiştir.

10. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı, göz ağrısı, dikkati toplayamama gibi rahatsızlık duyanların oranı, %55; duymayanların oranı ise, %45'dir. Rahatsızlık duyanların %45'i, rahatsızlık nedeni olarak birinci sırada, "tavandaki lambalar gözünü kamaştırdığı için" seçeneğini işaretlemiştir. %25'i, "masa üzerinde parlamalar olduğu için"; %12'si, "yazı tahtası üzerinde aydınlık az olduğu için"; %7'si, "yazı tahtası üzerinde parlamalar olduğu için"; %6'sı, masa üzerinde aydınlık az olduğu için", %3'ü, "masa üzerine kendi gölgesi ya da başka nesnelerin gölgesi düştüğü için", %2'si de başka nedenlerden ötürü, rahatsızlık duyduğunu belirtmiştir.

4.2. Öneri Aydınlatma Düzeni:

- **Günışığı ile Aydınlatma:**

1. Yalnızca, günışığının olduğu durumda, öğrencilerin %75'i, masaların üzerindeki aydınlık düzeyini yeterli; %16'sı az; %6'sı çok, %3'ü çok az olarak değerlendirmiştir.

2. Aynı durumda, yazı tahtasının üzerindeki aydınlık, öğrencilerin %62'si tarafından yeterli; %38'i tarafından yetersiz bulunmuştur.

3. Öğrencilerin, %45'i, yazı tahtası üzerinde yazılanları, kötü; %22'si iyi; %24'ü çok iyi; %9'u çok kötü olarak algıladığını belirtmiştir.

4. Öğrencilerin %63'ü, yazı tahtasına ya da masanın üzerine güneş ışığı geldiğinde, yazmada ya da okumada güçlük çektiğini; %37'si ise, güçlük çekmediğini vurgulamıştır. Güçlük çekenlerin %70'i, önlem olarak, perdeleri kapattığını; %20'si, hiç bir önlem almadığını; %10'u, lambaları yaktığını belirtmiştir.

5. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı, göz ağrısı, dikkati toplayamama gibi rahatsızlık duyanların oranı, %44; duymayanların oranı ise, %56'dır. Rahatsızlık duyanların %65'i, rahatsızlık nedeni olarak birinci sırada, "masa üzerinde aydınlık az olduğu için" seçeneğini işaretlemiştir. %20'si, "yazı tahtası üzerinde aydınlık az olduğu için"; %10'u, "başka nedenlerden ötürü"; %5'i, "yazı tahtası üzerinde parlamalar olduğu için" rahatsızlık duyduğunu belirtmiştir.

- **Günışığı ve Lamba Işığı ile Aydınlatma:**

1. Kapalı günlerde, öğrencilerin %50'si, 08.00 - 09.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında; %28'i, 08.00 - 10.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında; %12'si, 08.00 - 09.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında; %10'u da, 08.00 - 10.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında lamba ışığına gereksinim duyduğunu belirtmiştir.

Açık günlerde, öğrencilerin %46'sı, 08.00 - 09.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında; %32'si, 08.00 - 10.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında; %10'u, 08.00 - 10.00 ve 15.00 - 16.00 saatleri arasında; %12'si ise, 08.00 - 09.00 ve 14.00 - 16.00 saatleri arasında lamba ışığına gereksinim duyduğunu belirtmiştir.

2. Günışığı ve lamba ışığının birlikte kullanıldığı durumda, öğrencilerin %59'u, masa üzerindeki aydınlık düzeyini yeterli; %29'u, çok; %6'sı, az; %6'sı, çok az olarak değerlendirmiştir.

3. Aynı durumda, yazı tahtasının üzerindeki aydınlık, öğrencilerin %83'ü tarafından yeterli; %17'si tarafından yetersiz bulunmuştur.

4. Öğrencilerin, %50'si, yazı tahtası üzerinde yazılanları, çok iyi; %35'i iyi; %10'u kötü; %5'i çok kötü olarak algıladığını belirtmiştir.

5. Öğrencilerin %20'si, yazı tahtası üzerinde lamba ışığından kaynaklanan parlamalar olduğunu; %80'i ise, olmadığını belirtmiştir. Parlamalar olduğunu belirtenlerin, %35'i, yazılanları algılamakta güçlük çektiğini, %65'i güçlük çekmediğini ifade etmiştir.

6. Ankete katılanların %19'u, masalarının üzerinde gözü rahatsız edici parlamalar olduğunu, %81'i ise, olmadığını söylemiştir.

7. Öğrencilerin %15'i, masalarının üzerine kendi gölgeleri ya da başka nesnelerin gölgesinin düştüğünü; %85'i gölge olmadığını vurgulamıştır. Gölge düştüğünü söyleyenlerin %28'i, eylemini güçleştirdiği, %72'si ise güçleştirmedini belirtmiştir.

8. Yazı tahtasına ya da öğretmene bakıldığında, tavandaki lambaların parlaklığının gözünü kamaştırdığını belirten öğrencilerin oranı, %18; bundan rahatsızlık duymayanların oranı ise, %82'dir.

9. Yalnızca günışığı aydınlığının olduğu durumla karşılaştırıldığında, renkleri, öğrencilerin %63'ü aynı; %30'u, daha iyi, %7'si daha kötü olarak algıladığını belirtmiştir.

10. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı, göz ağrısı, dikkati toplayamama gibi rahatsızlık duyanların oranı, %22; duymayanların oranı ise, %78'dir. Rahatsızlık duyanların %50'si, "başka nedenlerden dolayı"; %50'si, "masa üzerine kendi gölgesi ya da başka nesnelerin gölgesi düştüğü için" rahatsızlık duyduğunu belirtmiştir.

4.3. Anketlerin Genel Değerlendirmesi

Mevcut ve öneri durumlar için ankete verilen yanıtlar, günışığı ile aydınlatma açısından incelendiğinde, öğrencilerin çoğunluğunun (%55-%75), anket yapılan gün ve saatte, masaların ve yazı tahtasının

üzerindeki aydınlık düzeyini yeterli buldukları belirlenmektedir. Ancak, öğrencilerin, ilk anketin yapıldığı gün, %51'i; ikinci anketin yapıldığı gün, %45'i, yazı tahtası üzerinde yazılanları, kötü olarak algıladıklarını belirtmiştir. Ayrıca, yazı tahtasına ya da masa üzerine güneş ışığı geldiğinde, yazmada ya da okumada güçlük çektiklerini belirtenlerin oranı, ilk anket gününde, %60, ikinci anket gününde, %63'tür. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı vb. çeşitli rahatsızlıklar duyanların oranı, ilk anket gününde, %57, ikinci anketin yapıldığı gün ise, %44 olarak saptanmıştır.

Yanıtlar, günışığı ve lamba ışığı ile aydınlatma durumu için incelendiğinde, mevcut durumda, öğrencilerin %58'i, masa üzerindeki aydınlık düzeyini çok ve yeterli bulurken, %42'si az ve çok az olarak değerlendirmiştir. Öneri durumunda ise, masa üzerindeki aydınlık düzeyi, %88 oranındaki öğrenci tarafından yeterli ve çok, %12 oranındaki öğrenci tarafından ise, az ve çok az olarak değerlendirilmiştir. Mevcut durumda, yazı tahtası üzerindeki aydınlık düzeyi, %48 oranında, yeterli bulunurken, öneri durumunda, %83 oranında yeterli bulunmuştur. Bu değerlendirmelere göre, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, aydınlığı nicelik yönünden, mevcut durumda, yetersiz; önerilen aydınlatma düzeninde ise, yeterli bulmaktadır.

Nitelik ile ilgili konular, her iki duruma göre değerlendirildiğinde ise, mevcut durumda, öğrencilerin %57'si, yazı tahtası üzerinde, lamba ışığından kaynaklanan parlamalar olduğunu; öneri durumunda ise, yalnızca, %20'si bu durumdan rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Mevcut durumda, öğrencilerin %65'i, masaların üzerindeki parlamalardan rahatsız olduklarını bildirirken; öneri durumunda ise, bu oran %19'a inmiştir. Masaların üzerinde gölgeden şikayetçi olan öğrencilerin oranı, mevcut durumda, %60 iken, öneri aydınlatma düzeninde, %15 olarak belirlenmiştir. Yazı tahtasına ya da

öğretmene bakıldığında, tavandaki lambaların parlaklığının kamaşma yarattığını belirten öğrencilerin oranı, mevcut düzende, %66 iken; öneri düzende seçilen aygıt tipi ile, bu oran %18'e inmiştir. Günişığı + lamba ışığı altındaki renk algılaması, yalnızca günişığı durumuna göre, mevcut düzende, %51 oranında aynı; öneri düzende ise, %63 oranında aynı olarak belirtilmiştir. Mevcut düzende, aydınlatma nedeniyle, rahatsızlık duyanların oranı, % 55 iken, öneri düzende bu oran, %22 olarak belirlenmiştir. Nitelikle ilgili değerlendirmelere göre, mevcut aydınlatma düzeninde, rahatsızlık duyulan pek çok konu, öneri aydınlatma düzeni ile iyileştirilmiş ve rahatsızlık duyanların oranı, azalmıştır.

5. SONUÇ

Eğitimin temel aracı olan okullar, tüm dünyada olduğu gibi, özellikle gelişmekte olan ülkeler için vazgeçilmez öğelerdir. Derslik hacimleri ise, öğrenme sürecinde okul yapılarında yer alan temel birimleri oluşturmakta, öğrencilerin günlerinin büyük bir bölümü bu hacimlerde geçmektedir.

Öğrenmede çok önemli yer tutan görme olayı, doğrudan doğruya aydınlatma ile ilişkilidir. Görmenin doğru ve tam olması, öğrenmenin verimli, bir başka deyişle, öğrencinin başarılı olması, öğrenme sırasında sıkıntı, başağrısı vb. olumsuzlukların olmaması, dolayısıyla, öğrencilerin ve öğretmenin bulunduğu mekandan hoşnut olması, ancak iyi bir aydınlatma düzeninin kurulmasıyla olanaklıdır. Bununla beraber, aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi oranı dikkate alındığında, aydınlatma tasarımlarında uygun enerji kullanımının önemi de yadsınamaz bir gerçektir.

Bu bildiriye, bilimsel verilere dayalı olarak kurulan, görsel konfor ve optimum enerji kullanımı yönlerinden en iyi sonucu veren aydınlatma düzeninin uygulamadaki

durumunu incelemek amacıyla, bir alan çalışması incelenmiştir. Seçilen derslikte, önerilen düzen uygulanmadan önce, mevcut aydınlatma düzeni incelenmiş, aydınlık düzeyi ve ışıklılık ölçmeleri yapılmıştır. Mevcut aydınlatmayı nicelik ve nitelik olarak iyileştirmek ve optimum enerji kullanımı sağlamak amacıyla, bir yapma aydınlatma düzeni önerilmiş ve uygulanmıştır. Mevcut ve yeni aydınlatma düzeni, aydınlık düzeyi, ışıklılık ölçmeleri ve anketlerle değerlendirilmiştir. Bu ölçme ve anketlerle elde edilen sonuçların, önerilen aydınlatma düzeni için yapılan hesaplamaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma, temelde, yapma aydınlatmaya dayalı olup, günişığına, özellikle, kullanımda enerjinin korunumu yönünden önemli olması nedeniyle, örnekleme yapmak amacıyla değinilmiştir. Bu çalışmada örnek verilen günişığı kullanımı, bu çalışmanın devamı niteliğinde ya da başka bir çalışma kapsamında, ders yılı boyunca izlenerek, yapma aydınlatma kullanımı, buna göre belirlenebilir. Ayrıca, böyle bir çalışma, tüm Türkiye kapsamında, başka bölge ve/ya da illerde tekrarlanarak geliştirilebilir. Bunun sonucunda elde edilen veriler, ilgili kurumlarca değerlendirilerek, mevcut okulların aydınlatmalarının iyileştirilmesinde ya da yeni yapılacak okulların daha iyi nitelikli aydınlatmalarının sağlanmasında kullanılabilir. Böylece, aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisinden sağlanan tasarrufla elde edilen gelir, eğitimde başka konularda kullanılarak değerlendirilebilecektir.

EK. ANKET SORULARI

Tarih:

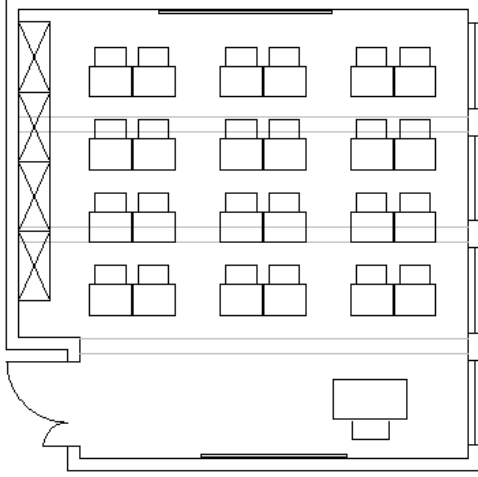
Saat:

A. Deneklerle İlgili Bilgiler

Yaş:

Cinsiyet: K ☐ E ☐

Derslikteki konumunuzu işaretleyiniz:



B. Güneşli ile Aydınlatma

Bu bölümdeki soruları yanıtlarken, lütfen yalnızca, güneşli aydınlığının olduğu durumu, yani lambaların yanmadığı durumu göz önüne alınız.

1. Masanızın üzerindeki aydınlık düzeyini nasıl değerlendiriyorsunuz?

a- Çok b- Yeterli c- Az d- Çok az

2. Yazı tahtası üzerindeki aydınlık sizce yeterli midir?

a- Evet b- Hayır

3. Yazı tahtası üzerinde yazılanları nasıl algılıyorsunuz?

a- Çok iyi b- İyi c- Kötü d- Çok kötü

4. Yazı tahtasına ya da masanızın üzerine güneş ışığı geldiğinde yazmada ya da okumada güçlük çekiyor musunuz?

a- Evet b- Hayır

Güçlük çekiyorsanız, hangi önlemi alıyorsunuz?

a) Perdeleri kapatıyorum

b) Lambaları yakıyorum

c) Hiçbir önlem almıyorum

5. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı, göz ağrısı, dikkati toplayamama gibi rahatsızlıklar duyuyor musunuz?

a- Evet b- Hayır

Rahatsızlık duyuyorsanız, bunun nedenlerini sizi en çok rahatsız edenine "1" diyerek sıralayınız.

() Masa üzerindeki aydınlık az olduğu için

() Yazı tahtası üzerindeki aydınlık az olduğu için

() Masa üzerinde parlamalar olduğu için

() Yazı tahtası üzerinde parlamalar olduğu için

() Başka nedenler

C. Güneşli ve Lamba Işığı ile Aydınlatma

Bu bölümdeki soruları lütfen, lambaların yandığı duruma göre yanıtlayınız.

1. Günün hangi saatlerinde lamba ışığına gereksinim duyuyorsunuz?

Kapalı Günler () 8.00-9.00 () 8.00-10.00
() 15.00-16.00 () 14.00-16.00

Açık Günler () 8.00-9.00 () 8.00-10.00
() 15.00-16.00 () 14.00-16.00

2. Masanızın üzerindeki aydınlık düzeyi aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer?

a- Çok b- Yeterli c- Az d- Çok az

3. Yazı tahtası üzerindeki aydınlık sizce yeterli midir?

a- Evet b- Hayır

4. Yazı tahtası üzerinde yazılanları nasıl algılıyorsunuz?

a- Çok iyi b- İyi c- Kötü d- Çok kötü

5. Yazı tahtasında lamba ışığından kaynaklanan parlamalar oluyor mu?

a- Evet b- Hayır

Parlamalar oluyorsa, yazılanları algılamakta güçlük çekiyor musunuz?

a- Evet b- Hayır

6. Masanızın üzerinde gözü rahatsız edici parlamalar oluyor mu?

a- Evet b- Hayır

7. Masanızın üzerine kendi gölgeniz ya da başka nesnelerin gölgesi düşüyor mu?

a- Evet b- Hayır

Gölge düşüyorsa, bu gölgeler, eyleminizi güçleştiriyor mu?

a- Evet b- Hayır

8. Yazı tahtasına ya da öğretmene baktığınızda, tavandaki lambaların parlaklığı gözünüzü kamaştırıyor mu?

a- Evet b- Hayır

9. Yalnızca günışığı aydınlığının olduğu durumla karşılaştığınızda, renkleri nasıl algılıyorsunuz?

a- Aynı b- Daha iyi c- Daha kötü

10. Aydınlatma nedeniyle, yorgunluk, baş ağrısı, göz ağrısı, dikkati toplayamama gibi rahatsızlıklar duyuyor musunuz?

a- Evet b- Hayır

Rahatsızlık duyuyorsanız, bunun nedenlerini sizi en çok rahatsız edenine “1” diyerek sıralayınız.

() Masa üzerindeki aydınlık az olduğu için

() Yazı tahtası üzerindeki aydınlık az olduğu için

() Masa üzerinde parlamalar olduğu için

() Yazı tahtası üzerinde parlamalar olduğu için

() Tavandaki lambalar gözümü kamaştırdığı için

() Masa üzerine kendi gölgem ya da başka nesnelerin gölgesi düştüğü için

() Başka nedenler

KAYNAKLAR

1. Anon., Philips Lighting Manual, 5. Edition, Netherlands, 1993.

2. Anon., CIE Guide For Interior Lighting, Second Edition, Austria, 1986.

3. Anon., IES Lighting Handbook, Application Volume, 1987.

4. Anon., IES Lighting Handbook, 8th Edition, Illuminating Engineering Society, NewYork, 1993.

5. Anon., CIBSE Code For Interior Lighting, London, 1994.

6. Şerefhanoglu, M., Konutlarda Aydınlatma, Karaca Ofset Basımevi, İstanbul, 1972.

7. Bostancı Başkan, T., Bir Tasar Ölçütü Olarak Dersliklerde Görsel Konfor ve Optimum Enerji Kullanımı İçin Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, YTÜ FBE, İstanbul, 2004.

8. Şerefhanoglu, M., Yapı İçi Aydınlatmasında Enerjinin Optimum Kullanımı, Y.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1972.