

# İÇ AYDINLATMADA ENERJİ TASARRUFU

Muhsin Tunay GENÇOĞLU

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Mühendislik Fakültesi  
Fırat Üniversitesi, 23279, ELAZIĞ  
e-posta: mtgencoglu@firat.edu.tr

*Anahtar Sözcükler: Aydınlatma, Etkin Enerji Kullanımı, Enerji Tasarrufu*

## ABSTRACT

*My country is face to face with important problems concern energy. Our economical development depends upon getting the energy which reliable and continual. The cost price of the electrical energy is rather great within kinds of the energy. Therefore, it should be considered subject of consumption of the electrical important. Increasing costs of the energy and demanding of the energy have become like obligatory to the energy economy. The approximately twenty percent of the using electrical energy has been expended for illumination in Türkiye. In that case, importance of the energy economy in the illumination is too great.*

*In this study, comparison of light sources in the inner illumination has been done, reasons of lost energy in the illumination have been investigated and control and remote-control systems in the inner illumination have been examined. Separately, importance of the energy economy in the illumination has been emphasized and the methods of the economy and the measures of the economy have been determined.*

## 1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacının %62'sini ithal etmek zorunda olan ve fosil yakıt kullanarak elektrik enerjisine dönüşüm sağlayan santrallerin toplam veriminin %30 olduğu ülkemizde, enerjinin etkin kullanımının önemi açıkça görülmektedir. Enerjinin etkin kullanımı, refah seviyesinden fedakarlık yapmaksızın, kalite ve performans düşürmeden, bir mal veya hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılmasıdır.

Günümüzde enerji ihtiyacının hızla artması, konvansiyonel enerji kaynaklarının giderek azalması ve hatta bazılarının tükenme noktasına yaklaşması, mevcut kaynakların optimum düzeyde kullanılmasını gerektirmektedir. Bir taraftan artan enerji ihtiyacı karşılanmaya çalışılırken, diğer taraftan enerji üretiminin yol açtığı çevre kirliliğini önleme çabaları, enerji üretim verimliliğini artıran ve çevreyi koruyan ileri teknolojilerin geliştirilmesi

ve uygulanması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı sonucunda sağlanacak enerji tasarrufunun, daha hızlı ve daha ucuza elde edilebilen bir enerji kaynağı olduğu bütün dünyada kabul edilen bir gerçektir [1].

Günümüzde tüketilen toplam elektrik enerjisinin %35'i konutlarda ve hizmet sektöründe tüketilmektedir. Bu oran tüm dünya ülkelerinde ortalama %40 civarındadır. Konut ve hizmet sektöründe tüketilen elektrik enerjisinin %60'ı sadece aydınlatma amaçlıdır. Bu oran, Türkiye'de tüketilen enerjinin %21'ine karşılık gelmektedir [2]. Bu nedenle aydınlatmada enerjinin etkili ve verimli şekilde kullanılması, beraberinde ülke ekonomisine de büyük katkılar sağlayacaktır [3].

Türkiye'de son dönemlerde aydınlatma sektöründe büyük bir gelişim gözlenmektedir. Gerek üretim, gerekse uygulama alanlarında uluslararası

standartlar takip edilmekte ve aydınlatma bilinci hızla artmaktadır.

Ülkemizde son yıllarda yaşanan gelişmelere paralel olarak genel eğilime bakıldığında;

- Uluslararası standartlar ve öneriler çok iyi takip edilerek, aydınlatılacak yere uygun optimum çözümün elde edilebileceği aydınlatma kriterleri belirlenmektedir.
- Fotometrik değerleri bilinen armatürler ile gerekli tasarım hesapları yapılmakta, armatür sayısı ve tipi bu hesaplara göre saptanmaktadır.
- Aydınlik düzeyi algılayıcı ve zaman kontrollü tesisatlar ile, aydınlatmanın gerek duyulan zamanlarda gerektiği kadar kullanılması sağlanmaktadır.

Uygun fotometrik özelliklere sahip armatürler içinde etkin ışık kaynakları kullanılarak, gerek ilk tesis gerekse işletme esnasında büyük tasarrufların sağlanabileceği anlaşılmıştır [4].

Aydınlatmada etkin enerji kullanımının lamba söndürülerek değil, gözün görme yeteneğinden ve görsel konfordan taviz vermeden, gerekli minimum düzeyde aydınlık şiddetlerinin oluşturulmasıyla sağlanabileceği herkes tarafından bilinmelidir [5].

## 2. İÇ AYDINLATMA KAYNAKLARI

Tablo 1’de konutlarda en fazla kullanılan lamba tiplerinin özellikleri verilmiştir.

**Tablo 1.** Akkor Flamanlı ve floresan lambaların bazı özellikleri

	Tip	Güç (Watt)	Verim (lümen/ watt)	Ömür (Saat)	Maliyet
Akkor Flamanlı	Normal	15-100	10-20	1000	Düşük
	Halojen	20-2000	20-25	2000- 3000	Orta
Fluoresan	Tüp	6-65	50-95	4000- 7000	Orta
	Kompakt	9-25	45-80	8000-10000	Orta

Akkor flamanlı lambalarla diğer aydınlatma kaynakları arasındaki ilişki, Tablo 2 ‘de gösterilmiştir. Bu tabloda, akkor flamanlı lambanın ömrü ve verimi 1 olarak alınmış, diğer lambaların buna karşı gelen özellikleri tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Akkor Flamanlı lambalar ile diğer aydınlatma kaynaklarının karşılaştırılması

Aydınlatma Kaynağı	Verim Katsayısı	Tahmini Ömür Katsayısı
Halojen	2.1 - 2.5	2 - 3
Tüp Floresan	5 -9	4 - 7
Kompakt Floresan	5 - 8	8 - 10
Yüksek Basıncılı Civa	4 - 6	7 - 8
Yüksek Basıncılı Sodyum	7 - 12.5	7
Metal Halide	8 - 9	2 - 6
Alçak Basıncılı Sodyum	10 - 18	6

İç aydınlatmada kullanılan aydınlatma kaynaklarından; akkor flamanlı lambalar, kısa süreli çalışmalarda ve genel amaçlı yerlerde; halojen lambalar, yüksek yoğunluklu aydınlatmada ve iyi renk geri verimi gereken yerlerde; tüp floresan lambalar, sürekli veya kesintili aydınlatmada ve genel amaçlar için, iyi renk geri verimi gereken yerlerde; kompakt floresan lambalar, iç ortamlarda ve yüksek kaliteli aydınlatma gereken yerlerde; yüksek basınçlı civa buharlı lambalar, büyük atölyelerde ve dış ortam aydınlatmasında; yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, dış ortam aydınlatmasında, yol aydınlatmasında ve depolama sahalarında; metal halide lambalar, sınırlı kaynak sayısı gerektiren geniş sahalarda (spor sahaları vb.); alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar ise genellikle renk faktörünün önemli olmadığı dış ortam aydınlatmalarında (otoyol, geniş depolama sahaları) kullanılırlar [6].

## 3. AYDINLATMADA ENERJİ KAYBI

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.

Aydınlatmada enerji kaybı çeşitli aşamalar halinde incelenebilir.

1- Elektrik enerjisinden ışık üretimi aşamasında, ışık kaynaklarında ışığa dönüşebilecek enerjinin, yanlış lamba seçimi ile ışığa dönüşmeyen bölümü kaybolmakta ve boşuna harcanmaktadır.

2- Bir aydınlatma armatürünün içinde bulunan lambadan çıkan ışığın, armatürden dışarı çıkmayan, yani armatürün içinde yok olan kısmı da boşuna harcanmış olur.

3- Bir çıplak lambadan, ya da bir aydınlatma armatüründen çıkan ışığın, aydınlatılmak istenen alan ya da yerlerin dışındaki doğrultulara giden bölümü bir oranda boşuna harcanmış olur.

4- Yararlı alanlar dışındaki doğrultulara giden ışık, dış aydınlatmada tümüyle yok olur. İç mekânlarda ise, rastladığı yüzeylerde belirli bir oranda yutulur ve yansır. Yansıyan bu ışığın bir bölümü yararlı alana, bir bölümü bunun dışındaki doğrultulara gider. Böylece aydınlıktan yararlanılacak alanlar dışındaki iç mekân yüzeylerinde yutulmalar ile de ışığın bir bölümü yok olur.

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

Özetlenecek olursa, temelde üç türlü boşuna harcama söz konusudur. Bunlar, düşük verimli lambalarda enerjinin; aydınlatma armatüründe,

ışık dağılımında ve iç yüzeylerde ışığın; niteliği, biçimi, etüdsüz bir aydınlık ile de aydınlığın boşuna harcanmasıdır.

Aydınlatmada her türlü lamba her yerde kullanılmaz. Kullanış amacına göre lamba türü seçiminde, ilk kurulum giderleri, kullanma ve bakım harcamaları, kullanım kolaylığı, ışık rengi, lamba boyutu, lamba güçleri vb. etkenlerin birlikte belirlediği sınırlar vardır. Gerek bu sınırlar, gerekse değişik tür lambaların önemli özellikleri iyi bilinmediğinden, yanlış seçimler yapılarak, gerekli enerjinin 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 kurulum ve kullanma giderlerinin karşılaştırılması gerekir.

İç aydınlatmada, ışığın doğrultusal boşuna harcanması, armatürün konumu ve ışık yeğinlikleri diyagramı ile iç mekânın boyutlarına bağlıdır. Işığın boşuna harcanması ile ilgili oranlar çok büyük değişiklik gösterir. Uygulamada bu oran 0,15 ile 0,90 arasında değişmektedir.

Bir iç mekânda, görme olayına konu olacak nesnelerin bulunmadığı doğrultulara giden ışık, bu doğrultularda rastladığı yüzeylerde belirli bir oranda yutulur ve belirli bir oranda yansır. Bu yüzeylerden yansıyan ışık çevre görünürliğini oluşturur, yutulan ışık ise boşuna harcanmış olur. Buna göre boşuna harcanan ışık, düştüğü yüzeylerde yansımayan ışıktır.

Belirli bir nesne ya da ufak bir bölgenin aydınlatılması durumunda, belirli ve hesaplanabilir bir minimum çevre görünürlüğü gerekir. Bu görünürlüğü sağlanması ve bu yüzeylerden yansıyan ışıktan, yararlı alana düşecek olan oranın büyük olabilmesi için, bu yüzeylerin açık renkli olması gerekir. Bu yüzeylerin açık renkli olması ile, yansıma yoluyla yararlı alana düşecek ışık da aynı oranda artacaktır. Bu nedenle, iç mekânlardaki büyük yüzeyler (özellikle tavan ve duvar yüzeyleri) mutlaka açık

renkli olmalı, koyu renkli yüzeyler olabildiğince küçük tutulmalıdır.

Aydınlığın boşuna harcanması, aydınlatmada enerji kaybı konusunun en önemli bölümüdür. Bunun nedeni, nesne ve yüzeylerin, görsel algılama ile ilgili özelliklerinin, aydınlığın niteliği konusunun çok az bilinmesi ve belirli bir düzeyde bir aydınlık elde etmekle konunun çözümlenebileceği yanlış kanısının çok yaygın olmasıdır. Bir başka nedenle, iyi görme koşullarını sağlayabilecek nitelikte bir aydınlığın yeterli olacağı düzeye göre, çok daha yüksek düzeylerde bile yanlış nitelikli bir aydınlık ile sonuç alınamayacak olmasıdır.

Lambaların ışık veriminde, armatürlerin veriminde ve yüzeylerden yansıyan ışık oranında, bakımsızlık nedeni ile de önemli kayıplar olmaktadır. Bu kayıplar, bakım ara sürelerine, çevre kirlilik oranına, lamba ve armatür türüne göre büyük değişiklik gösterir. Bakımsız bir aydınlatma düzeninde, aydınlık 3 yıl içinde ilk değerinin %40 'ına düşebilmektedir. Yani 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 anlaşılabilirliğini göstermiştir. Yapılan hesaplar, bu kayıpların, titizlikle uygulanacak bir bakım programının yol açacağı harcamalara oranla, çok daha yüksek olacağı gerçeğini ortaya koymuştur.

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 olarak bir çok zarara yol açar.

İç mekanlarda duvar, tavan, perde vb. yüzeylerin kirlenmesi ile, bu yüzeylerden yansiyarak yararlı alana düşen ışıkta ve bu yüzeylerin görünürliğinde

küçümsenemez azalmalar olmaktadır. Bu azalmalar, aydınlatma biçimine bağlı olarak bu yüzeylere giden ışık oranı yükseldikçe giderek önem kazanmaktadır [7].

#### 4. AYDINLATMADA ENERJİ TASARRUFU

Enerji tasarrufu, enerji sistemlerinin planlanmasında, tasarımında ve işletilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Modern binalarda, aydınlatmaya harcanan elektrik enerjisinin oranı göz önüne alınırsa, aydınlatmada enerji tasarrufunun önemi daha iyi anlaşılır. Proje safhasında aydınlatma hesapları doğru yapıp, ışıksal etkinliği yüksek olan ışık kaynakları ve uygun armatürler kullanılarak, pasif enerji tasarrufu yapılabilir.

Uygun kontrol teknikleri ve sistemleri kullanılarak yapılacak olan aydınlatma kontrolü, ışık miktarı ve kalitesi bakımından, çalışan her eleman için uygun olabilecek aydınlatmayı meydana getirmelidir. Ayrıca, gün ışığı en uygun şekilde kullanılarak da enerji tasarrufu sağlanmalıdır. Bu sayede konforlu bir görsel çevre meydana getirilip, çalışanların verimlilikleri de artırılabilecek ve aynı zamanda toplam maliyetten de tasarruf edilecektir [8].

Aydınlatmada enerji tasarrufunun basit tedbirlerle sağlanması önemli bir avantajdır. Aydınlatmada enerji tasarrufu, aydınlatmanın kalitesini düşürmeden, iyi bir aydınlatmanın gereklerini yerine getirerek yapılmalıdır. Düşük verimli ışık kaynakları yerine yüksek verimli ışık kaynakları kullanılarak, uygun aydınlatma ve enerji tasarrufu sağlanabilir.

##### 4.1. Doğru Aydınlatma

Doğru aydınlatılmış ortam, çok ışık alan bir aydınlatma ortamı değil, ne kadar ışığa gereksinim varsa o kadar ışığın kullanıldığı ortamdır. Önemli olan mekanın büyüklüğüne ve gün ışığından nasıl yararlanıldığına bakarak, doğru ışığın doğru yerde kullanılmasını sağlamaktır.

Doğru lambanın seçimi, lambanın ne amaçla ve nerede kullanılacağına bağlıdır. Lamba seçiminde aydınlık düzeyi, açık kalma süresi ve değiştirilme kolaylığı gibi faktörlerin yanı sıra aşağıdaki hususlar da göz önüne alınmalıdır.

- Lamba sayısı arttıkça, daha uzun ömürlü ve verimli olanlarına yatırım yapmak en doğru karardır.
- Çeşitli tipteki lambaların ilk çalışma karakteristikleri farklıdır. Mesela, ilk çalışma esnasında manyetik balastlı floresan lambalar gecikmeli aydınlatırken, elektronik balastlı floresan lambalar anında aydınlatırlar. Manyetik ve elektronik balastlı floresanların her ikisi de 1-2 dakika sonra tam aydınlığa ulaşırlar.
- Standart akkor flamanlı lambalar sıcak sarı-beyaz bir renk vermektedirler. Halojen lambalar daha beyazdır. Floresan lambalar sıcak sarıdan soğuk beyaza kadar farklı renklerde aydınlatırlar.
- Özellikle hafif, kırılğan armatür ve içindeki tespit parçaları için lamba ağırlığı, karar vermede önemli bir faktör olabilir. Manyetik balastlı kompakt floresan lambaların ağırlığı, elektronik balastlı kompakt floresanlardan daha fazladır.
- İç mekan kullanımı için tasarlanan lambalar dış aydınlatmada kullanılmamalıdır. Mesela, soğuk su ile temas etmesi durumunda, ince camlı lamba kırılabilceği için dış aydınlatmada akkor flamanlı lambalar tavsiye edilmez.
- Lamba seçiminde, ihtiyaç olan yere ne kadar faydalı aydınlatmanın yönlendirileceği göz önüne alınmalıdır. Özel uygulamalarda düşük voltajlı halojen lambalar, kısmen spot ışık istenilen spesifik yerleri aydınlatmak için uygundur.
- Ayar anahtarı, mod ayarlama (kısmı) yoluyla standart akkor flamanlı lambalarda enerji tasarrufu sağlar. Fakat bütün lamba tipleri, ayar anahtarı kullanımına uygun değildir. Belirli bir saatte otomatik olarak lambaları kapatan bir

saatin monte edilmesi veya çevrede birisi olduğu zaman lambaları açacak optik veya ultrasonik sensörlerin kullanılması ile bu anahtarları alternatif şekillerde kullanmak mümkündür.

- En ucuz lambayı seçmek, uzun dönemde para tasarrufu sağlamaz. Çünkü lambanın kullanım ömrü boyunca aydınlatma enerjisi maliyeti, lambanın satın alma maliyetinden on kat daha fazla olacaktır. Enerji verimli lambaların satın alma maliyetleri yüksek olmakla birlikte, düşük faturalar ile yatırım kısa sürede geri döner.
- Lamba seçiminde verim (lümen/watt) yüksek, uzun ömürlü, zamanla oluşan ısı akısı düşümü az olan lambalar tercih edilmelidir. (Tipik akkor flamanlı bir lambanın lümen/watt oranı 15:1 iken, floresan bir lambada bu oran 60:1'dir) [2].

#### **4.2. Aydınlatma Kontrol ve Kumanda Sistemleri**

Gelişen teknolojinin bir sonucu olarak, doğal kaynakların tüketimi artmış ve doğal kaynaklar talebi karşılayamaz hale gelmiştir. Aydınlatmada harcanan enerji, ülkemizin toplam enerji tüketimi içerisinde hatırı sayılır bir değere ulaşmıştır. Aydınlatma kontrol sistemlerinin çıkış noktası, binalarda aydınlatmada kullanılan enerjiden tasarruf sağlamaktır [9]. Lamba ve aydınlatma armatürü üreticilerinin teknolojilerini sürekli geliştirmeleri ve her amaca yönelik değişik tip ve boyutlarda aydınlatma armatürleri üretmeleri ile aydınlatma çok önemli bir araç haline gelmiştir. Bunun sonucunda mekanlar içerisinde kullanılan aydınlatma armatürlerinin tipleri ve sayılarının artması, aydınlatmanın kontrolünü oldukça karmaşık bir hale getirmiştir. Kurulum ve kullanım aşamasında para-zaman faktörlerini en aza indirmek ve teknolojinin getirdiği yeniliklerin kullanıcının yaşamında kolaylık sağlaması, otomasyon sistemine geçişi hızlandırmıştır [10]. Aydınlatma ünitelerinin kontrolünü daha basit bir hale getirmek ve aydınlatmayı en efektif şekilde kullanabilmek amacı ile aydınlatma kontrol sistemleri kullanılmaktadır.

Aydınlatma kontrol sistemlerinin kullanım amacı dört ana başlıkta toplanabilir.

- 1- Verimlilik
- 2- Enerji tasarrufu
- 3- Estetik
- 4- Esneklik

Toplantı salonları, tasarım ofisleri, tekstil atölyeleri, fabrikalar gibi aydınlık düzeyinin çok önemli olduğu çalışma alanlarında, iş veriminin en yüksek seviyede olması için aydınlatma kontrolü çok önemlidir. İyi programlanmış bir aydınlatma otomasyon sistemi ile bu tür çalışma alanlarında, çalışma saatlerine, gün ışığının konumuna ve yapılan işin niteliğine göre en uygun aydınlık düzeyi seçilerek, iş veriminin en yüksek seviyede olması sağlanabilir. Ayrıca toplantı salonları, çok amaçlı salonlar ve sinemalar gibi değişik mekanlarda, aydınlatma programlarının göre ani değişiklikleri istenebilir. Aydınlatma otomasyon sistemleri bu değişiklikleri çok kısa zamanda gerçekleştirerek, bu alanlardaki aydınlatma ayarlamalarından kaynaklanacak zaman kaybını ortadan kaldırır. Bilgisayar ile çalışılan ofislerde, ışık kaynaklarının monitörden yansımaları iş veriminin azalmasına sebep olabilir. Bu sorunun çözümü için dizayn edilmiş özel aydınlatma armatürleri ile birlikte aydınlık düzeyinin de ayarlanabilmesi ofislerde iş verimini daha da arttıracaktır.

Aydınlatma otomasyon sistemlerinde kullanılan dimmer üniteleri sayesinde, aydınlatmanın azaltıldığı oranda enerjiden tasarruf etmek ve ışık kaynaklarının ömrünü uzatmak mümkündür [11]. Yüksek aydınlık düzeyi istenilen ortamlarda aydınlatma armatürleri anahtarlarla kademeli olarak kontrol edilebilir. Aynı ortamda alçak seviyelerde aydınlık düzeyine ihtiyaç duyulduğunda ise sistem, dimmerler ile sürekli kontrol edilmelidir. Böyle bir sistem tamamının sürekli kontrol edildiği bir sisteme göre çok daha ekonomiktir [12]. Dimmer üniteleri ile elde edilen enerji tasarrufunu çalışma alanlarında maksimum düzeyde sağlayabilmek

için, aydınlatma otomasyon sistemleri kullanılır. Gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak için ışık sensörleri, içerisinde çalışan kimsenin bulunmadığı alanlarda enerji sarfiyatını önlemek amacı ile hareket dedektörleri, çalışma saatlerine göre aydınlatma kontrolünü düzenlemek için zaman saatleri ve çevre aydınlatmalarını ekonomik şekilde programlayabilmek amacı ile astrolojik zaman saatleri, aydınlatma otomasyon sistemi içerisine entegre edilerek maksimum düzeyde enerji tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca elektrik enerjisinin pahalı veya ucuz olduğu zamanlar için yapılacak farklı aydınlatma programlarının otomatik olarak devreye girmesi ile enerji tasarrufu yapılabilir.

Mekanların aydınlatılmasında kullanılan değişik tiplerdeki aydınlatma armatürlerini, kullanım amaçlarına ve aydınlattığı nesnelere göre gruplara ayırarak, bir dimmer sistemi vasıtasıyla ışık düzeyleri ayarlanıp, mekanlarda estetik ortamlar oluşturulabilir. Dekorasyonun önemli olduğu mekanlarda, dimmer sistemleri de dekorasyonun bir parçası gibi düşünülebilir.

Aydınlatma otomasyon sistemleri, bağlı buldukları aydınlatma devrelerinin tamamına, merkezden veya istenilen bir noktadan kumanda edebilmesinden dolayı, aydınlatma kontrolü ihtiyaçlara göre çok değişken bir şekilde yapılabilir. Bu işlem özellikle iş yerleri, oteller, fabrikalar gibi büyük yerlerde aydınlatma kontrolünü çok basit hale getirebilir [11].

Aydınlatma enerjisinden tasarruf, uygun aydınlık düzeyinin temin edilmesini sağlayacak kontrol sistemlerinin, kaliteli ve enerji tasarruflu aydınlatma ekipmanlarının kullanılmasıyla sağlanır [12].

İnsanlar genellikle bir yere gittiklerinde lambaları yakarlar ancak orada işleri bittikten sonra lambayı kapatmayı unuturlar. İnsanların bu unutkanlıklarından dolayı enerjinin boşa harcanmasını engellemek için lambalar alarm sistemlerinde kullanılan hareket algılayıcı sensörlerle kumanda

edilir. Bunların kullanım amaçlarına göre (Ultrasonik dedektör, mikrodalga dedektör, pasif infra-red dedektör, aktif infra-red dedektör vb.) gibi çeşitleri vardır.

Elektrik ile aydınlatma bedelinin en aza indirilebilmesi için, mevcut ve etkin gün ışığından olabildiğince fazla yararlanılmalıdır. Gün ışığı kontrol sistemlerinde uzayın aydınlığını ölçecek bir fotosele ihtiyaç vardır. Bu fotoseller, her kontrol grubundaki seçilmiş armatürün bitişiğinde tavana monte edilirler. Gün ışığına bağlı kontrolün izin verdiği ışık akısındaki düşüşler gibi etkiler için imal edilen balastlar sayesinde, yeni çıkan iki parçalı fotoseller geliştirilmiştir. Gün ışığı bazı kontrol uygulamalarında eğer dimmer kullanılmıyorsa, etkin bir enerji tasarrufundan söz etmek mümkün değildir [8].

### **4.3. Etkin Enerji Kullanımı ve Tasarruf Yöntemleri**

Etkin enerji kullanımında temel referans noktası ışık kaynaklarının seçimidir. Işık kaynaklarının; fotometrik değerleri bilinen, ışığı istenilen şekilde yayan ve içindeki elemanları dış etkilerden koruyan kaliteli armatürler içine yerleştirilmesi ve bu armatürlerin yapılan tasarım hesaplarına uygun olarak yerleştirilmeleri çok önemlidir. Böylece, gerçekleştirilecek amaca uygun, kaliteli, görüş koşullarını sağlayan, fakat minimum düzeyli bir aydınlatma ile enerji tasarrufu sağlanmış ve enerjinin etkin kullanımı sağlanmış olur. Enerjinin etkin kullanımı aynı zamanda enerji tasarrufu anlamına da gelmektedir. Etkin enerji kullanımı iki şekilde sınıflandırılabilir [3].

- Aydınlatma sisteminin tesis aşamasında gerçekleştirilecek olan etkin enerji kullanımı
- Mevcut aydınlatma sisteminde gerçekleştirilecek olan etkin enerji kullanımı

İç aydınlatma sistemi tasarlanırken enerjinin etkin kullanımı için bir takım değişkenler göz önünde tutulmalıdır.

Bunlar;

- Yapay aydınlatma sisteminin seçimi,
- Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi,
- Aygıtların yerleştirilme yükseklikleri,
- Hesaplamalardaki doğruluk payı, kullanılan programlar,
- Bakım faktörü.

Aydınlatma sisteminin tesis edileceği ortamın kullanım amacına göre, uygun ışık kaynakları kullanılmalıdır. Ortamın kullanım amacı, yapay aydınlatma sisteminin türünün seçiminde etkin rol oynar. Bir ofis aydınlatması için geçerli aydınlatma sistemi dizayn kriterleri ile bir laboratuvar aydınlatması için yapılan dizayn kriterleri her zaman birbirinden farklıdır.

Ortamlar için gerekli minimum ışık akıları standartlaştırılmış olup, ortam için belirtilen ışık akısı kadar aydınlık sağlayan armatürlerin kullanılması gerekir. Bu durumda, ortamın kullanım amacına uygun ışık kaynakları kullanılarak, enerjinin etkin kullanımı yönünde bir aşama kaydedilmiş olur.

Direkt aydınlatmada, aygıttan çıkan toplam ışık akısının %90-100 'ü eylem alanına gönderildiğinden, herhangi bir yüzeyden yansiyarak yutulma kaybına uğramamaktadır. Oysa, endirekt aydınlatmada ışık, bir yüzeyden yansiyarak hacme dağılmakta, yansıdığı yüzeyin ışık yansıtma katsayısına bağlı olarak bir kısmı yutulmaktadır. Bu nedenle, özellikle aydınlığın niteliği ve özel istekler nedeniyle zorunluluk olmadıkça, enerjinin etkin kullanımı açısından, endirekt aydınlatma sistemi tercih edilmemelidir [13,14].

Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi, enerjinin etkin kullanımı açısından üzerinde en çok durulması gereken konulardan biridir. Lamba seçimi teknik, ekonomik ve pratik sorunların etkili olduğu karmaşık bir konudur. En basit bir seçimde bile ilk tesis ve kullanma giderlerinin karşılaştırılması gerekir. Özellikle lambalar verim değerleriyle enerji tüketiminde büyük bir yer tutarlar. Renksel

özellikleri açısından çoğu yaşam mekanlarında tercih edilen akkor telli lambalar, verimlerinin çok düşük olması nedeniyle enerjiyi diğer lambalara göre daha fazla tüketmektedirler. Oysa renksel özellikleri açısından benzer şekilde tasarlanan, elektronik ateşleyicili ve balastı olan kompakt floresan lambalarla, aynı ışık akısını çok daha az enerji tüketerek elde etmek mümkün olabilmektedir.

Enerji tasarrufunda elektronik balastların en büyük avantajı güç katsayılarının yüksek olmasıdır. 36 W 'lık bir flüoresan lamba normal şartlarda 0,4 A akım çeker ve güç katsayısı 0,45 olarak ölçülür. Bu güç katsayısının yaklaşık 0,9 olması istenir. Bu gibi sistemlerde kondansatörler kullanılarak güç katsayısı istenilen değere ayarlanır. Bu durum elektronik balastlar ile ortadan kaldırılmıştır. Ekstradan bir kondansatör kullanmadan güç katsayısı 0,9 'lar civarındadır [12].

Gün boyu ya da geceleri sürekli veya uzun süreli kullanılan tesislerde, renksel özellikleri açısından istenen niteliğe sahip lambalar içinden, verimi en yüksek olanın seçimi, aydınlatma enerjisinin etkin kullanımı açısından son derece önemlidir.

Ayıtaların yerleştirilme yükseklikleri, özellikle tavandan yapılan aydınlatma düzenlerinde, aygıtlardan beklenen toplam ışık akısının büyüklüğünü doğrudan etkileyen bir değişkendir. Bilindiği gibi, aydınlık düzeyleri, aydınlatılan yüzeyin kaynağa olan uzaklığının karesi ile ters orantılı olarak değişir [14]. Tavandan aydınlatılan bir mekanda, çalışma düzlemi ile aygıt arasındaki uzaklık ne kadar fazla ise, aygıtların vermesi gereken toplam ışık akısı o miktarda artacak, dolayısıyla enerji tüketimi de buna bağlı olarak artacaktır. Bu nedenle, kamaşma kontrolü yapılmak koşulu ile çalışma düzlemi ile aygıtlar arasındaki yükseklik izin verilebilen en az değere indirilmeli, tavan yüksekliğinin fazla olması durumunda, aygıtlar askılarla sarkıtılarak yerleştirilmelidir [5].

Aydınlatma sistemi tasarımı sürecinde geliştirilmiş çok çeşitli hesaplama modelleri ve programları

kullanılmaktadır. Geliştirilen programların büyük çoğunluğu, aygıt üreticilerinin kendi ürünlerinin performanslarını veri olarak aldığından, farklı bir ürün için kullanılması durumunda, çok hatalı sonuçlar bulunabilmektedir. Bu nedenle, hesaplamalarda kullanılacak programlar doğru seçilmeli, aygıt ve lambalara ilişkin veriler titizlikle hesaplamalara katılmalıdır. Aydınlatma armatürlerinin özellikleri verilirken, imalatçı firmalar mutlaka fotometrik verileri de eklemelidirler. Fotometrik özellikleri bilinmeyen armatürlerle aydınlatma hesaplarının yapılması mümkün değildir.

Bakım faktörü, armatürlerin belirli bir süre sonunda verimlerinin düşmesi açısından çok önem taşımaktadır. Armatürlerin ışık yansıtan ya da geçiren bileşenlerinin, hava kirliliği ve diğer çevre etkenleri nedeniyle kirlenmesi ve bunun sonucu da ışık yansıtma ve geçirme performanslarının azalması sonucunda verimleri düşmekte, böylelikle ya istenen görsel konfor koşulları sağlanamamış olmakta ya da, istenen koşulların sağlanabilmesi için daha fazla enerji tüketilmesi sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle, mevcut sistemlerde etkin enerji kullanımını sağlamak ve verimi artırmak için, armatür gruplarının bakımı periyodik olarak yapılmalıdır. Bu bakım esnasında arızalı armatürler yüksek verimlileriyle değiştirilmelidir. Mevcut reflektörsüz armatürlere reflektör takılarak verimleri artırılmalıdır [12].

En kolay ve herkes tarafından bilinen enerji tasarruf yöntemi, gün ışığının maksimum kullanılması ile gerçekleşir. Gün ışığından maksimum istifade edebilmek için, iç mekanlarda istenilen görsel konfor ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yeterli büyüklükte ve konumda pencereler kullanılmalıdır. Penceresi olmayan yapı türlerinde enerji tasarrufu sağlamak amacıyla, ışık boruları diğer bir deyişle ışık taşıyıcı sistemler ile etkin enerji kullanımını sağlamak mümkündür. Bu tür sistemler temelde üç kısımdan oluşmaktadır: Gelen ışığı toplayan ışık toplayıcı kısım, toplanan ışığı ileten



ve iletme aşamasında taşıyan ışık taşıyıcı kısım ve sonlandırıcı kısım [13].

Aydınlatma sistemlerinde, enerji tasarrufu amaçlı yaygın olarak kullanılan bir yöntem de, aydınlatmanın uygun kontrol sistemleri ile gerçekleştirilmesidir. Aynı zamanda otomatik kontrol sistemlerinin de yer aldığı etkin enerji kullanımı, teknolojinin de yardımıyla kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Özellikle bütünleşik aydınlatma sistemlerinde, gün ışığına duyarlı kontrol sistemleri ile %35 'lere varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Gün ışığı ve hareket sensörü gibi anahtarlama devreleri ile enerjinin etkin kullanımı söz konusudur [5].

İç aydınlatma sistemlerinde en kolay enerji tasarrufu, mevcut kompakt manyetik balastlı floresan lambaların yerine, kompakt elektronik balastlı floresan lambalar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu değişikliklerle, aynı zamanda güç katsayısı da yükselmektedir [15].

Ülkemizde puant yükün önemli bir bölümünün aydınlatmadan kaynaklanması, kullanım amacına uygun olarak seçilmiş, verimli armatür ve lambaların kullanılmasının önemini artırmaktadır. Özellikle konutlarda yaygın olarak kullanılan akkor flamanlı lambaların mümkün olan yerlerde, %30 daha verimli floresan lambalarla değiştirilmesi veya akkor flamanlı lambaya göre ilk yatırım maliyeti yüksek, fakat kullanım ömrü 10 misli fazla ve enerji verimliliği %80 daha yüksek olan kompakt floresanların kullanılması önerilmektedir. Avrupa 'da kullanımdan kalkan, kalın tip 38 mm çaplı 20 W ve 40 W 'lık floresan lambaların yerine, 26 mm çaplı 36 W 'lık ince tip floresan kullanmak, hem %25 fazla ışık, hem de %10 daha az enerji harcaması sağlamaktadır.

## 5. SONUÇ

Aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisinin büyük bir kısmı, hiç bir işe yaramadan yok olup gitmektedir. Aydınlatmada enerji harcamalarını

azaltmak için, aydınlık düzeylerini düşürmek yanlış bir yoldur. Bunun yerine, yüzde yüzlere yaklaşan kayıplar ve boşuna harcamalar olabildiğince önlenmelidir. Görme koşullarının iyileştirilmesi için aydınlık düzeyleri yükseltilmeli, fakat fazladan enerji harcaması gerektirmeyecek, uygun nitelikte aydınlık elde edilmesine özellikle önem verilmelidir.

Enerjinin etkin kullanımı alanında, enerji verimliliğini artıran ve enerji tasarrufu sağlayan birçok teknoloji mevcuttur ve bu teknolojiler sürekli olarak gelişmektedir. Ülkemizde de ilgili tüm sektörlerde, bu teknolojilerin kullanılmasının yaygınlaştırılması, bu yöndeki uygulamaları artırıcı yasal önlemlerin alınması, bu teknolojilerin ve ürünlerin üretim ve tüketiminin teşvik edilmesi ve bu alanlardaki Ar-Ge çalışmalarına hız verilmesi büyük önem taşımaktadır.

Aydınlatma hesaplarının yapılmasına elverişli fotometrik verileri bulunmayan armatürler kullanılmamalıdır. Mevcut sistemler enerji tasarrufu açısından gözden geçirilmeli, yapılabilecek değişiklikler hemen gerçekleştirilmelidir. Yeni yapılacak tesisatlarda ise en verimli sistemler kullanılmalıdır.

Aydınlatma yapılacak olan ortamın kullanım amacına, kullanılan armatürün çeşidine ve gün ışığının durumuna göre gerekli kontrol devreleri tasarlanarak, enerjinin etkin kullanımı veya enerji tasarrufu sağlanabilir. Armatürlerin kirlenerek ışığı iyi yansıtılmamalarından dolayı enerji kaybı oluşmaktadır. Bu yüzden, aydınlatma tesislerinde armatürlerin bakımları periyodik olarak yapılmalıdır. Aynı zamanda reflektörsüz aydınlatma sistemlerinden kaçınılmalı ve armatür seçiminde reflektörlü armatürler tercih edilmelidir.

Aydınlatmada tasarruf konusunda gereken bilgilendirmenin yapılarak, tüketicilerin enerji tasarrufunda bilinçli ve duyarlı olmaları sağlanmalıdır. Mesai kavramı olan yerlerde lambaların belirli bir zaman sonunda sönmeleri isteniyorsa, bu gibi

yerlerde zaman saatleri ile aydınlatmanın kontrolü sağlanarak enerji tasarrufu sağlanabilir.

Bina aydınlatmasında, iç mekanda yapılacak iş için öngörülen aydınlık düzeyi ve aydınlık kalitesi gibi görsel konfor koşullarının sağlanması, üretim kalitesi, çalışanların göz sağlığı ve iş güvenliği bakımından çok önemlidir. Bu nedenle aydınlatma tesislerinde yapılacak tasarruflar, ortamdaki aydınlık düzeyini sağlıklı sınırlar içinde tutarken, enerji tüketimini en aza indirmek şeklinde olmalıdır. Aksi halde, insanların aydınlatmasını kısıtlamak hiç bir şekilde sağlıklı ve onaylanan bir yöntem değildir.

Aydınlatmada enerji tasarrufu yapmak için kimi zaman çok basit işlemler yeterlidir. Aydınlatmadaki en fazla kayıp, lambaların gereksiz kullanımından kaynaklanmaktadır. Aydınlatmanın kontrolünün insanların tercihinde olduğu durumlarda kişiler, yapay aydınlatma gereksin veya gerekmesin, hemen girdikleri mekanın ışıklarını yakmakta, işleri bitince ya da o mekanı terk ederken lambaları söndürmeyi ihmal etmektedirler. Bu durum daha çok ortak kullanıma açık mekanlarda görülmektedir. Bu savurganlığı önlemek için aydınlatmanın kontrolünü insanların insiyatifinden alıp otomatiğe bağlamak daha akıllıcadır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Çimen, F., Enerjinin Etkin Kullanımı Verimlilik ve Tasarruf, TMMOB Elektrik Mühendisleri OdasTMMOB Elektrik Mühendisleri Odas Dergisi, Sayı Dergisi, Say
- [2] Elektrik İşleri Etüd İdaresi, [www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/konut\\_ulas/en\\_tasarruf\\_bina\\_ay.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/en_tasarruf_bina_ay.html)
- [3] Dursun, B., Kocabay, S., İç Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı İle İlgili Bir Uygulama, 3E Electrotech Dergisi, Sayı 127, 2004.
- [4] Erciyes, S., Aydınlatma Tasarımı Amaca Göre Yapılmalı, İnşaat Dünyası Dergisi, Sayı 249, 2004.
- [5] Onaygil, S., Aydınlatmada Verimlilik ve Enerji Tasarrufu, İzmir Aydınlatma Sempozyumu, İzmir, 2001.
- [6] Elektrik İşleri Etüd İdaresi, [www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/uetm/ts29.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/uetm/ts29.html)
- [7] Sirel, Ş., Aydınlatmada Enerji Kaybı, YFU Yayınları, 2001.
- [8] Yılmaz, Ö., Erken, N., İç Aydınlatma Sistemlerinde Enerji Tasarrufu II, 3E Electrotech Dergisi, Sayı 111, 2003.
- [9] Philips, Aydınlatma Kontrol Sistemleri İle Binalarda Maksimum Enerji Tasarrufu, 3E Electrotech Dergisi, Sayı 101, 2002.
- [10] Doğru Aydınlatma ve Önemi, Best Dergisi, Mart 2004.
- [11] Kadirbeyoğlu, M., Aydınlatma Kontrol Sistemlerinin Önemi, 3E Electrotech Dergisi, Sayı 98, 2002.
- [12] Kocabay, S., Dahili Ortamlarda Aydınlık Seviyesinin Kontrolü İle Enerji Tasarrufunun Sağlanması, Marmara Üniv. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 1999.
- [13] Küçükdoğu, M.Ş., Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı, 2.Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır, 2003.
- [14] Philips Lighting Manual, Fifty Edition, Netherlands, 1993.
- [15] Demir N., Onaygil, S., Ofislerde Tercih Edilen Aydınlık Düzeyi Değerleri, 6.Elektrik Mühendisleri Ulusal Kongresi, 1994.
- [16] Crisp, V.H.C., Lighting Controls to Save Energy, International Lighting Review, s.16-21, 1983.