

AYDINLATMADA ENERJİ KAYBI

İlk Baskı : 18 Şubat 1991

AYDINLATMADA ENERJİ KAYBININ BÜYÜK OLUŞUNUN NEDENLERİ

Aydınlatmada kullanılan enerjinin büyük bir bölümünün, gerekli aydınlığın ve iyi görme koşullarının sağlanmasına hiç bir katkıda bulunmadan yok olmasının iki nedeni vardır. Bunlardan biri, elektrik enerjisi ile ışık üretilmesinden, iyi görme koşullarının elde edilmesine kadar değişik aşamalarda, kolay ölçülemeyen, iyi bilinmeyen, dikkatten kaçan, ve önemsenmeyen kayıpların, büyük oranlara çıkabilmeleri; ikincisi ise, her bir aşama için söz konusu olan bu kayıp oranlarının, birbirleri ile çarpılarak büyümeleridir.

Önce bu kayıp aşamalarını sıralamak, sonra da bunları teker teker ele alıp sayısal değerlere dayalı açıklamalar yapmak, konuya yeterince açıklık getirecektir.

ENERJİ KAYBINDA BAŞLICA AŞAMALAR

Bu aşama adımları ve gruplamalar değişik biçimlerde yapılabilir. Burada, bu biçimlerden, amaca en uygun olan beş adımlı bir aşamalar dizisi seçilmiştir.

1- Elektrik enerjisinden ışık üretimi aşamasında, ışık kaynaklarında (*lambalarda*), ışığa dönüşebilecek enerjinin, yanlış lamba seçimi ile ışığa dönüşmeyen bölümü kaybolmakta, boşuna harcanmış olmaktadır.

Bu, **enerjinin boşuna harcanmasıdır.**

2- Bir ışıklığın (*aydınlatma armatürünün*), içinde bulunan lambadan çıkan ışığın, ışıklıktan dışarı çıkmayan, ışıklığın içinde yok olan bölümü de boşuna harcanmış olur.

Bu, **ışığın ışıklıkta boşuna harcanmasıdır.**

3- Bir çıplak lambadan, ya da bir ışıklıktan çıkan ışığın, aydınlatılmak istenen alan ya da yerlerin (*yararlı alanlar*) dışındaki doğrultulara giden bölümü bir oranda boşuna harcanmış olur.

Bu, **ışığın doğrultusal boşuna harcanmasıdır.**

4- Yararlı alanlar dışındaki doğrultulara giden ışık, dış aydınlatmada tümüyle yok olur. İç mekanlarda ise, rastladığı yüzeylerde, bir oranda yutulur ve yansır. Yansıyan bu ışığın bir bölümü yararlı alana, bir bölümü bunun dışındaki doğrultulara gider.

Böylece aydınlıktan yararlanılacak alanlar (*yararlı alanlar*) dışındaki iç mekan yüzeylerinde peşi peşine yutulmalar ile de ışığın bir bölümü yok olur.

Bu, **ışığın iç yüzeylerde boşuna harcanmasıdır**.

5- Yararlı alanlarda oluşan aydınlığın niteliği, aydınlatılan yüzey ve nesnelerin, görsel algılamaya ilgili özelliklerine uygun değilse, yararlı alanda elde edilen aydınlık ta, iyi görme koşullarını sağlayamayacağından, bir oranda boşuna harcanmış olur.

Bu da **aydınlığın boşuna harcanmasıdır**.

Özetlenecek olursa, temelde üç türlü boşuna harcama söz konusudur.

Bunlar,

- ◆ Düşük verimli lambalarda (1) **enerjinin**
- ◆ Işıklıklarda (2), ışık dağılımında (3), iç yüzeylerde (4) **ışığın**
- ◆ Niteliği, biçimi, etütsüz bir aydınlık (5) ile de **aydınlığın**

boşuna harcanmasıdır.

KAYIPLARIN TOPLAMI - İYİ GÖRME VERİMİ

Aydınlatmada amaç, iyi görme koşullarının sağlanması olduğuna göre, sonunda elde edilmiş iyi görme koşullarının, harcanan enerjiye oranına iyi görme verimi denebilir.

Işık üretiminden, iyi görme koşullarının sağlanmasına kadar değişik aşamaların her birinde, boşa gitmemiş olanın, yani elde kalanın, bir sonraki aşamada yeniden bir bölünmeye uğrayacağı ve bir bölümünün daha yok olacağı düşünülürse, işlemin bir çarpım işlemi olduğu anlaşılır. Yani, bir başka anlatımla,

- ◆ Işık üretiminde elde edilmiş ışık oranına **a**
- ◆ Yararlı düzleme düşürülebilmemiş ışık oranına **b**
- ◆ Elde edilmiş aydınlığın, iyi görme koşullarını sağlayabilecek oranına **c**

denirse, iyi görme verimi bu üç oranın çarpımı, yani

$$a \times b \times c \text{ gibi olur.}$$

Doğaldır ki, yararlı düzleme düşürülebilmemiş ışık oranı **b**, ışıklıkta kayıplar, doğrultusal kayıplar, ve iç yüzeylerdeki kayıplar sonucunda yukardakine benzer bir çarpımla elde edilen orandır.

İŞIK ÜRETİMİNDE ENERJİNİN BOŞUNA HARCANMASI

Kuramsal yaklaşım

Lambaların ışık verimi lümen/vat (lm/W) cinsinden verilir. Işık akısı birimi olan lümen'in büyüklüğü, 75 W gücünde bir akkor lambanın ışık akısının yaklaşık 1000 lm olduğu düşünülerek anlaşılabilir.

Kuramsal olarak ulaşılacak en yüksek renkli ışık verimi 680 lm/W dır. Kuramsal olarak ulaşılacak beyaza yakın ve düzgünce tayflı ışık veriminin üst sınırı ise, yaklaşık 200 lm/W dır.

Aydınlatmada kullanılan lambaların ışık verimleri yaklaşık 10 ile 180 lm/W arasında değişir. Bundan şu sonuç çıkarılabilir: Yanlış lamba seçimi ile boşuna harcanan enerji, elde edilen ışığın en çok 18 katını elde etmeye yetecek orana ulaşabilir.

Uygulamada durum

Aydınlatmada her türlü lamba her yerde kullanılmaz. Kullanış amacına göre lamba türü seçiminde, ilk döşem giderleri, kullanma ve bakım harcamaları, kullanım kolaylığı, ışık rengi, lamba boyutu, lamba güçleri vb. etkenlerin birlikte belirlediği sınırlar vardır. Yalnız, gerek bu sınırlar, gerekse değişik tür lambaların önemli özellikleri iyi bilinmediğinden, yanlış seçimler yapılarak, gerekli enerjinin 18 katı değilse bile, çoğu kez 3~8 katına varan boşuna harcamalara neden olunmaktadır.

Lamba seçimi, teknik, ekonomik, ve pratik sorunların etkili olduğu karmaşık bir konudur. En basit bir seçimde bile, ilk döşem ve kullanma giderlerinin karşılaştırılması gerekir. O nedenle, burada, bu konuda basit kurallar verilememektedir.

Belli büyüklükler konusunda bir yaklaşım sağlayabilir düşüncesi ile, **ÇİZELGE-1** de, değişik tür lambaların ömürleri ve ışık verimleri çok özet bir biçimde verilmiştir. Lamba seçimi için bu verilerin son derece yetersiz olduğu unutulmamalıdır.

Bir örnek

Yıllık kullanma süresinin uzunluğu (*örneğin 2.500 saat/yıl*) ve öteki özelliklerin de uygunluğu bakımından flüoresan lambaların kullanılması gereken yerde yanlış bir seçimle 100 W akkor lambaların kullanıldığı düşünülürse, verimi (*balast ile*) 76 lm/W olan lambalar yerine, verimi 13.8 lm/W olan lambalar kullanılmış olur. Bu da, verimler arasındaki orandan*, ($76/13.8 \approx 5.5$) aynı ışığı üretmek için 5.5 kat fazla enerji harcandığı, yani, bu aşamada, enerjinin ($4.5/5.5 \approx 0.818$) **yaklaşık yüzde sekseninin boşa gittiği anlamına gelir.**

* Işık üretiminde boşuna harcanan enerji, kullanılan lambanın verimi ile, aydınlatma tekniği açısından kullanılması olanaklı olan en yüksek verimli lambanın verimi arasındaki oran olarak hesaplanır

ÇİZELGE-1
Lamba Türleri (Standart Seri)

	Işık Verimi [lm/W]		Işık verimi düşme oranı	Ömür [saat]		Kuramsal ömür sonunda sönen lamba oranı
	Yeni iken	Kuramsal ömür sonuna		Kuramsal	İstatistiksel	
Akkor lambalar	8-16	7-15	0.93	1.000	500 – 1.500	0.50
Tungsten halojen lambalar	14-25	-	-	1.500 – 2.000	-	-
Halofosfat Flüoresan lambalar	48-74	37-58	0.78	8.000	7.000 – 16.000	0.05
Trifosfor Flüoresan lambalar	60-83	52-71	0.86	8.000	7.000 – 16.000	0.05
Özel katkı özdekli Flüoresan lambalar	45-60	-	-	8.000	-	-
Cıva buharlı lambalar	35-60	24-41	0.68	12.000	4.000 – 24.000	0.12
Metal halojenürlü lambalar	60-85	41-58	0.68	9.000	1.000 – 18.000	0.15
Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar	70-135	61-117	0.87	12.000	4.000 – 24.000	0.11
Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar	100-180	-	-	20.000	-	-

IŞIKLIKLARDA IŞIĞIN BOŞUNA HARCANMASI

Kuramsal yaklaşım

Lambalar genellikle, göz kamaşmasını önleme, iç mimariye uyum, estetik kaygılar, dış etkenlerden koruma, ışık dağılımını düzenleme vb. nedenlerle ışıklıklar (*aydınlatma armatürleri*) içinde kullanılır. ışıklıklar, hacim içinde, hacim iç yüzeyleri (*tavan, duvar*) üzerinde, ya da bu yüzeylere gömülü olarak düzenlenebilir.

Böyle bir ışıklıktan çıkan ve çevreye yayılan ışığın, o ışıklık içindeki lambadan çıkan ışığa oranına **ışıklık geriverimi** denir. Geriverim, ışıklığın dışarı verdiği ışığın, içindeki lambadan aldığı ışığa oranıdır. Bu nedenle lamba verimi gibi değişik iki birimle (lm/W) değil, bir oranla bildirilir.

Uygulamada durum

İyi etüd edilmiş ışıklıkların geriverimleri, türlerine göre yaklaşık 0.45 ile 0.85 arasında değişir. Etüdsüz, rasgele yapılmış ışıklıkların geriverimlerinin, ülkemizde yapılan bir araştırma ile, 0.07 ye kadar düştüğü saptanmıştır. Bu düşük oranlara, ışıklıkta kullanılan gereçlerin ışığı yansıtma ve geçirme çarpanlarının düşük olması, ışıklık ve yansıtıcı biçimlerinin etüdsüzlüğü (*peşipeşine yansıtma ve yutulmalarla, ışığın ışıklık içinde yok olması*), ve ışıklık üreticilerinin pek büyük bir çoğunluğunun geriverim etüd ve hesaplarını yapmamaları ya da yaptırmamaları gibi etkenler neden olmaktadır. Etüdsüz ışıklıkların geriverimleri oldukça yüksek te olabilmekte, fakat bu durum, bu ışıklıklarda, göz kamaşması, uygun olmayan ışık dağılımı vb. sakıncıları birlikte getirmektedir.

Bir örnek

Bir önceki örnekte, çok rastlanan bir seçim yanlışı ile, ışık üretiminde kullanılan enerjinin yüzde sekseninin boşa gidebileceği gösterilmişti. Bu, aynı enerji harcaması ile elde edilmesi gereken ışığın ancak 0.2 sinin elde edilebildiği anlamına gelir. Eğer bu düşük verimli lambalar örneğin geriverimi 0.6 olan etüdü ve hesaplanmış ışıklıklar yerine geriverimi 0.3 olan rastgele ışıklıklar içine konursa, üretilmiş ışıktan ışıklık dışına çıkabilecek olanın da yarısı boşa gitmiş olur. Bu durumda ışıklıktan çıkan ışık, aynı enerji harcanarak elde edilebilecek ışığın ancak yüzde onuna (0.1) eşit olur. Yani bu ilk iki aşamada **boşuna harcama oranı kolayca 0.90 a yükselebilir**.

İkinci aşama için verilmiş olan bu örnek, hayali değerlere değil, ölçmelerin ve istatistik değerlerin ortalamasına dayanmaktadır.

IŞIĞIN DOĞRULTUSAL BOŞUNA HARCANMASI

Aydınlatmanın amacı iyi görne koşullarını sağlamaktır. Görülmesi gereken şey bir iç mekanın bütünü olabileceği gibi, örneğin bir sanat galerisinde yalnızca sergileme panoları, yalnızca bir masa ve çevresi ya da çok daha ufak bir alan da olabilir. Bu durumda, söz konusu alan dışındaki doğrultulara giden ışığın, gerekli çevre görünürlüğünü sağlamayan bölümü, boşuna harcanmış olur.

İç aydınlatmada, ışığın doğrultusal boşuna harcanması, ışıklığın konumu ve ışık yeğinlikleri diyagramı ile iç mekanın boyutlarına bağlıdır. Dış aydınlatmada ise, örneğin bir anıt, bir yapı yüzeyin ya da bir açık spor alanı, aydınlatılmış bir yol dışına taşan ışıklar tümüyle boşuna harcanmış olur.

Işığın boşuna harcanması ile ilgili oranlar çok büyük değişiklik gösterir. Uygulamada bu oranın **0.15** ile **0.90** arasında değiştiği söylenebilir.

IŞIĞIN İÇ YÜZEYLERDE BOŞUNA HARCANMASI

Bir iç mekanda, görme olayına konu olacak nesnelere bulunmadığı doğrultulara giden ışık, bu doğrultularda rastladığı yüzeylerde belli oranda yutulur ve belli oranda yansır. Bu yüzeylerden yansıyan ışık **çevre görünürlüğünü** oluşturur, yutulan ışık ise boşuna harcanmış olur. Buna göre boşuna harcanan ışık, düştüğü yüzeylerde yansımaya uğramaz.

Yüzeylerin yansıtma çarpanları, aydınlatma literatüründe çizelgeler halinde verildiği gibi, karşılaştırma yolu ile, ya da ölçme aletleri ile belirlenebilir. **ÇİZELGE-2**, değişik yüzeylerin yansıtma çarpanlarından bir kaç örnek verilmiştir.

ÇİZELGE-2	
Yeni beyaz badana	0.80 – 0.85
Çok açık renkli yüzeyler	0.65 – 0.75
Açık renkli yüzeyler	0.45 – 0.55
Orta koyulukta yüzeyler	0.25 – 0.35
Koyu renkli yüzeyler	0.10 – 0.20
Siyaha yakın koyu yüzeyler	0.05 – 0.08

Belli bir nesne ya da ufak bir bölgenin aydınlatılması durumunda da belli ve hesaplanabilir bir minimum çevre görünürlüğü gerekir. Bu görünürlüğün sağlanması, ve bu yüzeylerden yansıyan ışıktan, yararlı alana düşecek olan oranın da büyük olabilmesi için, bu yüzeylerin açık renkli olması gerekir.

Örneğin gerekli çevre görünürlüğünü sağlamak için, koyu renkli bir yüzeye, açık renkli bir yüzeye düşürülecek ışığın $0.70/0.10 = 7$ katını, ya da örneğin $0.60/0.15 = 4$ katını düşürmek gerekir. Bu durumda ışığın iç yüzeylerde **boşuna harcama oranı**, $7/8 = 0.87$ ya da $4/5 = 0.80$ olur.

Doğaldır ki, bu yüzeylerin açık renkli olması ile, yansıma yoluyla yararlı alana düşecek ışık ta aynı oranda artacaktır. Ayrıca, bu yüzeylerde ışığın peşi peşine yansıtılması, yani yansıması ile oluşacak yayınık ışık, **aydınlığın niteliğini de olumlu yönde etkileyecektir.**

Bu konuda çok önemli bir öneride bulunulabilir; iç mekamlardaki büyük yüzeyler (*özellikle tavan ve duvar yüzeyleri*) mutlaka açık renkli olmalı, koyu renkli yüzeyler olabildiğince küçük tutulmalıdır.

AYDINLIĞIN BOŞUNA HARCANMASI

İyi görmek, nesnenin en ufak ayrıntılarını, biçimsel ve üçboyutsal özelliklerini, renk ve doku ayrımlarını, ve nesne konum ya da yer değiştiriyorsa, bu devingenliğin tüm özelliklerini, hiç zorlamadan, yorulmadan uzun süre rahatça görebilmek demektir.

Nesneler ve yüzeyler, renkli ya da renksiz, mat ya da parlak, düzlem ya da bükümlü yüzeyli, pürüzlü ya da pürüzsüz olmak gibi, görsel algılama bakımından çok değişik özellikler taşırlar. Aydınlatma tekniği, her bir özellik için ne gibi bir aydınlık **niteliği** gerektiğini belirlemiştir.

Elde edilmiş olan aydınlığın niteliği gerekli olan nitelikten uzaksa, çoğu kez yapıldığı gibi, aydınlık düzeyini yükseltmek, daha çok ışık, daha çok enerji harcamak, görme koşullarını kesinlikle iyileştiremez. Hatta, aşırı aydınlıkların neden olacağı göz kamaşması ile durum daha da kötüye gidebilir. Bu durumda, baştan beri peşi peşine türlü kayıplar sonucu elde edilebilmiş aydınlık da, gerekli iyi görme koşullarını sağlayamadığından, boşuna harcanmış olur.

Aydınlığın boşuna harcanması, aydınlatmada enerji kaybı konusunun en önemli bölümüdür. Bunun nedeni, nesne ve yüzeylerin, görsel algılama ile ilgili özelliklerinin, **aydınlığın niteliği** konusunun hemen hemen hiç bilinmemesi ve belli düzeyde bir aydınlık elde etmekle konunun çözümlenmiş olacağı yanlış kanısının çok yaygın olmasıdır.

Bir başka neden de, iyi görme koşullarını sağlayabilecek **nitelikte** bir aydınlığın yeterli olacağı düzeye göre, çok daha yüksek düzeylerde bile yanlış nitelikli bir aydınlık ile sonuç alınamayacak olmasıdır. Yani burada boşuna harcama oranı 1 olabilir ve iyi görmenin tanımı bakımından, elde edilmiş **aydınlığın tümü boşuna harcanmış olabilir**. Daha da kötüsü, belli bir aydınlık düzeyi elde edilmiş olduğundan, ve yapılacak başka bir şey bulunmadığı sanıldığından, kötü görme koşulları sürüp gider.

İYİ GÖRME VERİMİ BAKIMINDAN SONUÇ

Bu açıklamalardan ve sayısal örnek ve verilerden anlaşılacağı gibi, etüdsüz, hesapsız, rasgele kurulan bir aydınlatma düzeninde, enerji, ışık, ve aydınlık kayıplarının ulaşabileceği oran, kolay inanılabilir olmaktan uzaktır. Bunun nedeni toplam kayıp oranının çok sayıda ufak kayıplardan oluşması ve gerek bu ufak kayıpların, gerekse toplam kaybın kolayca görülebilir, anlaşılabilir ve ölçülebilir **olmamasıdır**.

KÖTÜ GÖRME KOŞULLARININ SONUÇLARI

Yarım yüzyıla yakın bir süreden beri bu konuda ciddi, bilimsel araştırmalar yapılmakta, ve çok önemli sonuçlar elde edilmektedir. Bu sonuçlara göre kötü görme koşulları, öğrenimde başarısızlığa; üretimde kalite ve verim düşüklüğüne, kusurlu mal ve fire artışına; iş ve trafik kazalarına; yanlış tanılamalara (yanlış teşhislere); iş yaşamında verimsizlik, isteksizlik ve yanlışlara; göz sağlığının bozulmasına; gereksiz yorulma, yıpranma ve sinirliliklere; ve daha bir sürü olumsuz yan etkilere neden olmaktadır.

İleri ülkelerde, resmi ve özel kuruluşlar, bu sonuçların ülkenin geleceği ve ekonomisi bakımından kapsamlı bir değerlendirmesini yaptıklarından aydınlatma konularına gerekli önemi vermekte, bir yandan boşuna harcamaları en aza indirirken, bir yandan da, buna bağlı olarak, her alanda iyi görme koşullarının elde edilmesi için gerekli harcamaları yapabilmektedirler.

BAKIMSIZLIK NEDENİ İLE ENERJİ VE IŞIK KAYBI

Lambaların ışık veriminde, ışıklıkların geriveriminde ve yüzeylerden yansıyan ışık oranında, bakımsızlık nedeni ile de önemli kayıplar olmaktadır. Bu kayıplar, bakım ara sürelerine, çevre (*hava*) kirlilik oranlarına, lamba ve ışıklık türüne göre büyük değişiklik gösterir. Ölçmeler

göstermiştir ki, bakımsız bir aydınlatma düzeninde aydınlık 3 yıl içinde ilk değerinin %40 ına düşebilmekte, yani bundan önce açıklanmış kayıplara ek **olarak 0.60 oranında bir kayıp daha** söz konusu olabilmektedir.

Yapılan gözlemler, bu tür aydınlık azalmalarının yavaş yavaş ve sürekli bir biçimde olması nedeni ile, fark edilmesinin zor olduğunu, ve durumun, zamanla ortaya çıkan göz ağrıları, artan yanlışlar, kazalar ve bir işin bitirilmesinin daha uzun zaman alması gibi sonuçlarla anlaşılabilirdiğini göstermiştir.

Yapılan hesaplar, bu kayıpların, titizlikle uygulanacak bir bakım programının yol açacağı harcamalara oranla, çok daha yüksek olacağı gerçeğini ortaya koymuştur. Tutarlı ve ekonomik bir bakım programının yapılabilmesini sağlamak üzere, **Uluslararası Aydınlatma Komisyonu**'nun bir teknik komitesince 1990 yılı sonlarında ayrıntılı bir bakım yönetmenliği hazırlanmıştır.

Burada, bakımsızlık nedeni ile uğranılacak kayıplara bir kaç örnek vermekle yetinilecektir.

LAMBALARIN IŞIK VERİMİNDE AZALMA

Aydınlatmada kullanılan lambaların, kuramsal ömürleri sonunda yenileri ile değiştirilmeleri gerekir. Kuramsal ömrü dolduktan sonra da yanmayı sürdüren lambaların verimleri ekonomik olmayacak derecede düştüğü gibi, buna bağlı olarak aydınlığın azalması da dolaylı bir sürü zarara yol açar.

ÇİZELGE-3 te, bir grup lambanın yarısı kendiliğinden sönüncüye kadar yakılması durumunda, geri kalan lambaların ışık verimlerinin ne oranda azaldığı görülmektedir.

ÇİZELGE-3	
Akkor lambalar	0.93
Halofosfat flüoresan lambalar	0.70
Trifosfor flüoresan lambalar	0.81
Civa buharlı lambalar	0.52
Metal halojenürlü lambalar	0.52
Yüksek basınçlı sodyum lambalar	0.80

Doğaldır ki bu azalma, bu lambalar sönüncüye kadar da sürüp gidecektir.

IŞIKLIKLARIN GERİVERİMİNDE AZALMA

Bakımsızlık sonucu değişik nedenlerle, ışıklıkların geriveriminde oldukça önemli azalmalar olmaktadır. Atmosfer kirlilik oranlarına, ışıklık tiplerine, ve bakım ara sürelerine göre geniş çizelgeler oluşturulmuştur. İlk hesaplarda öngörülen ışık azalmalarına, ışıklık tiplerine ve atmosfer kirlilik oranına göre hesaplanacak süreler sonunda periyodik bakımların yapılması gerekir. Bakımın ayrıntıları, yönetmelikte geniş bir biçimde verilmiştir. Bu bakımlar yapılmadığı zaman ışıklık geriverimlerinde çok önemli azalmalar olabilmektedir.

ÇİZELGE-4 te, atmosferin normal ve kirli olması gibi iki durum için, bir kaç değişik tip ışıklıkta, bir, iki ve üç yıl sonundaki geriverim azalmaları verilmiştir.

ÇİZELGE-4								
Işıklık türü	Başlangıç geriverimi		1 yıl sonra geriverim		2 yıl sonra geriverim		3 yıl sonra geriverim	
	normal kirli	yüksek kirli	normal kirli	yüksek kirli	normal kirli	yüksek kirli	normal kirli	yüksek kirli
Üstü açık yansıtıcı ışıklıklar	1.00	1.00	0.86	0.83	0.80	0.75	0.74	0.68
Üstü kapalı yansıtıcı ışıklıklar	1.00	1.00	0.81	0.72	0.69	0.59	0.61	0.52
Toza karşı korunmuş ışıklıklar	1.00	1.00	0.90	0.86	0.86	0.81	0.84	0.79
Açık ışıklıklar	1.00	1.00	0.82	0.77	0.77	0.71	0.73	0.65
Dolaylı aydınlatma ışıklıkları	1.00	1.00	0.81	0.74	0.66	0.57	0.55	0.45

YÜZEYLERDEN YANSIYAN IŞIK ORANINDA AZALMA

İç mekanlarda duvar, tavan, perde vb. yüzeylerin kirlenmesi ile, bu yüzeylerden yansıtılarak yararlı alana düşen ışıkta, ve bu yüzeylerin görünürlüğünde küçümsemeye azalmalar olmaktadır. Bu azalmalar, aydınlatma biçimine bağlı olarak bu yüzeylere giden ışık oranı yükseldikçe, yani aydınlatma biçimi, dolaysızdan dolaylıya doğru değiştikçe, giderek önem kazanmaktadır.

ÇİZELGE-5 te, normal ve kirli atmosfer durumları için, bir, iki ve üç yıl sonunda, yüzeylerden yansıyan ışık oranındaki azalmalar, hacim, ve aydınlatma biçimine göre verilmiştir.

Bakım programlarında, yönetmelikte verilmiş formüllere göre saptanacak belli aralıklarla, tavan ve duvarların temizlenmesi ya da boyaların yenilenmesi ve perdelerin yıkanması için yapılacak harcamalar, bunların yapılmaması durumunda uğranılacak kayıplara oranlara daha az olacaktır.

ÇİZELGE-5									
Hacim biçimi	Aydınlatma biçimi	Başta		1 yıl sonra		2 yıl sonra		3 yıl sonra	
		normal	kirli	normal	kirli	normal	kirli	normal	kirli
Yüksek tavanlı ufak hacimler	dolaysız	1.00	1.00	0.94	0.93	0.93	0.90	0.92	0.88
	yayınık	1.00	1.00	0.86	0.82	0.82	0.78	0.79	0.74
	dolaylı	1.00	1.00	0.78	0.73	0.73	0.66	0.68	0.59
Normal boyutta hacimler	dolaysız	1.00	1.00	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94
	yayınık	1.00	1.00	0.88	0.85	0.85	0.81	0.82	0.78
	dolaylı	1.00	1.00	0.82	0.77	0.77	0.70	0.72	0.64
Alçak tavanlı büyük hacimler	dolaysız	1.00	1.00	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94
	yayınık	1.00	1.00	0.88	0.85	0.85	0.81	0.82	0.78
	dolaylı	1.00	1.00	0.82	0.77	0.77	0.70	0.72	0.65

BAKIMSIZLIKLA İLGİLİ ENERJİ VE IŞIK KAYIPLARININ ÖZELLİĞİ

Zamanında değiştirilmemiş ve verimi düşmüş bir lambadan çıkan az ışığın, bakımsızlık nedeni ile geriverimi düşmüş bir ışıklıkta uğrayacağı fazladan kayıp sonucu normalin üzerinde bir azalma ile ışıklıktan dışarı çıkacağı, ve yansıtma çarpanı azalmış yüzeylere gideceği düşünülürse, bakımsızlık nedeni ile ortaya çıkan değişik kayıpların da, birbirleri ile **çarpılarak** büyüyeceği anlaşılır.

Yani, yalnızca bakımsızlığa bağlı olarak, örneğin,

Aydınlıkta $0.52 \times 0.45 [(1+0.64)/2] = 0.19$ yani **0.81 oranında** ve

çevre görünürlüğünde $0.52 \times 0.45 \times 0.64 = 0.15$ yani **0.85 oranında**

bir azalmanın söz konusu olabilmesi gibi.

Bu kayıpların ikinci bir özelliği de, başta değinildiği gibi, giderek yavaşça artması ve fark edilmesinden önce kötü sonuçlarının ortaya çıkması, zararlarının yaşanmasıdır.

ÖLÇME KONUSU

Bu büyük enerji ve ışık kayıplarının değişik nedenleri arasında ölçme zorluklarının önemli bir yeri vardır. Basit bir termometre ile, bulunulan yerin havasının sıcaklığı, hatta bir barometre ile hava basıncı ve bir higrometre ile de bağlı nem oranı kolayca ölçülebilir.

Bir yerdeki aydınlığın ölçülebilmesi ise biraz daha karışık bir iştir. Doğru, ve belli bir anlamı olabilecek sonuçların elde edilmesi için iyi bir lüksmetre kullanılmalı, ve hangi noktalarda ne gibi ölçmeler yapılması gerektiği bilinmelidir. Yine de, aydınlığın az ya da çok olduğu, bakınca anlaşılır ve bu konuda yaklaşık bir değerlendirme yapılabilir.

Buna karşılık, bu kitapçıkta söz konusu edilmiş olan kayıpların ölçülebilmeleri oldukça zordur, ve bakınca da pek birşey anlaşılmaz.

Bir lambanın ışık verimi ve bu verimde zamana bağlı düşmeler, maliyeti çok yüksek özel laboratuvar aletleri ile ölçülebilir. Işıklık geriverimleri de, yine aynı tür aletler ile ölçülür. ışıklıklardaki geriverim düşmelerinin ölçülebilmesi, ayrıca, belli koşulların yaratılması ile uzun ve düzenli gözlem ve ölçmeler gerektirir.

Yansıtma çarpanlarının ölçülmesi biraz daha kolay olmakla birlikte, yine de bir laboratuvar ortamı, oldukça pahalı aletler ve bir uzmanlık çalışması gerektirir. Yaklaşık ölçmeler için örneklerle ölçüştürme yöntemleri kullanılabilirse de bu örnekler yine uzmanlık kuruluşlarında bulunur.

Bu kısa açıklamadan anlaşılacağı gibi, aydınlatmada enerji ve ışık kaybı ile ilgili ölçmeler, her yerde kolayca ve sık sık yapılan ölçmeler olmayıp, aksine, yalnızca belli uzmanlık laboratuvarlarında yapılabilen ve bu nedenle de sonuçları ile ilgili bilgilerin hiç yaygınlaşmamış olduğu ölçmelerdir.

SONUÇ

Aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisinin çok büyük bir bölümünün, hiç bir işe yaramadan nasıl yok olup gittiği bu kitapçıkta kısaca açıklanmaya çalışıldı. Bu açıklama yapılırken, söz konusu kaybın, ışık üretiminden, iyi görme konularının elde edilmesine uzanan bir dizi aşamanın her birinde ortaya çıkan kayıp oranlarının üst üste binmesi ve buna, bakımsızlık nedeni ile de önemli kayıpların eklenmesi gibi ayrıntılı ve karmaşık bir durumun neden olduğu, özellikle vurgulanmak istendi.

Bütün bundan şu sonuçların çıkarılması gerekir:

- ◆ Aydınlatmada enerji harcamalarını azaltmak için aydınlık düzeylerini düşürmek, “üç lambadan birini söndürmek”, yanlış ve sakıncalı bir yoldur. (*“Kötü Görme Koşullarının Sonuçları” bölümüne bakınız.*)
- ◆ Bunun yerine, yüzde yüzlere yaklaşan kayıplar, boşuna harcamalar olabildiğince önlenmelidir. Böylece enerji harcamaları, üç lambadan biri değil, belki on lambadan dokuzu söndürülmüşcesine azaltılabilir.
- ◆ Görme koşullarının iyileşmesini sağlamak üzere aydınlık düzeyleri yükseltilmeli, ama daha önemlisi, fazladan enerji harcaması gerektirmeyecek olan, uygun nitelikte aydınlık elde edilmesine özellikle önem verilmeli, bu konuda gerçek uzmanlara danışılmalıdır.

Prof. Şazi SİREL
YFU Yön. Kur. Bşk.