

DERSLİKLERDE GÖRSEL KONFOR VE OPTİMUM ENERJİ KULLANIMI İÇİN FARKLI AYDINLATMA DÜZENLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tuba BOSTANCI BASKAN
Türk Philips Tic. A.Ş.
Y. Dudullu O.S.B.
2. Cad. No:22, Ümraniye, İstanbul.
İstanbul.
Tel: 0090-216-522 18 62
Faks: 0090-216-522 18 35
e-mail: tuba.baskan@philips.com

Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yapı Fiziği Bilim Dalı, Beşiktaş,
Tel: 0090-212-259 70 70 / 2255
Faks: 0090-212-261 05 49
e-mail: serefhan@yildiz.edu.tr

ÖZET

İnsanın çevresi ile olan ilişkisinde, en büyük oranı görsel algılama oluşturmaktadır. 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 çalışmada, derslik aydınlatması için uygun, değişik yansıtıcı ve yayıcı özelliklerine sahip aydınlatma aygıtları seçilerek, tip derslik hacminde on ayrı aydınlatma düzeni kurulmuştur. Bu düzenler, görsel konfor etkenleri olan, aydınlığın niceliği ve aydınlığın niteliği ile enerji harcaması yönlerinden karşılaştırılarak incelenmiştir

1.GİRİŞ

Eğitim, tüm dünyada ve özellikle, gelişmekte olan ülkelerde, büyük önem taşıyan bir konudur. Ülkemiz de, gelişmekte olan ve Avrupa Birliği'ne girme süreci içinde olan bir ülke olarak, uluslararası standartlara ulaşmak açısından, eğitime büyük değer ve önem vermektedir. Eğitim yapılarının en önemli ve genel fiziksel mekanı olan derslikler, insanların, ilk çocukluktan, gençliğe kadar olan süreçte, yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekanlardır. Öğrencilerin, buldukları derslik hacimlerinde, yaptıkları işlerin niteliğine göre, olabildiğince yorulmadan, istekli ve verimli bir biçimde çalışmalarının sağlanması; bir başka deyişle, uygun fizik ortam koşullarının oluşturulması gerekmektedir. Fizik ortamı oluşturan, ses, ışık, renk, ısı ve nem gibi öğelerin, insanların gerçekleştirdikleri çeşitli eylemlerin özelliklerine göre, nicel ve

nitel yönden en uygun duruma getirilmesi ve korunması, konforun sağlanması açısından önemlidir. Eğitim sürecinde, görsel algılamanın öğrenmedeki katkısı, öteki duyu organlarının katkılarında daha fazladır. Dolayısıyla, öğrenmenin tam, eksiksiz, doğru, yorulmadan ve çok fazla çaba harcamadan yapılabilmesi, büyük oranda, iyi görme koşullarının yani görsel konforun sağlanmasına bağlıdır.

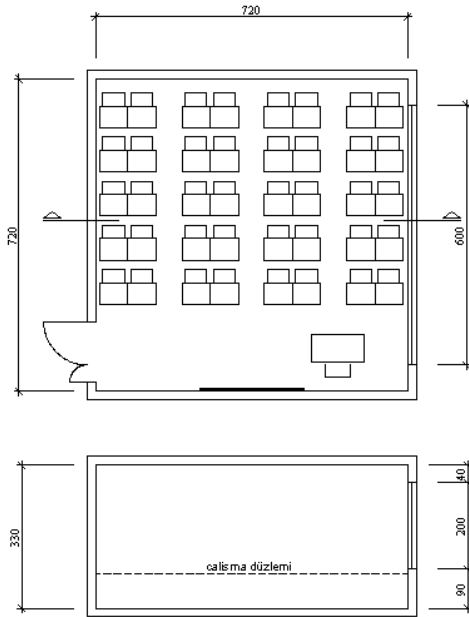
Aydınlatmanın, nicelik ve nitelik yönünden gerekli koşulları sağlamanın yanı sıra, aydınlatmada uygun enerji kullanımı da önemli bir etmendir. Ülkemizde, yapma aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi, tüketilen tüm elektrik enerjisi içinde, büyük bir oranı kapsamaktadır. Özellikle, okullar gibi, gün boyunca kullanılan yapılarda, görsel konfordan ödün vermeden sağlanan uygun enerji kullanımı ile

büyük oranda enerji tasarrufu elde edileceği açıktır.

Bu bildiriye, dersliklerde, değişik tip aydınlatma aygıtları kullanılarak, birbirinden farklı düzenler oluşturulmuştur. Bu düzenler, görsel konfor ve uygun enerji kullanımı yönlerinden incelenip, değerlendirilmiştir.

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

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

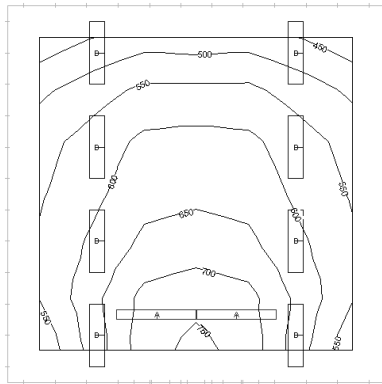
olarak seçilmiştir. Genel aydınlatmaya ek olarak, yazı tahtası üzerinde yeterli nicelik ve uygun nitelikte aydınlığın elde edilmesi amacıyla, asimetric yansıtıcı aygıt ile bölgesel aydınlatma uygulanmıştır. Seçilen tip derslik hacminde kullanılan aydınlatma aygıtlarının özellikleri, Tablo 1'de, verilmiştir. Bu aygıtlar kullanılarak oluşturulan yapma aydınlatma düzenlerinde, ortalama ve noktada aydınlık düzeyi değerleri, bilgisayar programı aracılığı ile hesaplanmıştır. Derslikler için ortalama aydınlık düzeyi, $E_{ort}=500 \text{ lm/m}^2$ olarak belirlenmiş ve aydınlatma düzenleri buna göre oluşturulmuştur. Bu düzenlerde, hem seçilen aygıtların ışık dağılım özellikleri nedeniyle, hem de günışığı ile lamba ışığının birbirini görsel konfor ve enerji kullanımı yönünden desteklemesi amacıyla, bakış doğrultusuna ve pencere konumuna paralel ışık bantları oluşturulmuştur. Ayrıca, dikkatin yazı tahtasına ve öğretmene yoğunlaşması için, bu bölgede, bir özel (bölgesel) aydınlatma yapılmıştır. Seçilen değişik tip aydınlatma aygıtları, bu düzene göre yerleştirilmiş ve hesaplamalar, bu doğrultuda yapılmıştır.

Tablo 1. Seçilen tip derslik hacminde kullanılan aydınlatma aygıtları

Aygıt tipi		Yansıtıcı tipi	Aygıt geriverimi	Lamba sayısı	Lamba tipi	Lamba renk sıcaklığı (K)	Lamba ömrü (saat)	Balast tipi
1	A1	Paletli (tek parabolik)	0.67	2	TL-D 36W	4000	13000	Manyetik
2	A2		0.69	4	TL-D 18W	4000	13000	Manyetik
3	B1		0.67	2	TL-5 28W	4000	20000	Elektronik
4	B2		0.70	4	TL-5 14W	4000	20000	Elektronik
5	C1	Paletli (çift parabolik) CIBSE LG3 cat.3	0.63	2	TL-D 36W	4000	13000	Manyetik
6	C2		0.62	4	TL-D 18W	4000	13000	Manyetik
7	D1	Paletli (OLC) CIBSE LG3 cat.2	0.74	2	TL-5 28W	4000	20000	Elektronik
8	D2		0.75	4	TL-5 14W	4000	20000	Elektronik
9	E1	Opal yayıcılı	0.60	2	TL-D 36W	4000	13000	Manyetik
10	E2		0.62	4	TL-D 18W	4000	13000	Manyetik
F		Asimetrik y. (Yazı Tahtası)	0.70	1	TL-D 58W	4000	13000	Manyetik

• **A1 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

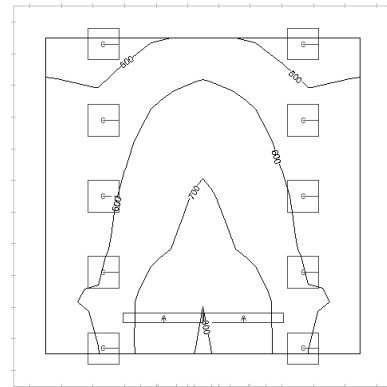
A1 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=580 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.71$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(\text{yazı tahtası})}=506 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort} = 0.74$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. A1 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

• **A2 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

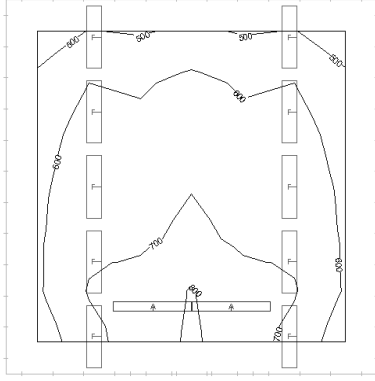
A2 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort} = 596 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.72$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(\text{yazı tahtası})}=518 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort} = 0.72$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. A2 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **B1 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

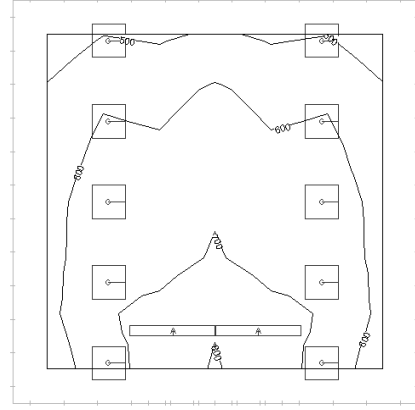
B1 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=598 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.70$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=518 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.72$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. B1 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **B2 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

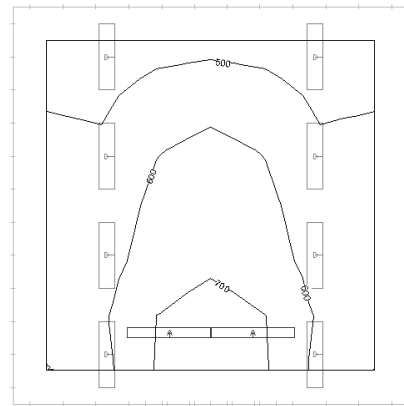
B2 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=585 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.71$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=510 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.72$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. B2 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **C1 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

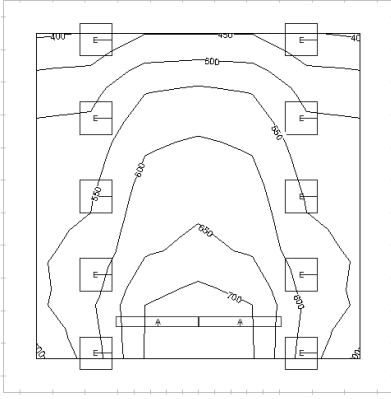
C1 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=561 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.72$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=487 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.72$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. C1 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **C2 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

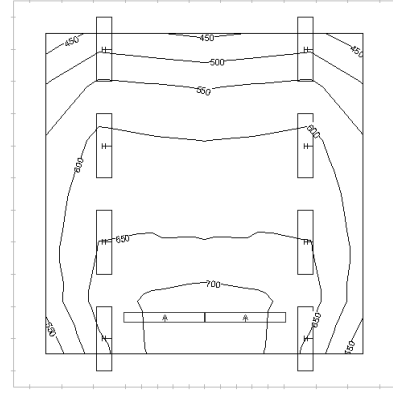
C2 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=555 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.71$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=487 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.71$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. C2 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **D1 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

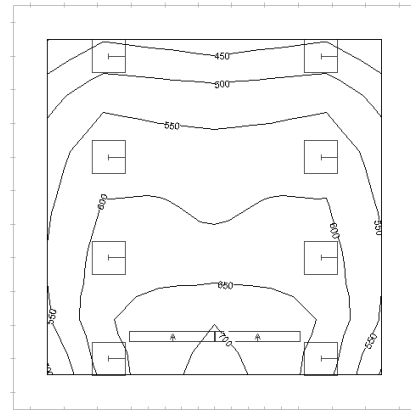
D1 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=588 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.70$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=480 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.74$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. D1 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **D2 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

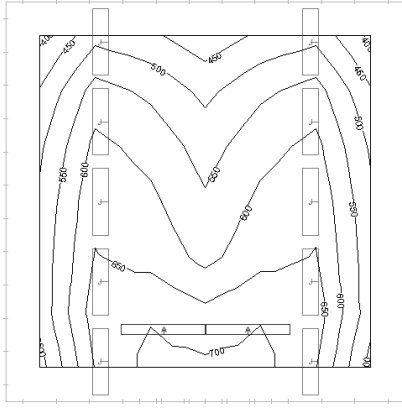
D2 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=563 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.71$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(yazı \text{ tahtası})}=465 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.73$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. D2 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **E1 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

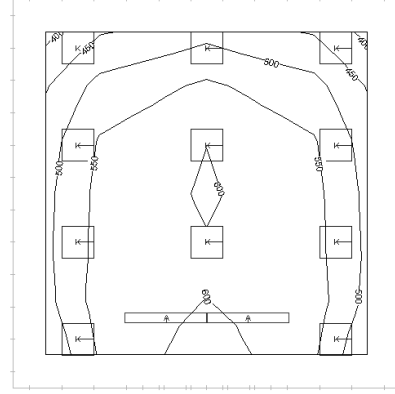
E1 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=565 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.68$ 'dir. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(\text{yazı tahtası})}=561 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.72$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. E1 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

- **E2 Tipi Aygıt ile Kurulan Aydınlatma Düzeni**

E2 tipi aydınlatma aygıtı ile kurulan aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan ortalama aydınlık düzeyi $E_{ort}=528 \text{ lm/m}^2$ ve aydınlık dağılımının düzgünlük oranı, $E_{min}/E_{ort}=0.73$ 'dür. Yazı tahtası üzerinde ise, $E_{d(\text{yazı tahtası})}=503 \text{ lm/m}^2$ olarak hesaplanan düşey aydınlık dağılımının oranı ise, $E_{min}/E_{ort}=0.73$ olarak belirlenmiştir. Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 11. E2 tipi aygıtın hacimdeki yerleşimi ve aydınlık dağılımı

Yapılan hesaplamalar sonucunda, kurulan on aydınlatma düzeninde, temel olarak, nicelik yönünden gerekli minimum ortalama aydınlık düzeyi, 500 lm/m^2 'nin üzerinde sağlanmıştır. Bu düzenler, aydınlığın niteliği ve enerji harcaması yönünden de aşağıdaki biçimde, incelenip, değerlendirilmiştir.

3. KURULAN AYDINLATMA DÜZENLERİNİN AYDINLIĞIN NİTELİĞİ YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Işık rengi: Tüm düzenlerde kullanılan lamba tipleri, ışık rengi, renk sıcaklığı ve renksel geriverim yönlerinden derslikler için uygun lambalardır. TL-D ve TL-5 tipi lambaların, ışık renkleri, yüksek aydınlık düzeyi gerektiren dersliklerde kullanıldığı için, renk sıcaklıkları 4000K ve renksel geriverimleri $R_a > 80$ olarak seçilmiştir. Renksel geriverim sınıfı, 1B'dir. Ayrıca, bu lambaların verimleri yüksek ve ömürleri uzundur.

Işık doğrultusal yapısı ve gölge niteliği: E1 ve E2 tipi aygıtlarla kurulan düzenlerde, aygıtın opal yayıncılı olması nedeniyle, A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 ve D2 tipi paletli aygıtlar kullanılan düzenlere göre, daha yaygın ışık alanı

elde edilmektedir. Dolayısıyla, gölge niteliği de gölgesiz aydınlığa yakın bir özellik göstermektedir.

Aydınlık düzeyi dağılımları: Bütün aydınlatma düzenlerinde, yatay çalışma düzlemi ve düşey yazı tahtası üzerinde, en az aydınlık düzeyinin, ortalama aydınlık düzeyine oranı ile tanımlanan düzgünlük değeri $E_{min}/E_{ort} > 0.70$ olarak hesaplanmıştır. Böylece, tüm düzenlerde, kabul edilebilir düzgün yayılmış bir aydınlık sağlanmıştır. E1 ve E2 tipi aygıtlarla kurulan düzenlerde, yine, aygıtın opal yayıncılı olması nedeniyle, A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 ve D2 tipi paletli aygıtlar kullanılan düzenlere göre, duvar yüzeyleri daha düzgün yayılmış ve daha yüksek aydınlık düzeyleri elde edilmiştir. A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 ve D2 tipi aygıtlarla kurulan düzenlerde, arka duvar üzerinde pano, tablo vb. sergi alanına olanak veren aydınlık dağılımları oluşturulmuştur.

Çevrede yer alan yüzeylerin özellikleri: Hacim iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları, r_{tavan} : 0.70; $r_{duvarlar}$: 0.50; $r_{döşeme}$: 0.30 ve yazı tahtasının yansıtma çarpanı, bulunduğu duvarın yansıtma çarpanından daha yüksek (beyaz renkli, $r_{yazı\ tahtası}$: 0.80) olarak belirlenmiştir.

Işıklılık ve kamaşma: Aydınlatma düzenlerinde, iç yüzey ortalama ışıklılık değerleri incelendiğinde, E1, E2 aygıtları ile kurulan düzenlerde, ışıklılık değerlerinin, standartlarda [1] verilen değerlere uygun olduğu görülmektedir.

A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 ve D2 tipi aygıtların kullanıldığı düzenlerde ise, bu değerler, ışık dağılım özelliklerinden ötürü, uygun değerlere yakın, kabul edilebilir değerlerde hesaplanmıştır. Her hacimde, yazı tahtasının bulunduğu duvar olan, ön duvarların ışıklılık değerleri, öteki duvarların değerlerine göre, daha yüksektir. Yazı tahtasının yansıtma çarpanı, bulunduğu duvar yüzeyinin yansıtma çarpanından daha yüksek olarak alındığından, ışıklılığı da daha yüksektir. Bu durumda, bakılan alan ve yakın çevresi arasındaki ışıklılık karşıtlığı, 3/1-1 oranları [2] arasında sağlanmıştır. C1, C2 ve D1, D2 tipi paletli aygıtlar, kamaşma sınıfı olarak, görme alanı içinde, aydınlatma aygıtının kamaşmasının en aza indirilmesi açısından, öteki aygıtlara göre daha olumludur. A1, B1, C1, D1 ve E1 tipi aygıtlar, çizgisel olmaları açısından da bakış doğrultusuna paralel olarak yerleştirilebilmeleri nedeniyle, A2, B2, C2, D2 ve E2 tipi aygıtlara göre aydınlatma tekniği açısından daha olumludur.

4. KURULAN AYDINLATMA DÜZENLERİNİN OPTİMUM ENERJİ KULLANIMI YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kurulan on ayrı aydınlatma düzeni enerji harcaması yönünden incelendiğinde, her bir düzende, 1 lm/m^2 aydınlık düzeyini sağlamak için, harcanan güç değerleri, Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kurulan düzenlerde, 1 lm/m² aydınlık düzeyini sağlamak için, harcanan güç değerleri

Ayıt tipi	Ortalama aydınlık düzeyi (lm/m ²)	Sistem gücü (W)	1lm/m ² için harcanan güç (W/lm/m ²)	
1	A1	580	862	1.49
2	A2	596	1042	1.75
3	B1	598	782	1.31
4	B2	585	802	1.37
5	C1	561	862	1.54
6	C2	555	1042	1.88
7	D1	588	654	1.11
8	D2	563	670	1.19
9	E1	565	1042	1.84
10	E2	528	1132	2.14

Buna göre, TL-D lamba ve manyetik balast kullanılan düzenler arasında, en az enerji harcaması, A1 tipi aygıtla; en çok enerji harcaması, E2 tipi aygıtla yapılmıştır. TL-5 lamba ve elektronik balast kullanılan düzenler arasında ise, en az enerji harcaması, D1 tipi aygıtla; en çok enerji harcaması ise, B2 tipi aygıtla gerçekleşmiştir. Genel olarak, TL-5 lamba ve elektronik balastın kullanıldığı D1 tipi aydınlatma aygıtının kullanıldığı düzende, 1 lm/m² aydınlık düzeyini sağlamak için, 1.11 W güç harcanmaktadır. Böylece, lamba ve balast tipi olarak da uzun ömürlü bir sistem sağlayan bu düzen, ilk yapım sırasında, enerji harcaması yönünden en uygun durumu ortaya koymaktadır. Nitelik ve enerji harcaması yönünden yapılan değerlendirmeler sonucunda, en uygun çözümü sunan aydınlatma düzeni olarak, D1 tipi aygıtın kullanıldığı düzen belirlenmiştir.

5. SONUÇ

Öğrenmenin temeli olan eğitim ve okullar, tüm dünyada olduğu gibi, özellikle gelişmekte olan ülkeler için vazgeçilmez öğelerdir. Derslikler ise,

öğrenme sürecinde temel birimleri oluşturmakta ve öğrencilerin günlerinin büyük bir bölümü, bu hacimlerde geçmektedir. Bu nedenle, fiziksel uyartılar arasında, öğrenmede en büyük paya sahip olan görsel algılama ile ilgili olarak görsel konforun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bununla beraber, aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi oranı dikkate alındığında, uygun enerji kullanımının önemi de yadsınamaz bir gerçektir. Farklı lamba ve aygıtların kullanıldığı bu örnekleme çalışmasında getirilen düzenler, aydınlatma tekniğine ve günışığından yararlanmaya dönük olarak planlanmış olmakla birlikte, günışığı aydınlığının enerji kullanımına katkısı hesaba katılmamıştır. Bu durum, ayrı bir çalışma olarak hazırlanmaktadır.

Sınırlı tutulan bu çalışmada, görsel konfor ve optimum enerji kullanımına yönelik değerlendirmeler yapılmış ve elde edilen verilerin bu konuda bir yaklaşım oluşturarak, gerek mimari tasarım aşamasında bir tasarım ölçütü olarak, gerekse, mevcut bir aydınlatma düzeni için kullanılmasında yol gösterici olması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Anon., Philips Lighting Manual, 5. Edition, Netherlands, 1993.
2. Şerefhanoglu, M., Konutlarda Aydınlatma, Karaca Ofset Basımevi, İstanbul, 1972.
3. Anon., CIE Guide For Interior Lighting, Second Edition, Austria, 1986.
4. Anon., IES Lighting Handbook, Application Volume, 1987.
5. Anon., IES Lighting Handbook, 8th Edition, Illuminating Engineering Society, NewYork, 1993.
6. Anon., CIBSE Code For Interior Lighting, London, 1994.
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.