

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE AYDINLATMA UYGULAMALARI

Tuba BOSTANCI BASKAN

Türk Philips Tic. A.Ş.
Saray mah. Dr.Adnan Büyükdeniz Cad.
No:13, Ümraniye, İstanbul.
Tel: 0-216-636 18 62
Faks: 0-216-636 18 35
e-mail: tuba.baskan@philips.com

ÖZET

Endüstriyel tesisler, farklı işlemlere sahip alanları içeren çalışma ortamlarıdır. Farklı işlemlere göre, farklı görsel gereksinimlere sahip olan bu hacimlerde, görsel konforun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Dünyada ve ülkemizde, aydınlatmada harcanan enerjinin büyüklüğü nedeniyle, uzun süreli ve gün boyu kullanılan hacimlerde, optimum enerji kullanımı önem verilmesi gereken bir konudur. Bu bildiriye, farklı işlemlere sahip endüstriyel tesislerde, mevcut geleneksel aydınlatma ile, önerilen LED'li aydınlatma sistemleri, nicelik, nitelik ve optimum enerji kullanımı yönlerinden incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Aydınlatma, sağlıklı çalışma ortamları oluşturulmasında önemli rol oynar. Nicelik ve nitelik yönünden yetersiz aydınlatma, çalışanların göz sağlığı, iş verimi, motivasyon vb. yönlerden olumsuz etkilenmelerine yol açabilir. Bu da, iş veriminin azalması, iş kazaları, hatalı üretim vb. durumlara neden olabilir.

Çalışma ortamlarında, aydınlatmanın, nicelik ve nitelik yönünden gerekli koşulları sağlamanın yanı sıra, uygun enerji kullanımı da önemli bir etmendir. Ülkemizde, yapma aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi, tüketilen tüm elektrik enerjisi içinde, büyük bir oranı kapsamaktadır. Özellikle, gün boyunca kullanılan yapılarda, görsel konfordan ödün vermeden sağlanan uygun enerji kullanımı ile büyük oranda enerji tasarrufu elde edileceği açıktır.

Bu bildiriye, farklı işlemlere sahip endüstriyel tesislerde, mevcut geleneksel aydınlatma ile, önerilen LED'li aydınlatma sistemleri, nicelik, nitelik ve optimum enerji kullanımı yönlerinden incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

2. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE AYDINLATMA

İnsanın, dış dünya, uzak ve yakın çevre ile olan ilişkisinde, %95 gibi büyük bir oranı kapsayan, en önemli algılama biçimi, görsel algılamadır. Görsel konfor, farklı işlemlere sahip endüstriyel tesislerde, aydınlatma tekniği yönünden, iyi görme koşullarını sağlayacak düzenlerin oluşturulması ile olanaklıdır. Tekniğine ve hacmin işlevine uygun bir aydınlatma düzeni ile, hacmin kolayca algılanabilmesi ve rahat bir çalışma ortamı sağlanabilir. Böylece, kişilerin dikkatinin dağılmaması, daha etkin ve hızlı çalışarak iş veriminin artması, kişilerin isteyerek ve seyerek çalışabilmeleri ve iş güvenliğinin sağlanması gibi sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca, görme eylemini uzun süre sürdürmekten kaynaklanabilecek, gözde yanma, ağrı, baş ağrısı vb. rahatsızlıklar önlenebilir.

Görsel algılamanın eksiksiz bir biçimde gerçekleştirilmesinde yani, iyi görme koşullarının sağlanmasında rol oynayan görsel konfor etkenleri,

- aydınlığın niceliği,
- aydınlığın niteliği,

- çevrede yer alan yüzey özellikleri,
- ışıklılık (parıltı),
- kamaşma

olarak sıralanabilir.

Bir endüstriyel tesis, günışığı ile doğru bir biçimde aydınlatılmış olsa bile, kapalı hava koşullarında, kış aylarında, kimi zaman tüm gün, kimi zaman ise, günün erken ve geç saatlerinde ve akşam vardiyalarında, yapma aydınlatmaya gereksinim vardır. Yapma aydınlatma tasarımında amaç; aydınlığın niceliği ve niteliği yönünden gerekli koşulları sağlayacak, etkin enerji (uygun enerji) kullanımlı, uzun ömürlü (dayanıklı) ve en az bakım gerektiren düzenleri oluşturmaktır. Bu amaçla,

- lamba (ışık kaynağı) seçimi,
- aydınlatma armatürü (aygıtı) seçimi,
- aydınlatma düzeni,

tasarımı gerçekleştirmede en önemli etkenlerdir.

Yapma aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi, tüketilen tüm elektrik enerjisi içinde en büyük oranı kapsamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, OECD'ye üye ülkeler arasında yapılan bir araştırmada, aydınlatma için, toplam elektrik enerjisi tüketiminin %9-18'i arasında enerji harcanmaktadır. Harcanan bu enerjinin %15-40'ı ise, kamu yapılarında kullanılmaktadır.

Türkiye'de ise, değişik işlevlere sahip yapılar için, aydınlatmada kullanılan enerji tüketimi, toplam elektrik enerjisinin %20-40'ı arasında değişmektedir (EİEİ, 2000).

3. ÖRNEK UYGULAMA PROJELERİ

İç çalışma ortamlarında aydınlatma gereksinimlerini belirlemek amacıyla, 2002 yılında Avrupa Standartlar Komitesi (CEN) tarafından onaylanan EN 12464-1 Avrupa Standardından yararlanılabilir. Bu standartta, farklı işlevlere sahip iç çalışma ortamlarında (ofis, endüstriyel tesis, okul, sağlık yapıları

vb.) sağlanması gereken aydınlık düzeyi, kamaşma indeksi (UGR) ve ışığın renksel özellikleri yönleri belirtilmektedir.

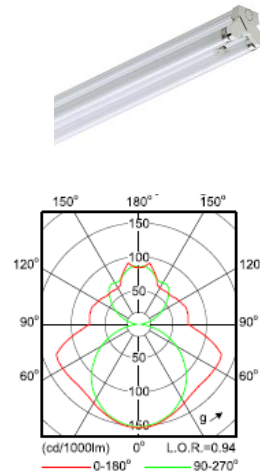
Bu bildiriye, örnekleme amacıyla, üç farklı işleve sahip endüstriyel alanda, mevcut geleneksel aydınlatma ile yeni önerilen LED aydınlatma sistemleri, EN 12464-1'de belirtilen kriterler ve enerji kullanımı açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

3.1. Otomotiv Tesisi Aydınlatma Uygulaması

Otomotiv endüstrisinde, üretim bantları, boyama kabinleri, kalite kontrol üniteleri vb. bölümler yer almaktadır.

Bir bölümünde örnek hesap yapılan üretim hacminin boyutları, 5 m. x 10 m. olup, yüksekliği 5 m.dir. Hacmin iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları, tavan: 0.50, duvarlar: 0.30, döşeme: 0.10 olarak alınmıştır.

Belirlenen hacimde, mevcut aydınlatma düzeninde 2x58W TL-D çizgisel flüoresan lambalı armatürler, iki sıra halinde ucuca yerleştirilmiştir (Bkz. Şekil 1 ve 2).

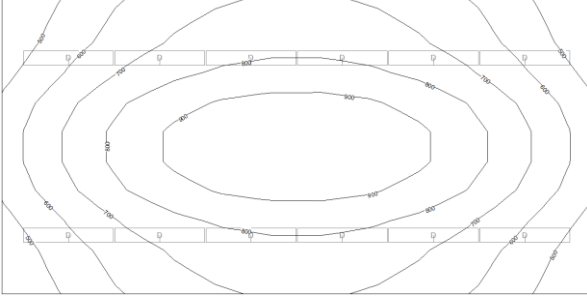


Şekil 1 : Geleneksel tip armatür ve ışık dağılım diyagramı

Mevcut aydınlatma düzeni, hacim içinde gerekli aydınlığı sağlamasına ($E_{ort}=997$ lux) karşın, mevcut armatürün ışık dağılım özelliği ile çalışma düzlemi dışındaki alanları da

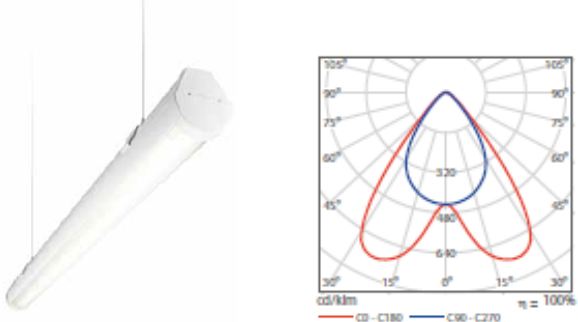
aydınlatması nedeniyle, kamaşma kontrolü yönünden olumsuzdur. Bu düzende, hacmin kamaşma indeksi, $UGR=24$ 'tür. Hacimdeki aydınlık dağılımı, Şekil 2'de verilmiştir.

Ayrıca, mevcut aydınlatma düzeninde toplam harcanan güç, 1320 W'tır.

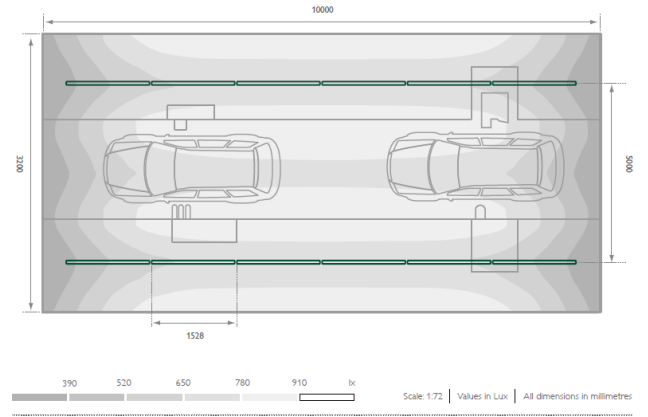


Şekil 2: Geleneksel düzende aydınlık düzeyi dağılımı

Otomotiv tesisi için önerilen LED'li sistemde, Şekil 3'te belirtilen sarkıt çizgisel armatürler kullanılmıştır. Çalışma düzlemi üzerinde sağlanan aydınlık düzeyi, $E_{ort}=831$ lux olup, seçilen armatürün ışık dağılımı sayesinde, araçların düşey yüzeylerinde de gerekli aydınlığın sağlanması olanaklı olmakta ve aydınlığın boşa harcanması önlenmiş olmaktadır. (Bkz. Şekil 4). Bu düzende hacmin kamaşma indeksi, $UGR=18$ 'dir.



Şekil 3 : LED'li tip armatür ve ışık dağılım diyagramı



Şekil 4 : LED'li düzende aydınlık düzeyi dağılımı

Otomotiv tesisinde yer alan hacmin mevcut ve önerilen aydınlatma düzenleri, EN 12464-1'de yer alan görsel konfor kriterleri ve enerji harcaması yönlerinden, Tablo 1'de karşılaştırılmıştır. Buna göre, görsel konfor kriterleri yönünden, önerilen LED'li aydınlatma düzeninin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Enerji harcaması yönünden de, yeni düzen, %52 oranında enerji tasarrufu sağlamaktadır.

	E_{ort} (lux)	UGR	R_a (CRI)	Toplam güç (W)	Enerji tüketimi ($W/m^2/100$ lux)
EN 12464-1 kriterleri	>750	< 22	>80		
Mevcut aydınlatma	997	24	80	1320	3,05
Önerilen aydınlatma	831	18	80	636	1,83

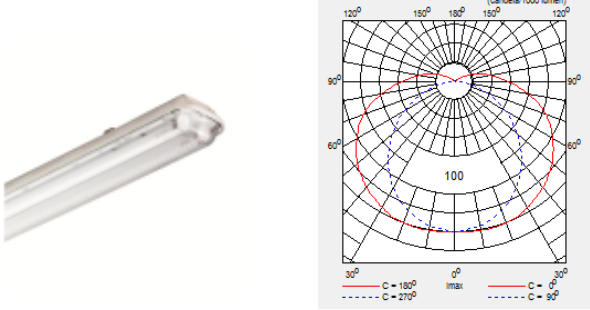
Tablo 1 : Otomotiv tesisinde mevcut aydınlatma düzeni ile önerilen aydınlatma düzeninin karşılaştırılması

3.2. Gıda Tesisi Aydınlatma Uygulaması

Gıda endüstrisinde, sağlıklı gıda üretimi açısından hijyenin önemi büyüktür. Aydınlatma tasarımında seçilen armatürün fiziksel özellikleri, gıda üretimi sırasında hijyenik ortamların oluşturulmasında etkindir.

Hesap yapılan hacmin boyutları, 20 m. x 30 m. olup, yüksekliği 4 m.dir. Hacmin iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları, tavan: 0.50, duvarlar: 0.30, döşeme: 0.10 olarak alınmıştır.

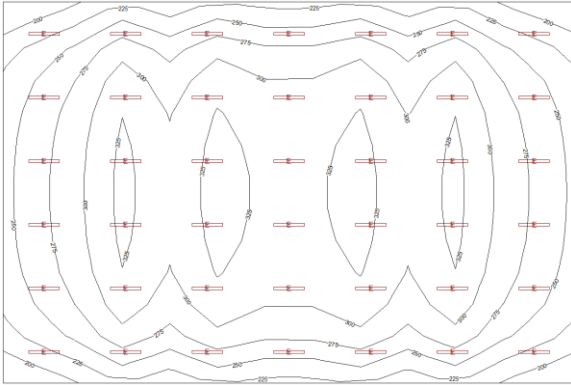
Mevcut aydınlatma düzeninde, 2x58W TL-D çizgisel flüoresan lambalı armatürler, genel aydınlatmayı sağlayacak biçimde, aydınlatma tekniğine uygun olarak yerleştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5).



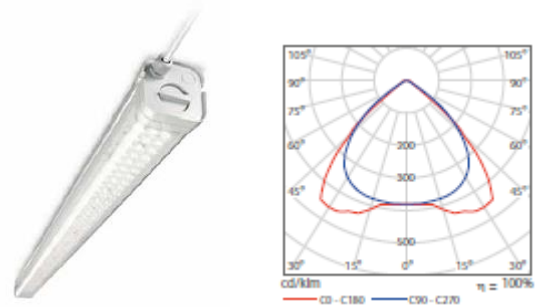
Şekil 5 : Geleneksel tip armatür ve ışık dağılım diyagramı

Mevcut aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan aydınlık düzeyi $E_{ort}=309$ lux olup, hacmin kamaşma indeksi, UGR=26 olarak hesaplanmıştır. Hacimdeki aydınlık düzeyi dağılımı, Şekil 6'da verilmiştir.

Ayrıca, mevcut aydınlatma düzeninde toplam harcanan güç, 4400 W'tır.

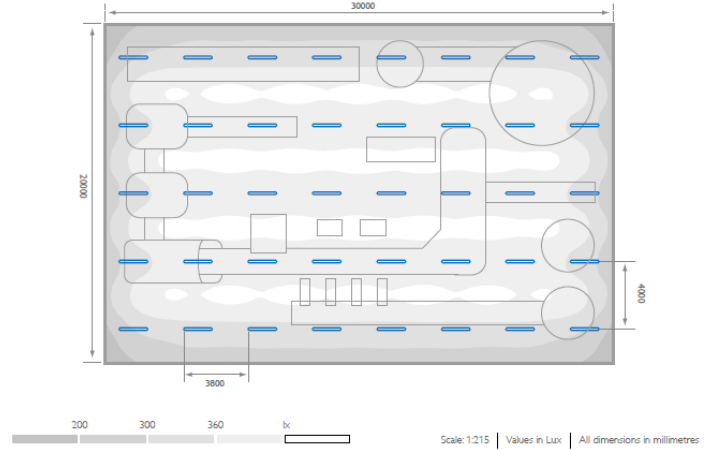


Şekil 6: Geleneksel düzende aydınlık düzeyi dağılımı



Şekil 7 : LED'li tip armatür ve ışık dağılım diyagramı

Gıda tesisi için önerilen LED'li sistemde, Şekil 7'de belirtilen polikarbonat kapaklı (IP 66), çizgisel armatürler kullanılmıştır. Çalışma düzlemi üzerinde sağlanan aydınlık düzeyi, $E_{ort}=367$ lux olup, seçilen armatürün geniş açılı ışık dağılımı sayesinde, armatür aralıkları, çalışma düzlemi üzerinde düzgün yayılmış bir aydınlık oluşturacak biçimde açılabilmiştir. (Bkz. Şekil 8). Seçilen bu armatürün koruma sınıfı yüksek olduğundan ve LED'li olduğundan, lamba kırılması ve gıdalara karışması durumu söz konusu değildir. Bu düzende hacmin kamaşma indeksi, UGR=20'dir.



Şekil 8 : LED'li düzende aydınlık düzeyi dağılımı

Gıda tesisinde yer alan hacmin mevcut ve önerilen aydınlatma düzenleri, EN 12464-1'de yer alan görsel konfor kriterleri ve enerji harcaması yönlerinden, Tablo 2'de karşılaştırılmıştır. Buna göre, önerilen LED'li aydınlatma düzeninin, görsel konfor kriterleri yönünden, daha iyi sonuçlar verdiği ve enerji harcaması yönünden de %42 oranında enerji tasarrufu sağladığı belirlenmiştir.

	E_{ort} (lux)	UGR	R_a (CRI)	Toplam güç (W)	Enerji tüketimi ($W/m^2/100$ lux)
EN 12464-1 kriterleri	>300	< 25	>80		
Mevcut aydınlatma	309	26	80	4400	2,37
Önerilen aydınlatma	367	20	80	2560	1,16

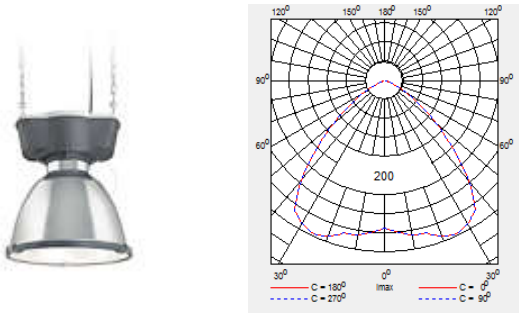
Tablo 2 : Gıda tesisinde mevcut aydınlatma düzeni ile önerilen aydınlatma düzeninin karşılaştırılması

3.3. Lojistik Alanı Aydınlatma Uygulaması

Lojistik alanları, farklı işlemlere sahip de olsa, hemen hemen her endüstriyel tesiste bulunan alanlardır. Genellikle yüksek tavanlı olan bu hacimlerde, güçlü ve noktasal armatürlerin kullanılması tercih edilmektedir.

Hesap yapılan hacmin boyutları, 60 m. x 30 m. olup, yüksekliği 12 m.dir. Hacmin iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları, tavan: 0.50, duvarlar: 0.30, döşeme: 0.10 olarak alınmıştır.

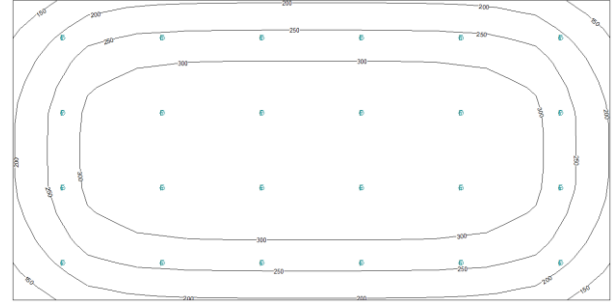
Mevcut aydınlatma düzeninde, 400W HPI-T metal halide lambalı armatürler, kullanılmıştır. (Bkz. Şekil 9).



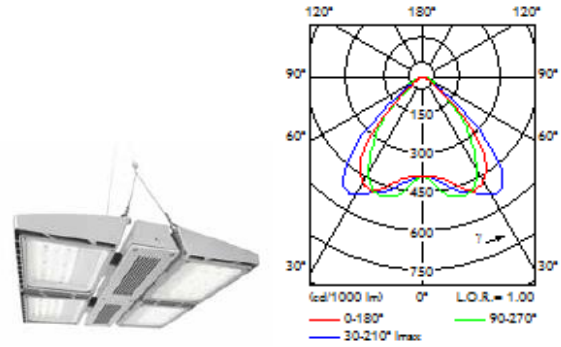
Şekil 9 : Geleneksel tip armatür ve ışık dağılım diyagramı

Mevcut aydınlatma düzeninde, çalışma düzlemi üzerinde sağlanan aydınlık düzeyi $E_{ort}=226$ lux olup, hacmin kamaşma indeksi, UGR=21 olarak hesaplanmıştır. Hacimdeki aydınlık düzeyi dağılımı, Şekil 10'da verilmiştir.

Mevcut aydınlatma düzeninde toplam harcanan güç, 10272 W'tır.

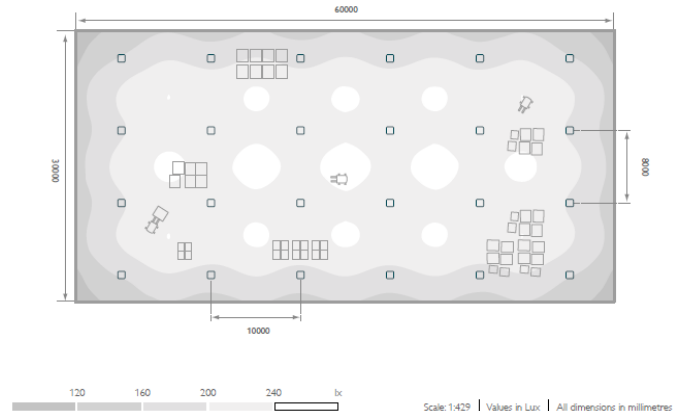


Şekil 10: Geleneksel düzende aydınlık düzeyi dağılımı



Şekil 11 : LED'li tip armatür ve ışık dağılım diyagramı

Lojistik alanı için önerilen LED'li sistemde, yüksek tavanlı hacimlere uygun, noktasal armatürler tercih edilmiştir. Çalışma düzlemi üzerinde sağlanan aydınlık düzeyi, $E_{ort}=209$ lux olup, armatürler, çalışma düzlemi üzerinde düzgün yayılmış bir aydınlık oluşturacak biçimde yerleştirilmiştir. (Bkz. Şekil 12). Bu düzende hacmin kamaşma indeksi, geleneksel sisteme benzer biçimde, UGR=21 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 12 : LED’li düzende aydınlık düzeyi dağılımı

Lojistik alanı örneğinde, hacmin mevcut ve önerilen aydınlatma düzenleri, EN 12464-1’de yer alan görsel konfor kriterleri ve enerji harcaması yönlerinden, Tablo 3’te karşılaştırılmıştır. Buna göre, önerilen LED’li aydınlatma düzeninin, ışığın renksel özellikleri yönünden, daha iyi sonuç verdiği ve enerji harcaması yönünden de %36 oranında enerji tasarrufu sağladığı belirlenmiştir.

	E_{ort} (lux)	UGR	R_a (CRI)	Toplam güç (W)	Enerji tüketimi ($W/m^2/100$ lux)
EN 12464-1 kriterleri	>200	<25	>70		
Mevcut aydınlatma	226	21	70	10272	2,53
Önerilen aydınlatma	209	21	80	6600	1,75

Tablo 3 : Lojistik alanında mevcut aydınlatma düzeni ile önerilen aydınlatma düzeninin karşılaştırılması

4. SONUÇ

Endüstriyel tesislerde aydınlatma, gün boyu kullanılan hacimler olarak, hem üretimin doğru, hatasız olması, hem de çalışanların göz sağlığı, iş verimi, motivasyonunun sağlanması vb. yönlerden önem taşır. Görsel konforun sağlanmasının yanı sıra, aydınlatma düzeninde kullanılan armatürlerin de endüstriyel tesisin işlevine uygun koruma sınıfına sahip olması gerekir.

Bununla beraber, endüstriyel tesisler gibi gün boyu kullanılan yapılarda, aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisi oranı dikkate alındığında, aydınlatma tasarımlarında uygun enerji kullanımının önemi de yadsınamaz bir gerçektir.

Bu bildiriye, farklı işlevlere sahip endüstriyel tesislerde, mevcut geleneksel aydınlatma ile, önerilen LED’li aydınlatma sistemleri, nicelik, nitelik ve optimum enerji kullanımı yönlerinden incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, LED’li aydınlatma düzenlerinin hem görsel konfor koşulları, hem de optimum enerji kullanımı yönlerinden, geleneksel sistemlere göre daha uygun olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Anon, Creating Better Workspaces, Philips Lighting, 2014.
2. Anon, Philips Lighting Manual, 5. Edition, Netherlands, 1993.
3. Anon, EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor workplaces, Belgium, 2002.
4. Anon., CIE Guide For Interior Lighting, Second Edition, Austria, 1986.
5. Anon., IES Lighting Handbook, Application Volume, 1987.
6. Anon., IES Lighting Handbook, 8th Edition, Illuminating Engineering Society, New York, 1993.
7. Anon., CIBSE Code For Interior Lighting, London, 1994.
8. M. Şerefhanoglu, Yapı İçi Aydınlatmasında Enerjinin Optimum Kullanımı, Y.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1972.