

Kapalı Otopark Aydınlatmasında Floresan ve LED Lambanın Enerji Verimliliği Açısından Karşılaştırılması

Behçet KOCAMAN^{1*}

ÖZET: Elektrik enerjisi tüketimi, hızlı nüfus artışı ve teknolojideki gelişmelere bağlı olarak her geçen gün artmaktadır. Aydınlatma, elektrik enerjisinin tüketiminde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle aydınlatmada enerji verimliliği konusunda çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Enerji verimliliği için aydınlatmada kullanılan lambaların özellikleri etkin rol oynamaktadır. Aydınlatmada enerji verimliliğini sağlamak için çeşitli LED (Işık Yayan Diyot) uygulamaları geliştirilmiş ve LED'in karakteristik özelliği nedeniyle farklı noktalarda uygulanmaktadır. Otopark gibi bazı belirli yerlerdeki aydınlatmada enerji verimliliğini artırmak için incelenmesi gerekir. Bu çalışmada, Bitlis Eren Üniversitesine ait kapalı otopark aydınlatmasında kullanılan floresan lamba yerine LED lamba kullanılmasının enerji verimliliği açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kapalı otopark aydınlatmasında 2 x 36 W floresan lamba yerine 48 W LED lamba kullanımıyla yılda 23 757.12 kWh enerji tasarrufu sağlanacağı ve yatırım maliyetinin de 1.83 yıl içerisinde amorti edileceği hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma, enerji verimliliği, kapalı otopark aydınlatması, LED.

Comparison of Fluorescent Lamp and LED Lamp in Terms of Energy Efficiency in Parking Garage Lighting

ABSTRACT: Electrical energy consumption is increasing day by day due to rapid population growth and technological developments. Lighting has an important status in the consumption of electrical energy. For this reason, studies on energy efficiency in lighting come to the forefront. The characteristics of the lamps used in lighting for energy efficiency play an effective role. Various LED (Light Emitting Diode) applications have been developed to provide energy efficiency in lighting and are applied at different points due to the characteristic of LED. Lighting in certain locations, such as parking garage, needs to be examined to improve energy efficiency. In this study, using LED lamp instead of fluorescent lamp in parking garage lighting of Bitlis Eren University has been compared in terms of energy efficiency. As a result of the study, it was calculated that 23 757.12 kWh energy saving will be achieved annually by using 48 W LED lamp instead of 2 x 36 W fluorescent lamp in parking garage lighting and the investment cost will be amortized within 1.83 years.

Keywords: Lighting, energy efficiency, parking garage lighting, LED.

¹Behçet KOCAMAN (Orcid ID: 0000-0002-1432-0959), Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bitlis, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Behçet KOCAMAN, e-mail: bkocaman@beu.edu.tr

GİRİŞ

Motorlu araçların toplu halde park ettikleri açık veya kapalı alanlara otopark denilmektedir. Günümüzde artan araba kullanımı ile birlikte otopark ihtiyacı da artmıştır. Bu nedenle yeraltı ve yerüstü birçok otopark inşa edilmiştir/edilmektedir. İnşaa edilen yer altı ve bazı yer üstündeki otoparklar, kapalı otopark olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca hazırlanıp 22.02.2018 tarih ve 30340 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan otopark yönetmeliğinde 31.12.2019 tarih ve 30995 (5. Mükerrer) sayılı Resmi Gazetede yayımlanan değişiklikle 31.03.2020 tarihinden itibaren yapı ruhsatı başvurularında her daireye bir otopark olması zorunluluğunu getirmektedir. Dolayısıyla yapılacak otoparkların bir kısmı kapalı otopark olacaktır. Bu nedenle otoparklarda aydınlatma için enerji tüketimi artacaktır. Binalarda aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisinin toplam elektrik enerjisindeki payı yaklaşık %20'dir (Onaygil, 2013). Kapalı otopark alanlarının aydınlatmasında yüksek basınçlı sodyum, metal halide ve floresan armatürler yaygın kullanılmaktadır. Ancak enerji verimliliği açısından, LED teknolojisi kullanılmasının önemli elektrik, ekonomik, güvenlik ve çevresel faydalar sunması açısından önemli bir yere sahiptir. Gelişmiş kontrol sistemlerine entegre LED, sürdürülebilir aydınlatmada ışık kalitesi ve enerji verimliliği çözümlerinden biridir (Balocco ve ark., 2019). LED lamba ile yapılan aydınlatma, enerji tasarrufu, uzun ömür, aydınlatma verimliliği ve düşük bakım maliyetleri özelliklerinden dolayı en bilinen aydınlatma çeşidi olmuştur (Yılmaz ve ark., 2019).

Kapalı otoparklarda, sürücü ve yayaların kendilerini güvende hissetmelerini sağlamak için aydınlatmanın yeterli seviyede olması oldukça önemlidir. Dar alanlarda park etmek için manevra yaparken sürücünün görüş açısını ayarlamada aydınlatması iyi yapılmış alanlar kaza oranlarını en aza indirir. Ayrıca alanda karanlık bir bölgenin kalmaması ve otopark olarak kullanılan alanın tamamını net bir şekilde görüleceği bir aydınlatmanın uygulanması gerekmektedir. Kapalı otoparkların giriş ve çıkış bölümlerinde, aydınlatma seviyesi 250-300 lüks, park alanları ve diğer kısımlarda ise 75 lüks yeterli görülmektedir (Yılmaz, 2018). Çoğu kapalı otoparklar, haftanın 7 günü, 24 saat ve yılın 365 günü aydınlatılmaktadır. Bu nedenle, kapalı otoparkların sürekli aydınlatılması gerekmektedir. Aydınlatma konusunda araştırma yapanlar, özellikle uzun işletme süresi olan üretim alanlarında kaliteyi düşürmeden elektrik enerjisi tüketimini azaltmak için çözüm bulmaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar (Perdahçı, 2018).

Sürekli aydınlatılan kapalı otoparklarda harcanan elektrik enerjisi, aydınlatma teknolojisindeki son gelişmeler planlı aydınlatma kontrol stratejileriyle birleştirilerek, enerji tasarruflu lamba kullanılmasıyla enerji tüketimi azaltılabilir (Kralikova ve ark., 2015). Kapalı otopark aydınlatmasında enerji verimliliği sağlamak için, aracın rotadan hareketine göre LED aydınlatma sistemleri yanarak bir tahmin algoritması geliştirilerek enerjinin verimli kullanılması sağlanmıştır (Hong ve ark., 2012). Kapalı otoparkta, zaman ve dış ışık seviyeleri ile telsiz iletişim ve kontrol ekipmanı kullanıp tahmini kontrol stratejileri uygulayarak enerji verimliliğini artırmak için yöntemler geliştirilmiştir (Kramer, 2017). Yeraltı madenciliğinde aydınlatma sistemi planlaması için yapılan çalışmada, madencilik endüstrisinde aydınlatma için kullanılan floresan ve LED lambaların teknik ve ekonomik değerlendirmesinin sonuçlarını incelenmiş ve karşılaştırılmıştır (Chueco ve ark., 2015).

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Bitlis Eren Üniversitesi kampüs sınırları içerisinde yer alan kapalı otopark oluşturmaktadır. Araştırma için kullanılacak veriler, Bitlis Eren Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan elde edilen kapalı otopark planları ile çalışma sınırları içerisinde yapılan gözlemler, çekilen fotoğraflar oluşturmaktadır. Kapalı otopark; yeraltına inşa edilmiş ve bodrum 1 (-1. kat) ve bodrum 2 (-2. kat) olmak üzere 2 kattan oluşmaktadır. Otoparktaki bodrum 1 katının alanı 5824 m² olup

186 araç kapasitesine ve bodrum 2 katının alanı 5860 m² olup 180 araç kapasitesine sahiptir. Üniversitede, yaklaşık 10 bin öğrenci öğrenim görmekte ve bine yakın personel çalışmaktadır. Ayrıca kampüs alanı içersinde akademik ve idari personellerin kaldığı lojmanlar bulunmaktadır. Kapalı otoparkın girişten görünüşü Şekil 1’de verilmiştir.



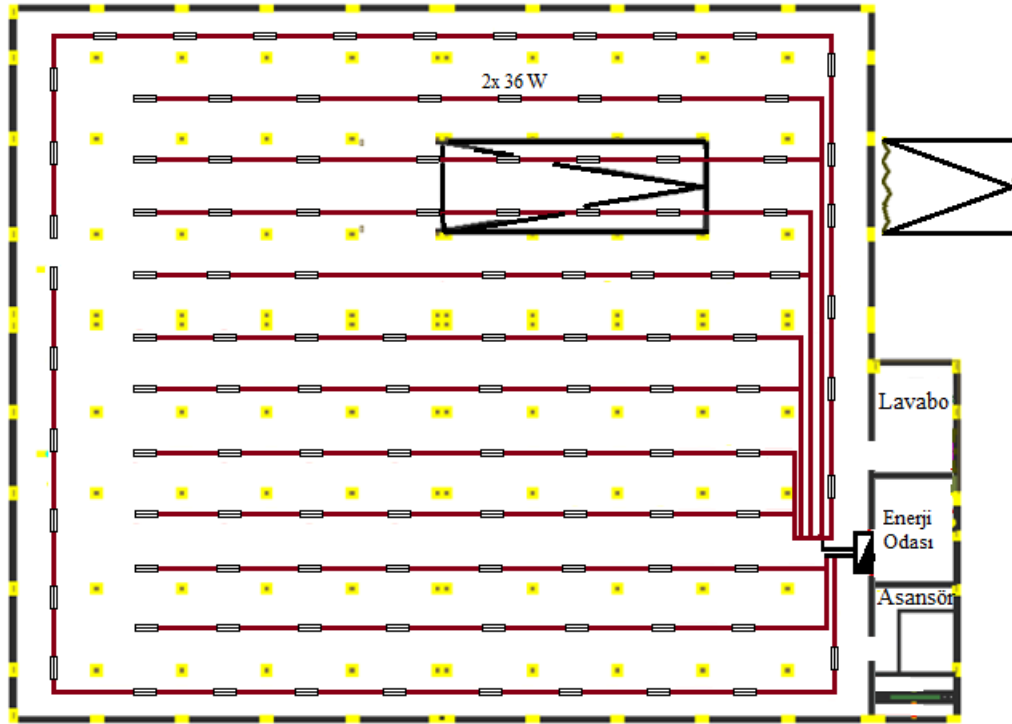
Şekil 1. Kapalı otoparkın girişten görünüşü

Kapalı otopark yeraltına inşaa edilmiş olmasından dolayı gün ışığından faydalanmamakta ve yapay aydınlatma ile aydınlatılmaktadır. Kapalı otopark alanlarında tavan aydınlatma armatürleri kullanılması ve genellikle ışıklandırma performansı yüksek olan lambaların tercih edilmesi enerji verimliliği açısından önemlidir. Bu otoparkın aydınlatmasında, bodrum 1 katında 116 adet ve bodrum 2 katında 110 adet T8 etanj armatür ile 2x36 W gücünde ve 120 cm uzunluğunda floresan lamba kullanılmıştır. Bodrum 1 ve bodrum 2 katındaki lavabo, asansör ve enerji odasında kullanılan lambalar için hesaplama katılmamıştır. Her iki katta aydınlatma amacıyla kullanılan floresan armatürün görüntüsü Şekil 2’de verilmiştir.

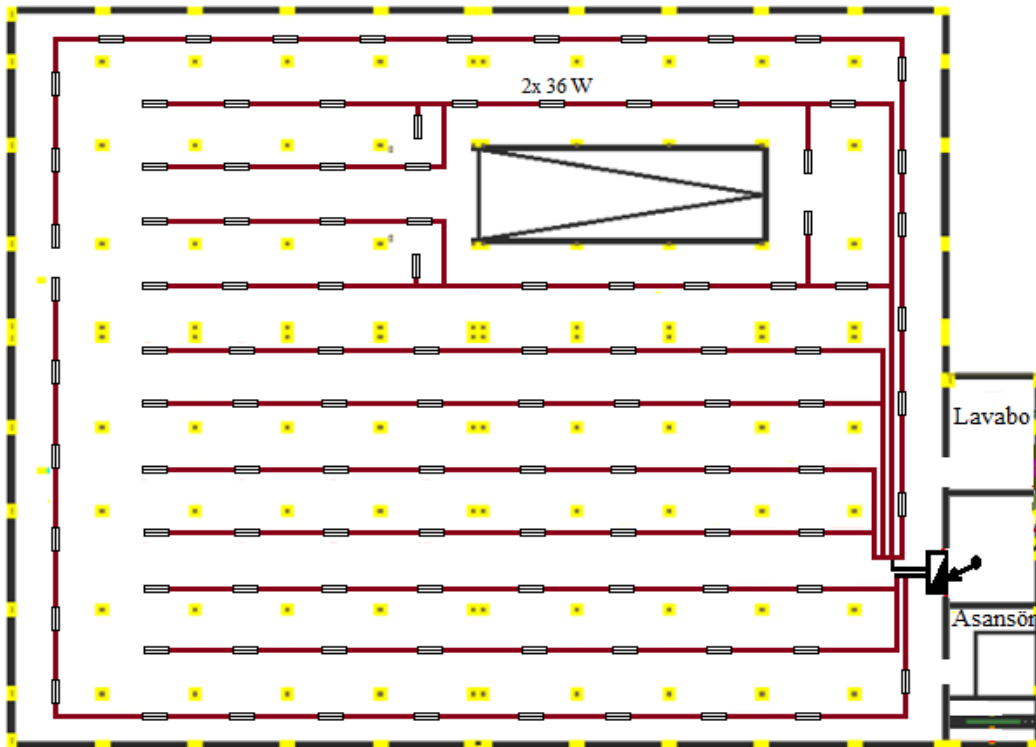


Şekil 2. T8 etanj armatür ve 2x36 W gücünde floresan lamba

Kapalı otoparkın bodrum 1 katında, aydınlatmayı sağlamak için kullanılan lambaların yerleştirme planlarının tesisat bağlantısı Şekil 3’de verilmiştir. Benzer şekilde, bodrum 2 katında, aydınlatmayı sağlamak için kullanılan lambaların yerleştirme planlarının tesisat bağlantısı Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 3. Kapalı otopark bodrum 1 aydınlatma tesisatı



Şekil 4. Kapalı otopark bodrum 2 aydınlatma tesisatı

Floresan lambalarla birlikte kullanılması gereken balastların cins ve kaliteleri, elektrik enerjisi tüketimini doğrudan etkilemektedir. Avrupa Aydınlatma Üreticileri Birliği (Committee of EU Luminaires Manufacturers Associations, CELMA) uluslararası enerji verimliliği endeksi (Energy Efficiency Index – EEI)’ne göre 26 mm çaplı tüp (T) floresan lambalarla kullanılan balast sınıfları ve güç sınırlamaları Çizelge 1’de verilmiştir (Uyanık ve ark., 2003).

Çizelge 1. Enerji verimlilik endeksi

Uluslararası Lamba Kodu	Lamba gücü		Sınıf						
	50 Hz	YF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
FD-15-E-G13-26/450	15 W	13.5 W	9 W	16 W	18 W	21 W	23 W	25 W	>25 W
FD-18-E-G13-26/600	18 W	16 W	10.5 W	19 W	21 W	24 W	26 W	28 W	>28 W
FD-30-E-G13-26/895	30 W	24 W	16.5 W	31 W	33 W	36 W	38 W	40 W	>40 W
FD-36-E-G13-26/1200	36 W	32 W	19 W	36 W	38 W	41 W	43 W	45 W	>45 W
FD-38-E-G13-26/1047	38 W	32 W	20 W	38 W	40 W	43 W	45 W	47 W	>47 W
FD-58-E-G13-26/1500	58 W	50 W	29.5 W	55 W	59 W	64 W	67 W	70 W	>70 W
FD-70-E-G13-26/1800	70 W	60 W	36 W	68 W	72 W	77 W	80 W	83 W	>83 W

Çizelge 1’deki B1, B2, C ve D sınıfları manyetik balastları, A1, A2 ve A3 sınıfları ise elektronik balastları ifade etmektedir. Çizelge 1’den görüldüğü gibi, C sınıfı manyetik balast ile kullanılan 36 W’lık tüp floresan lamba şebekeden 45 W güç çekerken, A2 tipi elektronik balast ile kullanıldığında çektiği güç lamba gücüne eşit, sadece 36 W olmaktadır. Bu çalışmada kullanılan floresan lambalar A2 tipi elektronik balastlı olarak seçilmiştir. Kullanılan floresan lambanın teknik özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan floresan lambanın teknik özellikleri (Anonim 2017)

Lamba gücü	Işık akısı	Renksel geri verim indisi (Ra)	Renk sıcaklığı	Etkinlik faktörü	Lamba ömrü
36 W	2500 lm	78	12000 K	80 lm/W	10000 saat

Kapalı otoparkın aydınlatılmasında enerji verimliliğini sağlamak için floresan lambaların, enerji tasarruflu LED lambalarla değişimi yapılması durumunda enerji tasarrufu sağlanacaktır. Floresan lamba yerine kullanılacak LED lambaların ışık akısı, renksel geri verim indisi, renk sıcaklığı ve etkinlik faktörleri, floresan lambaya ait değerler uygun olmalıdır. Bu kriterlere göre seçilen LED lambanın teknik özellikleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Floresan lamba yerine kullanılan LED lambanın teknik özellikleri (Anonim 2015)

Lamba gücü	Işık akısı	Renksel geri verim indisi (Ra)	Renk sıcaklığı	Etkinlik faktörü	Lamba ömrü
48 W	7000 lm	>70	6500 K	145 lm/W	50000 saat

Kullanılacak LED lamba armatürünün, floresan lamba armatürü yerine takılması nedeniyle kapalı otoparktaki armatür düzeninin aynı kalmasını ve ekstra kablo masrafı oluşmasını diye floresan lamba ile aynı boyutta seçilmiştir. Seçilen LED lamba görüntüsü, Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. 48 W 6500 K 120 cm LED armatür

Kapalı otoparkın aydınlatması için floresan lamba bağlantıları için tesisatta $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$ NHXMH ve $5 \times 2.5 \text{ mm}^2$ NHXMH kablolar kullanılmıştır. Bu kablolar, bakır iletken, XLPE izole, HFFR dolgu, HFFR dış kılıfa sahiptir. Oteller, okullar, yüksek binalar, otoparklar, hastaneler, bilgi işlem merkezleri ve insanların yoğun olarak bulunduğu iş merkezleri ile yangına hassas bölgelerde kullanılırlar. Enerji verimliliği için aynı iletkenlerden faydalanılacağından kablo ve işçilik maliyeti hesaplamalara dahil edilmemiştir. Lambaların değişim maliyeti, lamba fiyatları ile birlikte değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kapalı otoparkın bulunduğu yer ve hizmet verdiği kesim dikkate alındığında, aydınlatmasında kullanılan lambaların günde ortalama 12 saat çalıştığı varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Enerji Tüketim Hesabı

Kapalı otoparkta kullanılan floresan lamba ve onun yerine kullanılacak LED lamba için enerji tüketim hesabı aşağıdaki hesaplanmıştır.

Floresan lamba için günlük enerji tüketimi;

Kapalı otoparkın bodrum 1 katında 116 adet $2 \times 36 \text{ W}$ gücünde floresan lamba, bodrum 2 katında 110 adet $2 \times 36 \text{ W}$ gücünde floresan lamba kullanılmıştır.

Toplam güç: $(116+110) \times 2 \times 36 \text{ W} = 16\,272 \text{ W}$

Lambaların günde 12 saat (h) çalıştığı dikkate alındığında günlük enerji tüketim miktarı;

$16\,272 \text{ W} \times 12 \text{ h} = 195.264 \text{ kWh}$

Kapalı otoparkın aydınlatılması yılın 365 günü yapıldığından, yıllık toplam enerji tüketimi;

$195.264 \text{ kWh gün}^{-1} \times 365 \text{ gün} = 71\,271.360 \text{ kWh}$

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından onaylanan ve 01.01.2020 tarihinden uygulanacak tarifelere göre enerji birim fiyatı; $0.8376 \text{ TL kWh}^{-1}$ 'dir.

Yıllık enerji tüketim bedeli; $71\,271.360 \text{ kWh} \times 0.8376 \text{ TL kWh}^{-1} = 59\,696.89 \text{ TL}$

LED lamba kullanılması durumunda günlük enerji tüketimi;

LED Lamba (Floresan lambanın yerine): $(116+110) \times 48 \text{ W} \times 12 \text{ h} = 130\,176 \text{ kWh gün}^{-1}$

Yıllık enerji tüketimi; $130\,176 \text{ kWh gün}^{-1} \times 365 \text{ gün} = 47\,514.240 \text{ kWh}$

Yıllık enerji tüketim bedeli; $47\,514.240 \text{ kWh} \times 0.8376 \text{ TL kWh}^{-1} = 39\,797.93 \text{ TL}$

Floresan lambanın ömrü: 10 000 saat

Yıllık çalışma süresi: $(12 \text{ saat gün}^{-1}) \times 365 \text{ gün} = 4\,380 \text{ saat}$

Floresan lamba değiştirme süresi: $10\,000 \text{ saat} / (4\,380 \text{ saat yıl}^{-1}) = 2.283 \text{ yıl}$

LED lambanın ömrü: 50 000 saat

LED (Floresan lamba yerine) yıllık çalışma süresi: $(12 \text{ saat}) \times 365 \text{ gün} = 4\,380 \text{ saat}$

LED (Floresan lamba yerine) lamba değiştirme süresi: $50\,000 \text{ saat} / (4\,380 \text{ saat yıl}^{-1}) = 11.415 \text{ yıl}$

Maliyet Hesabı

Lamba fiyatları markadan markaya veya firmadan firmaya değişiklik göstermektedir. Bu nedenle piyasa araştırmasına göre ortalama lamba fiyatları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Ortalama lamba fiyatları

Lamba tipi	Güç (W)	Ortalama lamba fiyatı (TL adet ⁻¹)
Floresan	36	12
LED	48	32

Floresan armatürün ilk yatırım maliyeti ;

2x36W 120 cm elektronik balastlı etanj armatürü (floresan lamba dahil) fiyatı;120 TL

Kapalı otoparkta kullanılan toplam armatür 226 (116+110) adettir.

İlk yatırım maliyeti: 120 TLx226 =27 120 TL

Yıllık lamba değiştirme maliyeti;

36 W gücündeki Floresan lambadan 2x226 =452 adet vardır.

Floresan lamba: (12 TLx452)/2.283 yıl =5424 TL/2.283= 2 375.82 TL yıl⁻¹

Toplam yıllık lamba değiştirme maliyeti; 2 375.82 TL

Floresan lamba için yıllık işletme maliyeti: Yıllık enerji tüketim bedeli+yıllık lamba değiştirme maliyeti

Yıllık İşletme maliyeti: 59 696.89 TL + 2 375.82 TL = 62 072.71 TL

Toplam maliyet; ilk yatırım maliyeti+ yıllık işletme maliyeti

Toplam maliyet: 27 120 TL + 62 072.71 TL =89 192.71 TL

LED lamba armatür için ilk yatırım maliyeti;

48 W LED lamba armatürü (lamba dahil) fiyatı 295 TL' dir.

Kapalı otoparkta kullanılan toplam armatür 226 adettir.

İlk yatırım maliyeti: 295 TLx226 =66 670 TL

Yıllık LED lamba değiştirme maliyeti;

LED Lamba (Floresan lamba yerine): (32 TLx226)/11.415 =7 232 TL/11.415 yıl= 633.55 TL yıl⁻¹

LED lamba için yıllık işletme maliyeti; Yıllık enerji tüketim bedeli+yıllık lamba değiştirme maliyeti

Yıllık işletme maliyeti; 39 797.93 TL +633.55 TL = 40 431.48 TL

LED lamba için toplam maliyet: İlk yatırım maliyeti+yıllık işletme maliyeti

LED lamba için toplam maliyet: 66 670 TL +40 431.48 TL = 107 101.48 TL

LED lambanın ilk yatırım maliyeti floresan lambaya göre daha fazladır. Ancak daha düşük enerji tüketimi ile bu maliyet amorti edilebilir. Amorti süresi, aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Floresan lambanın ilk yatırım maliyeti (TL)+ Amorti süresi x Floresan lambanın yıllık işletme maliyeti (TL) = LED lambanın ilk yatırım maliyeti (TL)+ Amorti süresi x LED lambanın yıllık işletme maliyeti (TL)

27 120 TL+ Amorti süresi x62 072.71 TL yıl⁻¹ =66 670 TL+Amorti süresi x 40 431.48 TL yıl⁻¹

$$66\ 670\ \text{TL} - 27\ 120\ \text{TL} = A_s (62\ 072.71\ \text{TL}\ \text{yıl}^{-1} - 40\ 431.48\ \text{TL}\ \text{yıl}^{-1})$$

$$39\ 550\ \text{TL} = \text{Amorti süresi} \times 21\ 641.23\ \text{TL}\ \text{yıl}^{-1}$$

$$\text{Amorti süresi} = 39\ 550\ \text{TL} / 21\ 641.23\ \text{TL}\ \text{yıl}^{-1} = 1.83\ \text{yıl}$$

Yapılan hesaplama göre, kapalı otoparkta 2x36 W floresan lamba yerine 48 W LED lamba kullanılması durumunda ilk yatırım maliyetindeki bedelden dolayı 1.83 yıl içinde kendini amorti edebilecektir.

Bitlis Eren Üniversitesine ait kapalı otoparkta kullanılan 2x36 W floresan lambalar ile 48 W LED lambalar için yıllık enerji tüketimi, ilk yatırım maliyeti, yıllık lamba değiştirme maliyeti, yıllık işletme maliyeti ve toplam maliyet karşılaştırmaları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'ten görüldüğü gibi floresan lambanın LED lamba ile değiştirilmesi ile yılda 23 757.12 kWh enerji tasarrufu sağlandığı hesaplanmıştır. Ayrıca kapalı otoparklarda LED lambanın kullanılması, enerji tasarrufu sağladığı gibi işletme ve bakım maliyetlerini de düşürmektedir.

Çizelge 5. Floresan lamba ve LED lambanın maliyet karşılaştırması

Lamba tipi	Güç (W)	Lamba sayısı	Yıllık enerji Tüketimi (kWh)	İlk yatırım maliyeti (TL)	Yıllık lamba değiştirme maliyeti (TL)	Yıllık işletme maliyeti (TL)	Toplam maliyet (TL)
Floresan	36	452	71 271.360	27 120	2 375.82	62 072.71	89 192.71
LED	48	226	47 514.240	66 670	633.55	40 431.48	107 101.48
Tasarruf			23 757.12		1 742.27	21 641.23	

SONUÇ

Günümüzde enerjiye olan talebin her geçen gün artması nedeniyle enerji verimliliği ve tasarrufuna yönelik çalışmalara olan ilgi artmıştır. Bu çalışmalardan aydınlatma alanında en güncel uygulamalardan biri yüksek güç harcayan lambaların daha düşük güç harcayan lambalarla değiştirilmesi uygulanmasıdır. Kapalı otopark ve bina aydınlatma projelerinde LED teknolojisi uygun maliyetli bir çözüm haline gelmektedir. LED lamba, düşük enerji tüketimi, uzun kullanım ömrü ve düşük bakım oranları avantajlarından bazılarıdır. Bu nedenle kapalı otoparklarda floresan lamba yerine LED kullanılması enerjiyi verimli kullanma açısından önemlidir. LED lambalar, floresan lambalara daha düşük enerji tüketimi nedeniyle maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Ancak, LED armatürlerinin ilk yatırım fiyatı, floresan lambalara göre daha fazladır. Yapılan hesaplama göre, Bitlis Eren Üniversitesine ait kapalı otoparkta kullanılan 2x36 W gücündeki floresan lambaların LED lamba ile değiştirilmesi ile yılda 23 757.12 kWh enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Ayrıca kapalı otoparkta LED lambanın kullanılması, enerji tasarrufu sağladığı gibi işletme ve bakım maliyetlerini de düşürmektedir.

Kapalı otoparkta kullanılan 2x36 W floresan lambanın ilk yatırım maliyeti 27 120 TL olmaktadır. Bu lambanın yerine kullanılan 48 W LED lambanın ilk yatırım maliyeti ise 66 670 TL olarak hesaplanmıştır. LED lambanın düşük enerji tüketimi ile bu maliyetin 1.83 yıl içinde kendini amorti etmesi hesaplanmıştır. Amorti süresinden sonra enerjinin daha verimli kullanılması sağlanacaktır. Ayrıca, kapalı otopark aydınlatmasında, enerji verimli lambaların kullanılması, doluluk sensörleri ile aydınlatma kontrollerinin yapılması, aşırı aydınlık alanlarda aydınlatmanın azaltılmasıyla enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Gün ışığından faydalanmayan kapalı otoparklarda elektrik kesintisi durumunda, aydınlatma seviyelerinin güvenli sınırlar dahilinde tutulması için acil aydınlatma kiti veya bu kit ile donatılmış aydınlatma armatürleri kullanılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan kapalı otopark verileri, Bitlis Eren Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015. Vestel LED Aydınlatma, <http://ledyapi.com/katalog/vestel.pdf> (Erişim Tarihi:02.01.2020)
- Anonim, 2017. Philips Aydınlatma, http://www.alkankardesler.com/Assets/Documents/Philips_Aydinlatma_Nisan_2017_Fiyat_Listesi.pdf (Erişim tarihi: 02.01.2020)
- Balocco C, Volante G, 2019. A Method for Sustainable Lighting, Preventive Conservation, Energy Design and Technology Lighting a Historical Church Converted into a University Library, Sustainability, 11: 3145.
- Chueco F, Fernando F, Bobadilla M, 2015. Technical and Economic Evaluation of Fluorescent and LED Luminaires in Underground Mining, Energy and Buildings, 93: 16-22.
- Hong I, Byun J, Park S, 2012. Intelligent LED Lighting System with Route Prediction Algorithm for Parking Garage, The First International Conference on Intelligent Systems and Applications, pp:54-59.
- Kralikova R, Andrejiova M, Wessely E, 2015. Energy Saving Techniques and Strategies for Illumination in Industry, Procedia Engineering, 100 : 187 – 195.
- Kramer RA, 2007. Optimization of the Energy Efficiency of a Parking Garage, Energy Engineering 104 (6):23-38.
- LightSavers-LEDParkingLighting-Primer%20.pdf (Erişim Tarihi :03.01.2020)
- Perdahçı C, 2018. Metal İşleme Tesis Aydınlatmasında Led Lamba Ve Floresan Lamba Karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 30 (3), 105-113.
- Onaygil S, 2013. Aydınlatmada Enerji Verimliliği: LED Teknolojisi, Elektrik Mühendisliği Dergisi, 46:29-31.
- Uyanık M, Sarıbaş N, 2003. Aydınlatmada Enerji Verimliliği ve Balast İlişkisi, II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, Diyarbakır.
- Yılmaz E, Şahin İ, Kocadağ N, 2019. LED Işık Kaynaklı, Enerji Tasarruflu ve Yüksek Verimli Ofis Aydınlatma Armatürü Tasarımı. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD), 5 (2):138-150.
- Yılmaz, E. 2018. Aydınlatma Uygulamaları, Özel Ofset Matbaa Ltd. Şti., ISBN (978-605-81266-0-2), Ankara.