

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE AYDINLATMA TEKNİĞİ AÇISINDAN ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Efe SANCAK

e.sancak@siteco.com.tr

Siteco Aydınlatma, E5 Yanyol No: 11 34870 Esentepe Kartal / İstanbul
Tel: 0 212 517 8386

ÖZET

Günümüzde enerjiye olan talebin hızla artması ancak bu artışla aynı oranda enerji kaynaklarına sahip olunmaması mevcut kaynakların daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Gelişen teknolojinin yardımı ve bilinçlenen kullanıcıların tercihlerindeki değişimler sebebiyle üreticiler bu yöndeki talebi karşılamak durumunda kalmışlardır. Bu nedenlerden ötürü aydınlatma sektörü de yeni arayışlara yönelmiştir.

Endüstriyel tesislerde, aydınlatma, gerek tesis gerek işletme olarak önemli bir maliyet kalemini teşkil etmektedir. Geneli yüksek tavanlı hacimler olan bu tür mekânlarda gaz deşarjlı lambalı armatür kullanımı ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda çoklu floresan armatürler de endüstriyel tesislerde yer almaya başlamıştır.

Anahtar Sözcükler: Aydınlatma, Endüstriyel tesisler, Enerji verimliliği, Etkinlik faktörü

1. GİRİŞ

Enerjiye olan gereksinim gün geçtikçe artmaktadır. 18. yüzyılda İngiliz İmparatorluğu tarafından temelleri atılan Sanayi Devrimi, kömür tüketimini arttırırken, bu eğilim 19. yüzyılda Almanya'nın sanayileşmesi ile sürmüş, 20. yüzyılda ise Amerika temelli petrol türevli enerji tüketimine dönüşmüştür.

Aynı paralelde 19. yüzyılın ikinci yarısında Werner Siemens dinamo kullanarak elektrik enerjisi üretmeyi başarmış, bundan yaklaşık 13 yıl sonra da Thomas Edison enkandesan lambayı icat etmiştir.

Elektrik enerjisi tüketimi de toplam enerji talebinin büyümesi paralelinde artmaktadır. Günümüzde de bu artış devam etmektedir. 1980 yılında 7.332.837 GWh olan dünyadaki toplam net elektrik enerjisi tüketimi 2006 yılında 16.378.621 GWh olmuştur. Türkiye'nin bu tüketimdeki payı 1980 yılında net 21.840 GWh, 2002 yılında net 102.545 GWh 2006 yılında ise net 141.461 GWh olmuştur. [1]

Aydınlatma sistemleri toplam elektrik enerjisi tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadırlar. 2005 yılında net 13.952.000 GWh olan net elektrik enerjisi tüketiminin 3.418.000 GWh'i aydınlatmada kullanılmıştır. Toplam elektrik enerjisi tüketiminde endüstriyel aydınlatmaya düşen pay ise %4,5 kadardır. [2] Bu oran düşük bir değer gibi gözüksede, 632.000 GWh'lik elektrik enerjisi tüketimi 8.900 GWh yıllık elektrik enerji üretimiyle 71 adet Atatürk Barajı Hidroelektrik Santrali'ne denk gelmektedir. [3]

2007 yılında Türkiye'de tüketilen elektriğin net 73.794 GWh'ı endüstriyel tesislerde tüketilmiştir. Bu değer yaklaşık %10'unun aydınlatma olduğu düşünülürse, aydınlatmaya düşen pay yaklaşık 7.000 GWh olacaktır. [4]

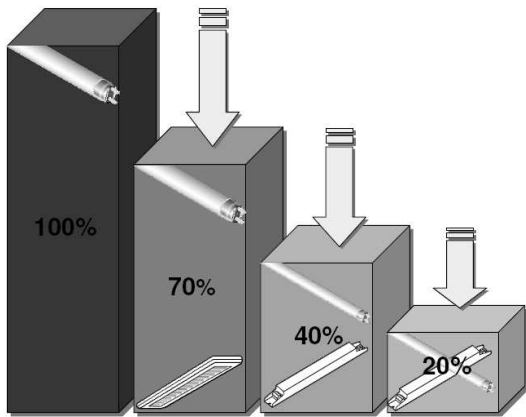
2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Endüstriyel tesislerde enerji verimliliğinin sağlanmasıyla sadece maddi kazanım sağlanmaz. Bunun yanında karbondioksit salınımı azalacak, sınırlı enerji

kaynaklarının daha verimli kullanılması sağlanacak ve çevre korunacaktır.

Endüstriyel tesislerde aydınlatmada kullanılan enerjiyi azaltma konusunda, verimlilik ve tasarruf kavramlarını birbirinden ayırmak gereklidir. Daha verimli ürünlerle oluşturulan bir sistem, aynı zamanda tasarrufu getirecekken, tasarruf etmek amacıyla yapılan her aksiyon enerji verimliliği anlamına gelmemektedir. Örnek olarak bir üretim alanında yanan 50 adet armatürden 10 tanesini söndürmek tasarruf sağlayacaktır fakat bu tasarruf enerji verimliliği ile gelen değil görsel konforu bozulmasına sebep olan gereksiz bir davranışla alınmış olacaktır.

Endüstriyel tesislerde aydınlatmada verimliliği sağlamak için daha verimli armatür reflektör kombinasyonlarının, düşük kayıplı balastların ve yüksek etkinlik faktörüne sahip lambaların kullanımının önemi büyüktür. Ayrıca bakım, gün ışığından daha fazla yararlanma ve aydınlatma otomasyonu enerji verimliliğinde kazanım sağlamaktadır.



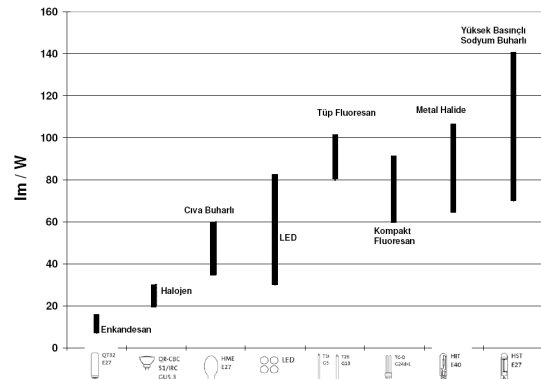
Grafik 2.1: Armatür, E. balast ve Aydınlatma Otomasyonunun Enerji Verimliliğine Etkisi

Grafikte görülebileceği gibi, açık lamba yerine armatür kullanımı %30'a yakın tasarruf sağlamaktadır. Manyetik balast yerine, elektronik balast kullanımı toplam kazancı ilk duruma göre %60'lar seviyesine çıkaracaktır. Aydınlatma

otomasyonunun katkısıyla bu değer daha da yukarı çıkacaktır.

3. ETKİNLİK FAKTÖRÜ

Aydınlatma tekniğinde verimlilik ile akla etkinlik faktörü gelmektedir. Etkinlik faktörü, bir lambanın ışık akısının o lambanın güç tüketimi ile arasındaki ilişkiyi tanımlayan büyüklüktür. Lumen / watt olarak ölçülür. Tablo 3.1'de lamba bazında etkinlik faktörü aralıkları verilmiştir. [5]



Tablo 3.1: Lamba Tipleri Bazında Etkinlik Faktörleri

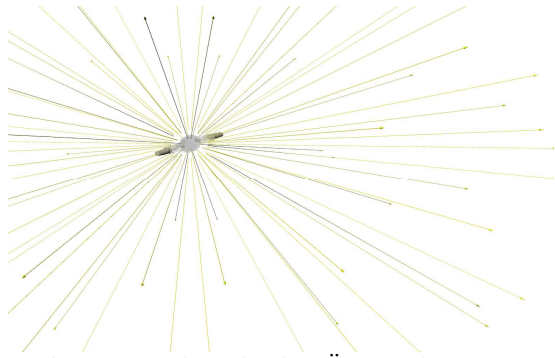
Tabloda, floresan, metal halide ve yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların etkinlik faktörlerinin diğer lambalara göre yüksek olduğu gözükmektedir.

Günümüzde endüstriyel tesislerde alüminyum çanak reflektörlerle kullanılan cıva buharlı lambaların ne kadar yanlış bir tercih olduğu açıktır. Biyolojik kötü etkilerinin de sebebiyle yakın zamanda cıva buharlı lambalara CE belgesi konulamayacaktır.

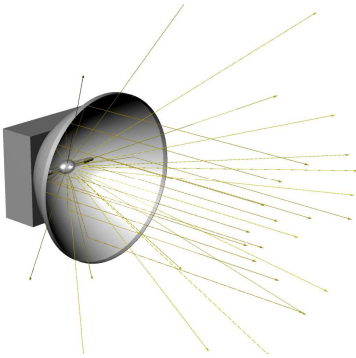
Aydınlık düzeyi, partıtlı, ışık şiddeti gibi büyüklükler arasında etkinlik faktörü, ilk bakışta aydınlatma tekniğinde verimliliği belirleyen tek kriter olarak gözükmektedir ancak ışığın kontrolü ve istenen doğrultuya yönlendirilmesi pratikte daha öne çıkmaktadır. Ayrıca ışık rengi, renksel geri verim indisi gibi parametreler de lamba

seçiminde çok önemli bir kriter oluşturmaktadır.

Bu noktada doğru armatür seçimi önem kazanırken, reflektör tasarımı gerçek verimliliği ortaya koymaktadır. Resim 3.1’de de görülebileceği gibi, armatür içine yerleştirilmemiş bir lamba yaklaşık olarak toplam ışık akısının yarısını üst yarı uzaya vermektedir (Resim 3.2). Bu değerden yapılacak kazanım kullanılan reflektörün malzemesine ve yapısına bağlıdır.



Resim 3.1: Lamba Işık Akısı Üst ve Alt Yarı Uzaya Dağılımı



Resim 3.2: Reflektörün Işık Akısı Dağılımına Etkisi

4. AYDINLATMA ARMATÜR- LERİNDE VERİMLİLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE FARKLI ARMATÜR SİSTEMLERİ ARASINDA KARŞILAŞTIRMA

Endüstriyel tesislerin, yüksek tavanlı yapıları sebebiyle, bu tür hacimlere uygun tasarlanmış reflektörlü armatürlerle aydınlatılması gereklidir. Günümüzde en sık gördüğümüz örnekler, metal halide lambalı çanak reflektörlü armatürler ile yüksek güçte floresan lambalı armatürlerdir. Endüstriyel tesisler,

kirlenme oranı yüksek mekanlar olduğundan özellikle toza karşı koruma oranı yüksek armatürler kullanmak kaçınılmazdır.

Bu bölümde 50m x 50m boyutlarında 12m yüksekliğinde bir hacim için Relux aydınlatma hesap programı kullanılarak 3 farklı aydınlatma sistemi için hesap yapılmıştır. 1. alternatifte 250W gücünde metal halide lambalı çanak tipi alüminyum reflektörlü cam kapaklı IP54 yüksek tavan armatürü, 2. alternatifte 4 adet 54W gücünde T5 floresan lambalı cam kapaklı IP54 yüksek tavan armatürü ve 3. alternatifte 2 adet 49W gücünde T5 floresan lambalı PMMA tüplü IP64 kanal sistem armatürü kullanılmıştır.

3 alternatifte de hesaplamalar sonucu yerden 0,75m yükseklikte yaklaşık olarak 325 lux aydınlık düzeyi elde edilmiştir. Verimlilik açısından bir karşılaştırma yapmak için armatürlerdeki lamba – balast kombinasyonlarını incelemek gereklidir.

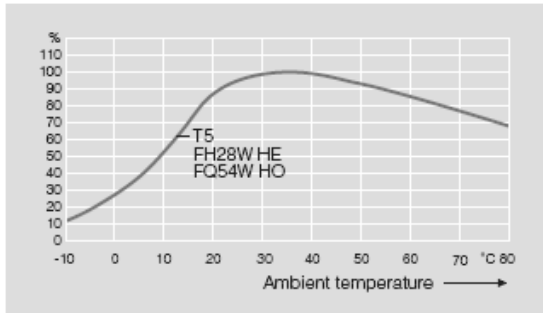
1. alternatifte kullanılan armatürde 19000 lm ışık akısına sahip 250W gücündeki metal halide lamba, 35 W balast kaybı olan manyetik balast ile kullanılmaktadır. 32 µF kondansatör ile kompanzasyon yapıldığında yaklaşık olarak 0,97’nin üzerinde güç faktörü elde edilmektedir. Lambanın etkinlik faktörü 76 lm/W olarak gözükmektedir. Fakat balast kayıpları dikkate alındığında bu değer daha da düşük olacaktır. [6][7]

2. alternatifte kullanılan armatürde 4450 lm ışık akısına sahip 54W gücündeki 4 adet T5 floresan lamba 2 adet şebekeden çektikleri güç 116W+116W toplam 232W olan 2x54W elektronik balast ile kullanılmaktadır. Bu sistemin güç faktörü yaklaşık olarak 0,99’un üzerindedir. Lambanın etkinlik faktörü 82,40 lm/W olarak gözükmektedir. [6][7]

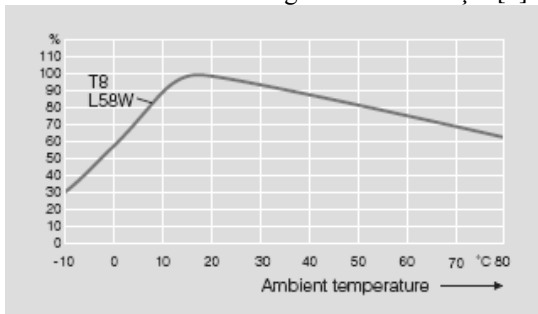
3. alternatifte kullanılan armatürde 4300 lm ışık akısına sahip 49W gücündeki 2

adet T5 fluoressan lamba şebekeden çektiği güç 110W olan 2x49W elektronik balast ile kullanılmaktadır. Bu sistemin güç faktörü yaklaşık olarak 0,99'un üzerindedir. Lambanın etkinlik faktörü 87,75 lm/W olarak gözükmektedir. [6][7]

Fluoressan lambaların ışık akısı değerleri 25°C çalışma ortamı için verilen katalog değerleridir. Bu lambalar maksimum ışık akısına 35°C-40°C arasında ulaşmaktadır.

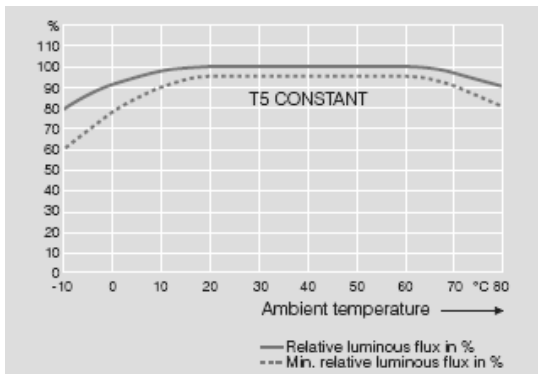


Grafik 4.1: 28W ve 54W T5 Lambalar İçin Işık Akısı ve Ortam Sıcaklığı Arasındaki İlişki [6]



Grafik 4.2: 58W T8 Lambalar İçin Işık Akısı ve Ortam Sıcaklığı Arasındaki İlişki [6]

Ortam sıcaklığı bu değerlerin çok üzerindeyse daha geniş sıcaklık sınırı olan T5 lambaların tercih edilmesi uygun olacaktır.

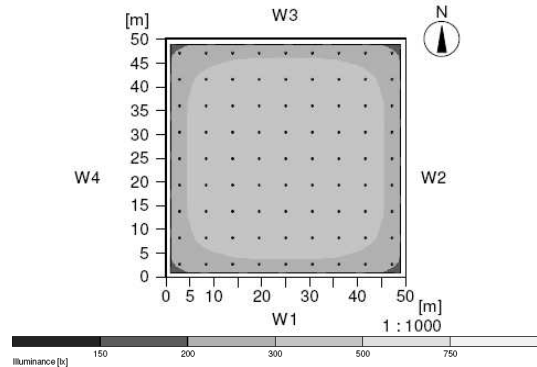


Grafik 4.3: 28W ve 54W T5 Cn. Lambalar İçin Işık Akısı ve Ortam Sıcaklığı Arasındaki İlişki [6]

4.1. Hesaplamalar

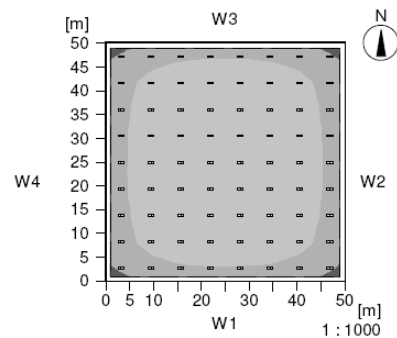
Hesaplamalarda Relux aydınlatma tasarım programı kullanılmıştır. Kullanılan armatür dataları Siteco firmasına aittir. Bakım faktörü 0,8 olarak alınmıştır. Hesap düzlemi yerden 0,75m yükseklikte, armatür düzlemi ise yerden 11,5m yüksekliktedir.

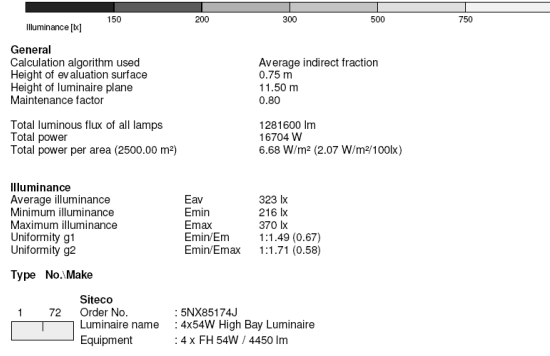
4.2.1. 250W Al. Çanak Ref. Cam Kapaklı IP54 Yüksek Tavan Armatürü



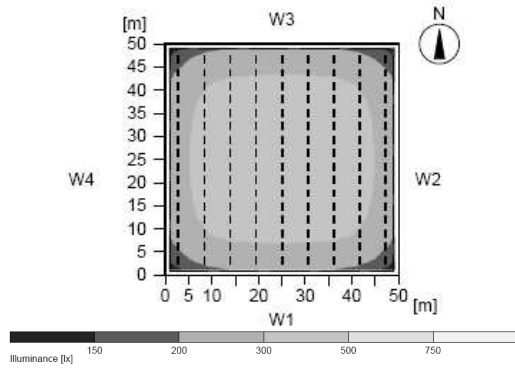
General	
Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	11.50 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1539000 lm
Total power	22477.5 W
Total power per area (2500.00 m²)	8.99 W/m² (2.75 W/m²/100lx)
Illuminance	
Average illuminance	Eav 327 lx
Minimum illuminance	Emin 219 lx
Maximum illuminance	Emax 376 lx
Uniformity g1	Emin/Em 1:1.49 (0.67)
Uniformity g2	Emin/Emax 1:1.71 (0.58)
Type No./Make	
2	81
Siteco	
Order No.	: 5NX5611E/5NXR/5NX140C
Luminaire name	: 250W High Bay Luminaire with Alu. Ref. + Cover Glass
Equipment	: 1 x HQI-E 250D / 19000 lm

4.2.2. 4x54W Cam Kapaklı IP54 Yüksek Tavan Armatürü





4.2.3. 2x49W PMMA Tüplü IP64 Trunking Sistem Armatürü



4.3. Hesaplama Sonuçları

Hesaplamalar sonucunda tablo 4.1'de gözüken değerler elde edilmiştir. En basit yaklaşımla 250W metal halide lambalı armatür yerine fluoressan lambalı fluoressan armatür kullanımıyla yaklaşık olarak %25 enerji tasarrufu yapılacaktır.

Kullanılan Armatür Tipi	Armatür Sayısı	Birim Alana Düşen Güç Tüketimi	Ayd. Düzeyi
250W Metal Halide Lambalı Çanak Tipi Alüminyum Reflektörlü Cam Kapaklı IP54 Yüksek Tavan Armatürü	81 Adet	8,99 W/m ²	327 Lux
4x54W Fluoresan Lambalı Cam Kapaklı IP54 Yüksek Tavan Armatürü	72 Adet	6,68 W/m ²	322 Lux
2x49W Fluoresan Lambalı PMMA Tüplü IP64 Yüksek Tavan Armatürü	144 Adet	6,34 W/m ²	316 Lux

Tablo 4.1: Hesaplamalar Sonucu Karşılaştırma

4.4. Sonuca Etki Eden Faktörler

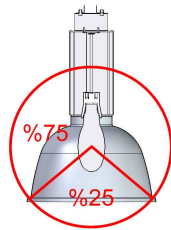
3 alternatifin karşılaştırılmasında fluoressan lambalı armatürlerin metal halide lambalı armatürlere göre daha verimli olmasında 3 etken öne çıkmaktadır. Bunlar reflektör yapısı ve özellikleri, lamba etkinlik faktörleri ve balast kayıpları olarak sıralanabilir.

Karşılaştırmalarda kullanılan 54W fluoressan lambaların etkinlik faktörü metal halide lambaların etkinlik faktöründen %8,5 daha fazla, 49W fluoressan lambanın ise %15,4 daha fazladır.

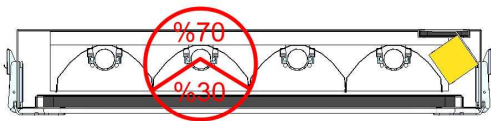
Balast kayıpları da göz önüne alındığında 250W metal halide lambalı armatürün etkinlik faktörü 66,66 lm/W, 54W fluoressan lambalı armatürün etkinlik faktörü 76,72 lm/W, 49W fluoressan

lambalı armatürün etkinlik faktörü ise 78,18 lm/W olarak gözükmektedir. Bu değerler ışığında 250W ve 54W lamba balast kombinasyonunun etkinlik faktörleri arasında %15,01, 250W ve 49W lamba balast kombinasyonunun etkinlik faktörleri arasında ise %17,28 fark vardır. Diğer bir deyişle floresan lamba balast kombinasyonları bu değerler çerçevesinde daha verimlidir.

Verimlilik açısından diğer bir etken ise reflektör yapısı ve malzemesidir. Metal halide lambalı armatürde yansıtma yüzdesi yaklaşık %80 eloksal kaplamalı alüminyum sıvama reflektör kullanılırken, floresan armatürlerde nano boyutlarda optik kaplamalarla kullanılan %95'in üzerinde yansıtma yüzdesine sahip alüminyum reflektörler kullanılmaktadır. Bu yüzdelere göre, metal halide lambalı armatürde, en basit hesapla lambadan çıkan ışığın %75'inde %15 oranında kayıp olacaktır. Bu oran %95 yansıtma oranları reflektör kullanan armatürlerde %5 olarak kalmaktadır. Yansıtma özellikleri dışında reflektör yapısı ve lamba pozisyonu da armatürün verimliliğini etkilemektedir. Örnek olarak reflektörden yansıyan ve lambanın üzerine düşen ışık lambayı gereksiz olarak ısıtacak hem lambanın verimini hem de ömrünü azaltacaktır.



Şekil 4.1: Lamba'dan Tüm Uzaya Yayılan Işık Akısı'nda Reflektör Yüzeyine Düşen Pay



Şekil 4.2: Lamba'dan Tüm Uzaya Yayılan Işık Akısı'nda Reflektör Yüzeyine Düşen Pay

4.5. En Uygun Seçeneğin Seçilmesi

Yaklaşık 320 Lux aydınlık düzeyini sağlayan üç sistemden hangisinin seçilmesi gerektiğini bulmak için sistemlerin enerji ve ilk kurulum maliyetlerini irdelemek gerekir.

Aydınlatma hesapları yapılan hacimdeki işletmenin, günde 10, yılda 3.600 saat yapay aydınlatma kullandığı varsayıldığında, sistemlerin enerji maliyetleri tablo 4.2'de gözükmektedir. Maliyet hesaplamalarında kullanılan kWh başına enerji maliyeti, "dağıtım şirketinin kullanımındaki orta gerilim baralarına dağıtım şirketi hattı ile bağlı tek bir tüzel kişi durumundaki kullanıcılar" için tek zamanlı tarife verilerinden alınmıştır. [8]

Armatür Tipi	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Armatür Adedi	81 Ad.	72 Ad.	144 Ad.
Armatür Gücü	285W	232W	110W
Sistem Toplam Gücü	23.085W	16.704W	15.840W
Yıllık Çalışma Süresi	3.600 saat	3.600 saat	3.600 saat
kWh Başına Enerji Maliyeti	0,1692 YTL	0,1692 YTL	0,1692 YTL
Sistem Yıllık Enerji Maliyeti	14.062 YTL	10.175 YTL	9.649 YTL
Kazanım	-	%28	%31

Tablo 4.2: Enerji Maliyetlendirmesi

Gözükteği gibi floresan lambalı armatürlerin kullanıldığı sistemler, metal halide lambaların kullanıldığı sisteme göre %25'in üzerinde enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Tablo 4.3'de 3 sistemin kurulum maliyetleri ve aralarındaki farkın, enerji maliyetleri arasındaki farkla amortisman süreleri gözükmektedir.

Armatür Tipi	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Armatür Adedi	81 Ad.	72 Ad.	144 Ad.
Lamba Adedi	81 Ad.	288 Ad.	288 Ad.
Armatür B. Fiyatı	160 YTL	280 YTL	205 YTL
Lamba B. Fiyatı	45 YTL	5 YTL	5 YTL
Armatür + Lamba Fiyatı	205 YTL	300 YTL	215 YTL
Sistem Kurulum Mal.	16.605 YTL	21.600 YTL	30.960 YTL
Sistem Yıllık Enerji Maliyeti	14.062 YTL	10.175 YTL	9.649 YTL
Amortisman	-	1,29 Yıl	3,25 Yıl

Tablo 4.3: Kurulum Maliyetlendirmesi & Amortisman

1. ve 2. sistemde kullanılan armatürler, harici kablolamaya ihtiyaç duyduklarından, sistem maliyetine yaklaşık kablolama maliyeti eklenmelidir. Kanal sistem armatürlerin bu noktadaki avantajı kendi kablolamalarını üzerinde taşımalarıdır. Bu şekilde bir maliyetlendirme için amortisman süreleri ise tablo 4.4'de görülmektedir.

Armatür Tipi	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Armatür Adedi	81 Ad.	72 Ad.	144 Ad.
Lamba Adedi	81 Ad.	288 Ad.	288 Ad.
Armatür B. Fiyatı	160 YTL	280 YTL	205 YTL
Lamba B. Fiyatı	45 YTL	5 YTL	5 YTL
Armatür + Lamba Fiyatı	205 YTL	300 YTL	215 YTL
Sistem Kurulum Mal.	16.605 YTL	21.600 YTL	30.960 YTL
Kablolama Ek Maliyeti	9.000 YTL	9.000 YTL	-
Toplam Kurulum Mal.	25.605 YTL	30.600 YTL	30.960 YTL
Sistem Yıllık Enerji Maliyeti	14.062 YTL	10.175 YTL	9.649 YTL
Amortisman	-	1,29 Yıl	1,21 Yıl

Tablo 4.4: Kurulum - Kablolama Maliyetlendirmesi & Amortisman

Varsayılan çalışma saatleri dahilinde, hacimde hali hazırda kablo kanalı veya busbar bulunuyorsa, alternatif 2'yi kullanmak daha uygun olacaktır. Sistem

sıfırdan kurulacak ise yani alternatif 1 ve 2 için ayrıca kablo tesisatı çekilmesi gerekiyorsa, alternatif 3 öne çıkmaktadır.

Mahaldeki çalışma süreleri arttığında enerji maliyetleri arasındaki tutar artacak, metal halide lambalı sisteme göre, floresan lambalı sistemlerin amortisman süreleri kısalmaktadır.

Mahaldeki çalışma süreleri azaldığında ise enerji maliyetleri arasındaki tutar azalacak, metal halide lambalı sisteme göre, floresan lambalı sistemlerin amortisman süreleri uzayacaktır.

Tablo 4.5'de yıllık 2.400, tablo 4.6'da ise yıllık 6.000 saat çalışan işletmeler için amortisman hesabı görülmektedir.

Armatür Tipi	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Armatür Adedi	81 Ad.	72 Ad.	144 Ad.
Lamba Adedi	81 Ad.	288 Ad.	288 Ad.
Armatür B. Fiyatı	160 YTL	280 YTL	205 YTL
Lamba B. Fiyatı	45 YTL	5 YTL	5 YTL
Armatür + Lamba Fiyatı	205 YTL	300 YTL	215 YTL
Sistem Kurulum Mal.	16.605 YTL	21.600 YTL	30.960 YTL
Kablolama Ek Maliyeti	9.000 YTL	9.000 YTL	-
Toplam Kurulum Mal.	25.605 YTL	30.600 YTL	30.960 YTL
Sistem Yıllık Enerji Maliyeti	9.374 YTL	6.783 YTL	6.432 YTL
Amortisman	-	1,93 Yıl	1,82 Yıl

Tablo 4.4: Yıllık 2.400 Saat İşletme Süresine Göre Kurulum - Kablolama Maliyetlendirmesi & Amortisman

Armatür Tipi	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Armatür Adedi	81 Ad.	72 Ad.	144 Ad.
Lamba Adedi	81 Ad.	288 Ad.	288 Ad.
Armatür B. Fiyatı	160 YTL	280 YTL	205 YTL
Lamba B. Fiyatı	45 YTL	5 YTL	5 YTL
Armatür + Lamba Fiyatı	205 YTL	300 YTL	215 YTL
Sistem Kurulum Mal.	16.605 YTL	21.600 YTL	30.960 YTL
Kablolama Ek Maliyeti	9.000 YTL	9.000 YTL	-
Toplam Kurulum Mal.	25.605 YTL	30.600 YTL	30.960 YTL
Sistem Yıllık Enerji Maliyeti	23.437 YTL	16.958 YTL	16.081 YTL
Amortisman	-	0,77 Yıl	0,73 Yıl

Tablo 4.4: Yıllık 6.000 Saat İşletme Süresine Göre Kurulum - Kablolama Maliyetlendirmesi & Amortisman

5. SONUÇ

Uygun lamba ve bu lambaya uygun armatür seçimi kombinasyonu en verimli sonuca ulaşılacağı açıktır. Özellikle son yıllarda lamba üretim teknolojilerindeki gelişmeler, armatür üreticilerini de bu yönde armatür üretmeye yöneltmiştir.

Endüstriyel üretimin yapıldığı tesisler genellikle yüksek tavanlı hacimlerden oluşmaktadır. Bu tür hacimlerde ışık rengi ve renksel geri verimin önemli olduğu yerlerde yüksek basınçlı cıva buharlı ve metal halide lambalı, ışık renginin önemli olmadığı hacimlerde ise yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalı, alüminyum çanak reflektörlü armatürler kullanılmaktadır.

Ayrıca kablolama gerektirmeyen kanal sistem floresan lambalı armatürler ve son yıllarda trend haline gelen 250W gücünde metal halide lambalı çanak tipi alüminyum reflektörlü armatürlerle bire bir değişimi uygun olan 4 adet 54W gücünde T5 floresan lambalı armatürler de diğer uygulamalar arasında sayılabilir.

Çok seçenekli tercihler arasında en uygun olanı seçmek hem verimli hem de hacimde yapılan işe uygun çözüm olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Energy Information Administration, International Energy Annual 2006, www.eia.doe.gov
- [2] L. R. Brown, Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization, W.W. Norton & Company, 2008
- [3] Güneydoğu Anadolu Projesi'nin Enerji Boyutu, www.gap.gov.tr/Turkish/Dergi/D581997a/boyut.html
- [4] TEDAŞ, Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri, www.tedas.gov.tr
- [5] M. Özkaya, Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayınevi, 2007
- [6] Orsam Indoor and Outdoor Lighting 2008/2009
- [7] Tridonic.Atco Catalogue 2006/2007
- [8] TEDAŞ, 01.04.2009 Tarifeler, www.tedas.gov.tr