

Aydınlatma Hesabı

Lighting Account

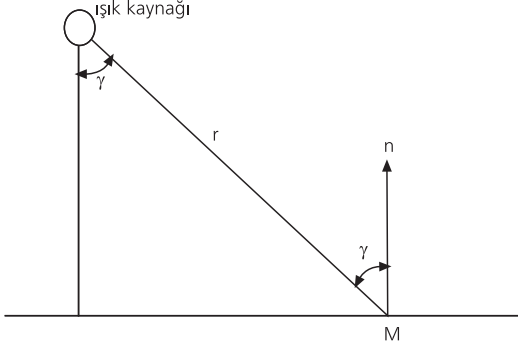
Noktasal aydınlatma hesabı:

Noktasal yatay aydınlık düzeyi hesabı: γ doğrultusundaki bir ışının ışık kaynağından r uzaklığındaki bir M noktasında oluşturduğu yatay aydınlık düzeyi (E_γ),

$$E_\gamma = \frac{I_\gamma}{r^2} \cdot \cos \gamma$$

denklemleri ile hesaplanır. Burada,
 I_γ : γ doğrultusundaki ışık şiddeti (cd)
 γ : M noktasına gelen ışın ile yüzeyin normali arasındaki açı
 r : Işık kaynağı ile M noktası arasındaki uzaklık (m) dir.

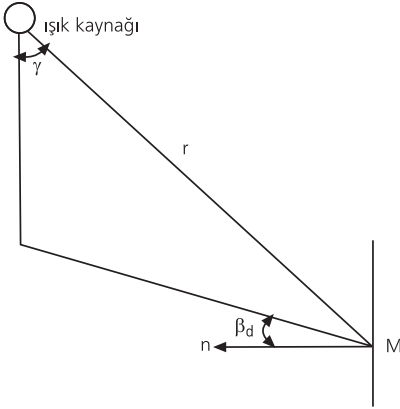
$$E_\gamma = \frac{I_\gamma}{r^2} \cdot \cos \gamma$$



Noktasal dikey aydınlık düzeyi hesabı: γ doğrultusundaki bir ışının bir M noktasında oluşturduğu dikey aydınlık düzeyi (E_d),

$$E_d = \frac{I_\gamma}{r^2} \cdot \sin \gamma \cdot \cos \beta_d$$

denklemleri ile hesaplanır.
 Burada β_d : M noktasına gelen ışının dikey düzlemi ile yüzeyin normali arasındaki açıdır.



TS EN 12464 e göre Aydınlatma Kalite Kriterleri:

İç mekanların aydınlatılmasında sağlanması gereken aydınlatma kalite kriterleri TS EN 12464' de belirtilmektedir. Örnek olarak ofis hacimlerinde sağlanması gereken aydınlatma kalite kriterleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Burada E_0 ortalama aydınlık düzeyi, UGR_L kamaşma sınırlama katsayısı, R_a renksel geriverim endeksidir.

3	Offices				
Ref. No.	Type of interior, task or activity	E_m lx	UGR_L	R_a	Remarks
3.1	Filing, copying, etc	300	19	80	
3.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19	80	DSE-work:see 4.11
3.3	Technical drawing	750	16	80	
3.4	CAD work stations	500	19	80	DSE-work:see 4.11
3.5	Conference and meeting rooms	500	19	80	Lighting should be controllable
3.6	Reception desk	300	22	80	
3.7	Archives	200	25	80	

Aydınlatma Hesabı

Lighting Account

Aynı standartta yukarıda belirtilen kalite kriterlerinin yanı sıra, hacim içerisinde çalışma alanı ve çevresindeki aydınlatma değerlerine bağlı olarak ortalama düzgünlük değerlerinin de sağlanması istenmektedir. Bu değerler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Task Illuminance lx	Illuminance of immediate surrounding areas lx
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E _{task}
Uniformity : ≥ 0.7	Uniformity : ≥ 0.5

İç Aydınlatmada Ortalama Aydınlık Düzeyi

İç aydınlatma mekanlarında genel aydınlatma hesabı kullanım faktörü yöntemi ile yapılır. Bu yöntemde "ışık akısı ya da verim yöntemi" de denir.

Öncelikle aydınlatma hesabı yapılacak olan mekan için standartlarda (TS EN 12464) önerilen ortalama aydınlık düzeyi (E₀) değeri ilgili tablodan belirlenir. Daha sonra mekanın geometrik boyutlarına bağlı olarak k oda endeksi hesaplanır. k:oda endeksi

$$k = \frac{a \times b}{(a+b)h}$$

a: odanın eni (m)

b: odanın uzunluğu (m)

H: odanın yüksekliği (m)

h: armatürün çalışma düzleminin yüksekliği (m)

h_{çd}: çalışma düzleminin döşemeden yüksekliği (m)

l_a: askı boyu (m)

h= H – h_{çd} - l_a

Mekanın tavan, duvar ve çalışma düzleminin yüzey renklerine bağlı olarak yansıtma faktörü değerleri belirlenir.

Tavanın ortalama yansıtma faktörü (pt)	The average reflectance factor of the ceiling (pt)	Duvarın ortalama yansıtma faktörü (pd)	The average reflectance factor of the wall (pd)	Çalışma düzleminin ortalama yansıtma faktörü (pçd)	The average reflectance factor of the work plane (pçd)
%80	Çok beyaz / Very white	%70	Açık renkli / Light colored	%20	Koyu renkli / Dark colored
%70	Kirli beyaz / Off-white	%50	Koyu renkli / Dark colored		
%50	Açık renkli / Light colored	%30	Çok koyu renkli / Very dark colored		

Aydınlatma tesisatında kullanılacak armatüre ait verim tablosundan oda endeksi ile tavanın, duvarın ve çalışma düzleminin yansıtma faktörüne bağlı olarak kullanma faktörü (η) değeri okunur.

Mekan içerisinde istenen E₀ ortalama aydınlık düzeyinin sağlanması için, kullanılacak lambaların vermesi gereken toplam ışık akısı hesaplanır.

$$\Phi_o = \frac{E_o \times a \times b}{\eta \times m}$$

In the same standard, as well as the quality criteria mentioned above, the establishment of average uniformity values in the space in relation to the illuminance

level values on the work space and its surroundings is also requested. These values are given in the following table.

For interior lighting spaces, the general lighting calculation is performed according to the utilization factor method. This method is also referred to as the "luminous flux or efficiency method".

Primarily, for the space for which the lighting calculations are to be performed, the average illuminance level (E₀) proposed in the standards (TS EN 12464) is determined from the respective tables.

Then, depending on the geometrical dimensions of the space, the room index k is calculated.

$$k = \frac{a \times b}{(a+b)h}$$

a: room width (m)

b: room length (m)

H: room height (m)

h: height of the luminaire from the work plane (m)

h_{wp}: height of the workplane from the floor (m)

l_s: suspension length (m)

h= H – h_{wp} - l_s

Reflectance factor values of the space are determined depending on the surface colors of the ceiling, walls and work plane.

The value of the utilization factor (η) is determined according to the room index and the reflectance factors of the ceilings, walls and work plane from the efficiency table of the luminaire to be used in the lighting installation. The total necessary luminous flux from the chosen lamps is calculated in order to maintain the desired average illuminance level E₀ in the space.

$$\Phi_o = \frac{E_o \times a \times b}{\eta \times m}$$

Armatür Hesaplama

Calculation Luminaires

m: bakım faktörü
 E_o : ortalama aydınlık düzeyi (lux)
 Φ_o : hacimde kullanılan lambaların toplam ışık akısı (lm)
 Φ_1 : hacimde kullanılan armatürdeki lamba/lambaların ışık akısı (lm)

Daha sonra mekanın aydınlatılması için gereken toplam armatür sayısı belirlenir.

N: armatür sayısı

$$N = \frac{\Phi_o}{\Phi_1}$$

Son olarak da hacim içerisinde N adet armatür kullanıldığında gerekli ortalama aydınlık düzeyinin sağlanıp sağlanmadığı hesap yoluyla kontrol edilir.

$$E_{on} = \frac{\Phi_1 \times N \times \eta \times m}{a \times b}$$

Armatür Sayısının Hesaplanması

6 m genişliğinde, 10 m uzunluğunda, 2.75 m yüksekliğinde, yansıtma çarpanları tavan, duvar ve zemin için sırasıyla 0.7, 0.5 ve 0.2 olan örnek ofis hacmi için 4x18W gücünde 60 cm x 60 cm boyutlarında çift parabolik lamelli sıva altı ofis armatürlerinin kullanılması durumunda 0.85 m yüksekliğindeki çalışma düzleminde 500 lx ortalama aydınlık düzeyi elde edebilmek için gerekli armatür sayısının belirlenmesi aşağıda detaylı olarak verilmiştir (bakım faktörü m=0.8 olarak alınmıştır).

m: maintenance factor
 E_o : average illuminance level (lux)
 Φ_o : total luminous flux of the lamps used in the space (lm)
 Φ_1 : luminous flux of the lamp/s inside the luminaire used in the space (lm)

Next, the total number of luminaires required to illuminate the space is determined.

$$N: \text{Number of luminaires} \quad N = \frac{\Phi_o}{\Phi_1}$$

Finally, the control of whether or not the required average illuminance level is provided through the use of N luminaires in the space is performed through calculations.

$$E_{on} = \frac{\Phi_1 \times N \times \eta \times m}{a \times b}$$

Calculation of the Number of Luminaires

Determination of the required number of luminaires in order to obtain an average illuminance level of 500 lx on the work plane of 0.85 m height, in the case of using 60 cm x 60 cm sized, 4x18W flush mounted office luminaires with double parabolic louvers in a sample office volume that is 6 m wide, 10 m long, 2.75 m in high with reflectance factors for ceiling, walls and floor, respectively 0.7, 0.5 and 0.2, is given in detail below (maintenance factor taken as m = 0.8).

Pelsan 4x18W tüp flüoresan lambalı armatüre ait kullanım faktörü tablosu

The utilization factor table for Pelsan 4x18W fluorescent lamp luminaire.

Oda Endeksik room indexk	Yüzey Yansıtma Çarpanları (Tavan / Duvar / Zemin) (%) Surface Reflectance Factors (Ceiling / Wall / Floor)								
	80	80	80	70	70	70	50	50	50
	70	50	30	70	50	30	70	50	30
	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.6	0.43	0.36	0.33	0.42	0.36	0.32	0.41	0.35	0.32
0.8	0.49	0.43	0.39	0.48	0.42	0.39	0.46	0.42	0.38
1	0.53	0.48	0.44	0.52	0.47	0.44	0.5	0.46	0.43
1.25	0.57	0.52	0.49	0.56	0.51	0.48	0.54	0.5	0.47
1.5	0.59	0.55	0.52	0.58	0.54	0.51	0.56	0.53	0.5
2	0.62	0.59	0.56	0.61	0.58	0.55	0.59	0.56	0.54
2.5	0.64	0.6	0.58	0.62	0.59	0.57	0.6	0.57	0.56
3	0.65	0.62	0.6	0.63	0.61	0.59	0.61	0.59	0.57
4	0.66	0.64	0.62	0.65	0.63	0.61	0.62	0.61	0.59
5	0.67	0.65	0.64	0.66	0.64	0.63	0.63	0.62	0.6

$$h = H - h_{wp} = 2.75 - 0.85 = 1.9 \text{ m}$$

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a+b)} = \frac{6 \times 10}{1.9 \times (9+10)} = 1.97$$

Fork = 1.5 için $\eta = 0.54$
 Fork = 2.0 için $\eta = 0.58$

Fork = 1.97 için $\eta = 0.578$ olarak hesaplanır.
 is calculated as 0.578

$$\Phi_o = \frac{500 \times 6 \times 10}{0.578 \times 0.8} = 64878.9 \text{ lm}$$

$$N = \frac{\Phi_o}{\Phi_{lamba}} = \frac{64878.9}{4 \times 1300} = 12.4 \approx 12 \text{ adet armatür.}$$

$$E_{on} = \frac{12 \times 4 \times 1300 \times 0.578 \times 0.8}{6 \times 10} = 480.9 \text{ lx} \pm \%5' \text{e göre uygundur.}$$

480.9 lx acceptable for $\pm \%5$

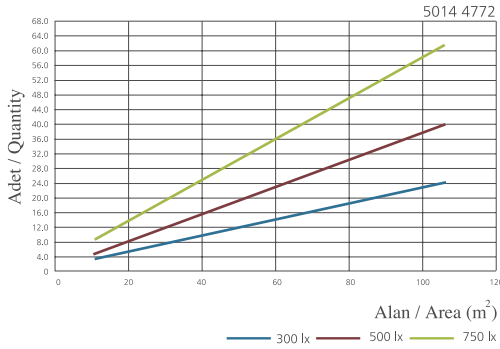
Armatür Hesaplama

Calculation Luminaires

Aydınlatma Hesap Çizelgesi Yardımı ile Armatür Sayısının Belirlenmesi

Aydınlatma hesap çizelgesi ilgili armatürün kullanılacağı hacmin büyüklüğüne ve sağlanması istenilen aydınlık düzeylerine göre toplam armatür sayıları hakkında bilgi vermektedir. Bu çizelgeler yardımı ile sağlanması istenilen aydınlık düzeyi için gerekli armatür sayısı kolayca belirlenebilmektedir. Çizelgeler oluşturulurken, genel kullanım düşünülerek oda yüksekliği 2.75 m olarak kabul edilmiştir. Oda geometrilerinin de dikdörtgen olduğu kabulü ile çizelgeler, toplam alanı 20 ile 200 m² arasında değişen değerler için klasik bir ofis hacminde sıklıkla karşılaşılan yansıtma çarpanlarının tavan, duvar ve zemin için sırasıyla 0.7, 0.5 ve 0.2 olması durumu için oluşturulmuştur. Hesaplamalarda bakım faktörü 0.8 alınmıştır.

Aşağıdaki çizelge, 20 ile 200 m² arasında değişen alanlar için klasik bir ofis hacminde Pelsan 4x18W gücünde 60 cm x 60 cm boyutlarında çift parabolik lamelli sıva altı ofis armatürü kullanılması durumunda 300 lx, 500 lx ve 750 lx ortalama aydınlık düzeyinin elde edilmesi amacıyla gerekli armatür sayılarının belirlenebilmesi için oluşturulmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi 60 m²'lik hacimde 500 lx ortalama aydınlık düzeyini elde etmek için 12 adet 4x18W gücünde tüp flüoresan armatür kullanılması gerekmektedir.



4x18W Çift Parabolik Lamelli Sıvaaltı Tüp Flüoresan Armatüre ait örnek çizelge
Sample chart for 4x18W recessed double parabolic luminaire

Determination of Number of Luminaires With the help of Lighting Spreadsheet

The lighting spreadsheet provides information on the the total number of luminaires according to the size of the space where the luminaire is to be used and the desired illuminance level. With the help of these spreadsheets, the number of luminaires for maintaining the desired illuminance level can be easily determined. In the preparation of the spreadsheets, room height has been considered as 2.75 m considering general use. Assuming that the rooms have rectangular geometries, the spreadsheets have been created for total area values ranging from 20 to 200 m² and for conventional reflectance factors for a classical office space as 0.7, 0.5 and 0.2 for the ceiling, wall and floor, respectively. The maintenance factor has been taken as 0.8 in the calculations.

The following chart has been prepared in order to determine the number of required luminaires for areas ranging from 20 to 200 m², in a conventional office space, in case of using the Pelsan 4x18W, 60 cm x 60 cm sized flush mounted office luminaire with double parabolic louvers to obtain 300 lx, 500 lx, and 750 lx average illuminance levels. As can be seen from the chart, 12 units of 4x18W fluorescent tube luminaires should be used in order to obtain the average illuminance level of 500 lx in a 60 m² space.

Yol Aydınlatma Hesapları

Road Lighting Calculations

Yol aydınlatma düzenekleri

- Soldan tek taraflı düzenek
- Sağdan tek taraflı düzenek
- Karşılıklı düzenek
- Kaydırılmış düzenek
- Refüjden çift konsollu düzenek
- Refüjden çift konsollu karşılıklı düzenek
- Refüjden çift konsollu kaydırılmış düzenek
- Enine askı düzeni
- Refüjde boyuna askı düzeni

Yol Aydınlatması Hesapları

Yol aydınlatması hesapları genelde "noktasal aydınlatma hesabı yöntemi"ne göre gerçekleştirilmektedir.

Yol sınıfları

Yol yüzeylerinin yansıtma özellikleri, ya q (β , γ) parlı faktörü veya r (β , γ) indirgenmiş parlı faktörü ile verilirler. Gerçekte parlı faktörü veya indirgenmiş parlı faktörü veya indirgenmiş parlı faktörü göz önüne alınan noktanın gözlemciye ve ışık kaynağına olan doğrultularına bağlıdır. Yol aydınlatmasında kullanılan yol sınıfları, ortalama parlı faktörleri ve S_1 , S_2 aynasal faktörleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Yol Sınıfı / Road Class	q_0	S_1	S_2
R1	0.10	0.25	1.53
R2	0.07	0.58	1.80
R3	0.07	1.11	2.38
R4	0.08	1.55	3.03
N1	0.10	0.18	1.30
N2	0.07	0.41	1.48
N3	0.07	0.88	1.98
N4	0.08	1.61	2.84
CI	0.10	0.24	-
CII	0.07	0.97	-

Road lighting arrangements

- Left hand single sided arrangement
- Right hand single sided arrangement
- Opposite arrangement
- Staggered arrangement
- Twin-bracket central arrangement
- Twin-bracket opposite arrangement
- Twin-bracket staggered arrangement
- Transverse catenary arrangement
- Axial median catenary arrangement

Road Lighting Calculations

Road lighting calculations are generally carried out according to "point lighting calculation method".

Road Classes

The reflection properties of the road surfaces are given with either q (β , γ) luminance coefficient or r (β , γ) reduced luminance coefficient. In fact, luminance coefficient or reduced luminance coefficient depends on the direction of the given points to the observer and to the light source. The road classes used in road lighting, average luminance coefficients and S_1 , S_2 specular factors are given in the table below.

Aydınlatılacak olan yolun yeni olması, yolun S_1 ve S_2 büyüklüklerini ölçebilecek laboratuvar koşullarının veya zamanın olmaması gibi durumlarda yol tipi, kullanılan malzemenin özelliğine bağlı olarak Tabloda verilen bilgilere dayandırılarak kabaca belirlenebilir. Bu yaklaşık bir sonuç olduğundan, en son başvurulması gereken bir yöntemdir. Tablo yardımıyla belirlenen yol sınıfına ait r-tablosu kullanılarak, yol aydınlatma hesaplamaları yapılabilir.

In a case such as the road to be illuminated being new, and the absence of time or necessary laboratory conditions to measure S_1 and S_2 values of the road, road type can be roughly determined depending on the nature of the materials used, based on the information given in the table below. Since this is an approximation, this method should be the last option to use. Road lighting calculations can be made with the help of the table, using the r-table of the determined road class.

Tablo: Yol yüzeylerinin kullanılan malzemeye göre sınıflandırılması
Table: Classification of the road surface according to the materials used

Yol Sınıfı / Road Glass	Malzemenin Yapısı / Nature of the material
R1 N1	Beton yol yüzeyleri, yapay parlaklığı %15 olan asfalt yol yüzeyleri, %80' i çok parlak taş parçacıklarından oluşan yol yüzeyleri. Concrete road surfaces, asphalt road surfaces with 15% artificial brightness, road surfaces that are 80% composed of very shiny stone particles.
R2 N2	Kaba yapılı ve normal ince çakıllı yol yüzeyleri , yapay parlaklığı %10-15 olan asfalt yüzeyler, çakıl bakımından zengin (%60) ve çakıl boyutunun 10mm' den fazla olduğu pürüzlü ve kaba asfalt yüzeyler. Coarse structured and normal road surfaces with fine gravel, asphalt surfaces with 10-15% artificial brightness, rough and coarse asphalt surfaces which are gravel-rich (>60%) and have gravels with their size over 10mm.
R3 N3	Koyu renkli çapı 10mm ve daha küçük boyutta çakıl içeren kaba yapılı asfalt yüzeyler kaba fakat parlak yol yüzeyleri Coarse structured asphalt surfaces containing dark-colored gravels with 10mm diameter and smaller, coarse but shiny road surfaces
R4 N4	Mastik asfalt, parlak ve oldukça düzgün yapılı yol yüzeyleri. Mastic asphalt, bright and fairly smooth structured road surfaces.

Yol Aydınlatma Hesapları

Road Lighting Calculations

Türkiye Şehir içi yolları ve aydınlatma sınıfları
Turkey domestic roads and lighting classes

Yol Tanımı / Road Description	Ayd. Sınıfı / Lighting Class
Şehir bağlantı ve çevre yolları (tek veya iki yönlü, kavşaklar ve bağlantı noktaları ile şehir geçişleri dahil) City link and peripheral roads (one-or two-way, including crossroads and linking points and city transitions) - Hız ≥ 90 km/h ; - Hız < 90 km/h ; - Speed ≥ 90 km/h ; - Speed < 90 km/h ;	M1 M2
Şehir içi ana güzergahlar (bulvarlar ve caddeler ; ring yolları ; dağıtıcı yollar) Innecity main routes (boulevards and streets; ring roads, distribution roads) - 50 km/h $\leq$ Hız < 90 km/h ; 3 km' den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı var ; - 50 km/h $\leq$ Hız < 90 km/h ; 3 km' den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı yok ; - Hız < 50 km/h ; - 50 km/h $\leq$ Speed < 90 km/h ; interchanges at intervals shorter than 3 km , there is a cloverleaf interchange ; - 50 km/h $\leq$ Speed < 90 km/h ; interchanges at intervals shorter than 3 km , no cloverleaf interchange ; - Speed < 50 km/h ;	M1 M2 M3
Şehir içi yollar (yerleşim alanlarına giriş çıkışın yapıldığı ana yollar ve bağlantı yolları) Inner City Roads (main roads used for entry to residential areas and link roads) - Hız ≥ 50 km/h ; 3 km' den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı var ; - Hız ≥ 50 km/h ; 3 km' den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı yok ; - Hız < 50 km/h ; 3 km' den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı var ; - Hız < 50 km/h ; 3 km' den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayrımı yok ; - Speed ≥ 50 km/h ; interchanges at intervals shorter than 3 km , there is a cloverleaf interchange ; - Speed ≥ 50 km/h ; interchanges at intervals shorter than 3 km , no cloverleaf interchange ; - Speed < 50 km/h ; interchanges at intervals shorter than 3 km , there is a cloverleaf interchange ; - Speed < 50 km/h ; interchanges at intervals shorter than 3 km , no cloverleaf interchange ;	M3 M4 M4 M5 M5
Yerleşim (ikametgah) bölgelerindeki yollar Roads in the settlement (residence) regions - 30 $\leq$ Hız < 50 km/h ; suç oranı yüksek; - 30 $\leq$ Hız < 50 km/h ; suç oranı normal; - Hız < 30 km/h ; suç oranı yüksek; - Hız < 30 km/h ; suç oranı normal; - 30 $\leq$ speed < 50 km/h ; crime rate is high; - 30 $\leq$ speed < 50 km/h ; crime rate is normal; - Speed < 30 km/h ; crime rate is high; - Speed < 30 km/h ; crime rate is normal;	M4 M5 M5 M6

Farklı aydınlatma sınıfları için sağlanması gereken aydınlatma kalite büyüklükleri
Lighting quality values to be provided for different lighting classes

Aydınlatma Sınıfı / Lighting Class	L_{ort} (cd/m ²)	U_0	U_1	TI (%)	SR
M1	≥ 2.0	≥ 0.4	≥ 0.7	≤ 10	≥ 0.5
M2	≥ 1.5	≥ 0.4	≥ 0.7	≤ 10	≥ 0.5
M3	≥ 1.0	≥ 0.4	≥ 0.5	≤ 15	≥ 0.5
M4	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.5	≤ 15	≥ 0.5
M5	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	≥ 0.5
M6	≥ 0.30	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	-

Burada;

L_0 : Yolun ortalama parlıtsı (cd/m)²

U_0 : Ortalama düzgünlük ($U_0=L_{min}/L_{ort}$)

U_1 : Boyuna düzgünlük ($U_1=L_{min}/L_{maks}$)

TI : Bağlı eğik artışı ($TI=\{\Delta L_k-\Delta L_e\}/\Delta L_e$).

SR: Çevreleme oranı

Here;

L_0 : Average road luminance (cd/m)²

U_0 : Average uniformity ($U_0=L_{mm}/L_{ort}$)

U_1 : longitudinal uniformity ($U_1=L_{min}/L_{maks}$)

TI : Relative threshold increment ($TI=\{\Delta L_k-\Delta L_e\}/\Delta L_e$).

SR: Surround ratio

Yol yüzeyinde aydınlatma hesabı yapılacak noktaların belirlenmesi

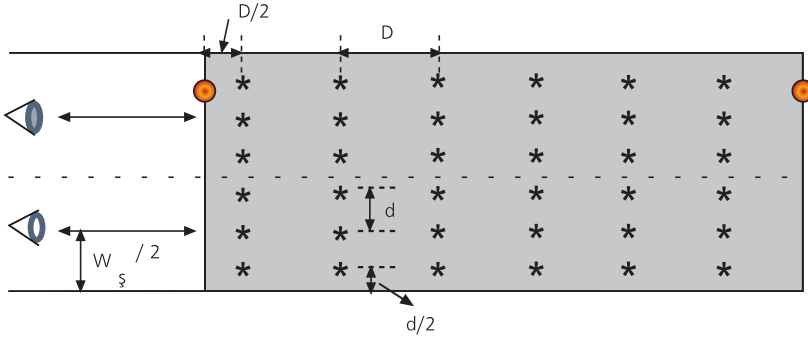
Öncelikle hesap alanının belirlenmesi gerekir. Yol aydınlatma hesaplarında hesap alanı iki direk arasında kalan bölümdür. Hesap alanındaki ilk armatürden 60 m geride ve her şeridin ortasında olacak şekilde gözlemci konumları belirlenir.

Determination of the points on the road surface for lighting calculations

Firstly, the calculation area should be determined. In road lighting calculations, calculation area is the section between two poles. The positions of the observer are determined at 60 m behind the first luminaire in the calculation area and in the middle of each lane.

Yol Aydınlatma Hesapları

Road Lighting Calculations



N: boyuna doğrultudaki hesap noktaları sayısı
 direkler arası mesafe; $s \leq 30$ m ise $N = 10$
 direkler arası mesafe; $s > 30$ m ise $D \geq 3$ m olacak şekilde N belirlenir.
 Her bir şeritte enine doğrultudaki hesap noktası sayısı = 3
 d: Enine doğrultuda hesap noktaları arasındaki mesafe ($w_s / 3$)

Burada;

s: direkler arası mesafe (m)
 w_s : şerit genişliği (m) dir.

Yol yüzeyindeki bir noktanın aydınlık düzeyinin hesaplanması

Bir noktanın yatay aydınlık düzeyi, katkıda bulunan bütün armatürlerin bu noktada oluşturdukları aydınlık düzeylerinin toplamına eşittir. Şekilde aydınlık düzeyi hesaplanacak yol yüzeyi üzerindeki P noktası gösterilmektedir.

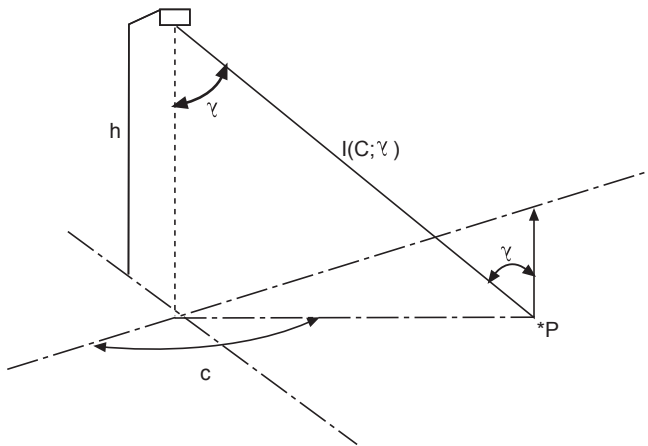
Number of calculation points in the longitudinal direction
 if the distance between poles; $s \leq 30$ m then $N = 10$
 if the distance between poles; $s > 30$ m then N is determined as $D \geq 3$ m.
 The number of calculation points in the transverse direction on each lane = 3
 d: distance between transversely oriented calculation points ($w_s / 3$)

Here;

s: distance between poles (m)
 w_s : lane width (m).

Calculation of the illuminance level of a point on the road surface

The horizontal illuminance level of a point is equal to the sum of the illuminance levels created by all contributing luminaries at this point. In the figure, point P on the road surface for which the illumination level is to be calculated, is given.



P noktasının yatay aydınlık düzeyi aşağıdaki denklem ile hesaplanır / Horizontal illuminance level of point P is calculated using the equation

$$E_p = \sum_{i=1}^a \frac{I(C, \gamma)}{h^2} \cdot \cos^3 \gamma$$

Yol Aydınlatma Hesapları

Road Lighting Calculations

Burada,

$I(C, \gamma)$: i. nci armatürden P noktasına ulaşan ışık şiddeti değeri (cd),
 γ : P noktasına gelen ışının düşeyle yaptığı açı,
a : P noktasına katkıda bulunan armatür sayısı,
h : Armatür fotometrik merkezinin yerden yüksekliği (m)
C : Düzlem açısıdır.

Eş aydınlık düzeyi diyagramları

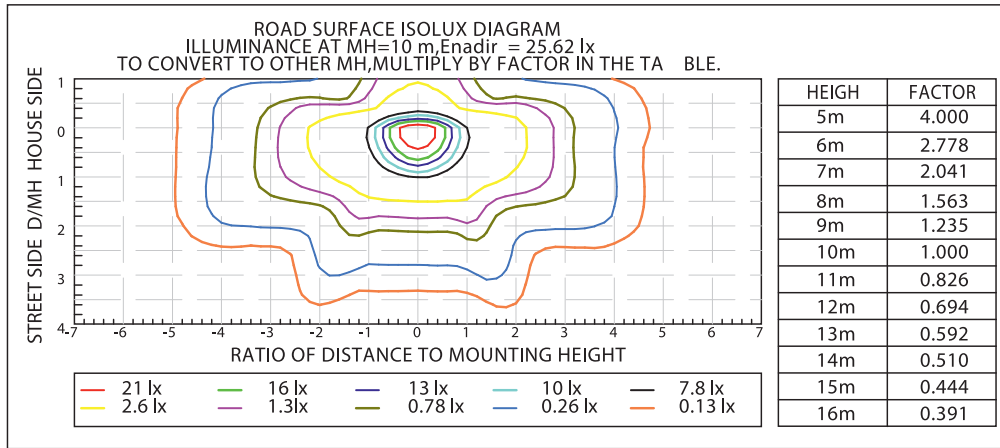
Bir düzlem üzerinde eş aydınlık düzeylerine sahip noktaların çizgiler halinde birleştirilmesiyle eş aydınlık düzeyi diyagramları elde edilir. Bu diyagramlarda armatürün ışık yayan optik bölümünün yüksekliği (yaklaşık olarak armatürün montaj yüksekliği) esas olarak kabul edilir. Bütün diyagramlarda bu değer standart olması açısından 10 metre olarak alınmıştır. Diyagram bir kartezyen izgara (grid) sistemi üzerine kurulmuştur. (0,0) noktası armatürün ışık yayan yüzeyinin merkezi olarak belirlenmiştir. (0,0) noktasındaki, bir başka deyişle armatürün tam altındaki aydınlık düzeyi (Enadir) diyagramın başlığında verilmiştir. (0,0) noktasının üst bölgesi kaldırım tarafı, alt bölgesi ise yol tarafı olarak etiketlenmiştir. X ve Y eksenlerindeki pozitif ve negatif sayılar (-7,-6,-5...0,1,2,3...) ise armatür montaj yüksekliği cinsinden belirli noktadaki aydınlık düzeylerini belirlemeye yarar. Örneğin yol tarafı (1,1) noktası, armatüre göre 10 metre sağ ve 10 metre aşağıdaki noktayı belirtir. Bu noktadaki aydınlık düzeyini bulmak için o noktaya en yakın eş aydınlık düzeyi eğrisi kullanılır. Eş aydınlık düzeyi eğrilerinin değerleri diyagramın altında verilmiştir. Farklı yükseklikteki armatürler için diyagramın sağında bulunan çevrim tablosu kullanılır. Örneğin 5 metre yükseklikteki bir armatür için bulunan aydınlık düzeyi 4 ile çarpılır.

Here,

$I(C, \gamma)$:The value of the luminous intensity reaching point P from luminaire i (cd)
 γ :The angle that the beam reaching point P makes with vertical,
a : Number of luminaires which contribute to point P,
h : Height of the photometric center of the luminaire from ground level (m)
C : Plane angle.

Isolux Diagrams

Isolux diagrams are obtained by linearly joining the points on a surface which have equal illuminance levels. In these diagrams, the height of the optical part of the luminaire which emits light (approximately the mounting height of the luminaire) is taken as the basis. This value has been accepted as 10 m in all diagrams as a reference value. The diagram is constructed on a grid system. The point (0,0) has been specified as the center of the luminaire's light emitting surface. The illuminance level at point (0,0), in other words right below the luminaire (Enadir) is given in the title of the diagram. The upper section of point (0,0) has been marked as the pedestrian side and the lower section has been marked as the road side. The positive and negative numbers on the x and y axes are used to determine the illuminance levels on specific points in terms of luminaire mounting heights. For example, point (1,1) on the road side defines the point which is 10 meters to the right and 10 meters low with respect to the luminaire. To compute the illuminance level at this point, the isolux curve which is closest to that point is used. The values of the isolux curves have been given below the diagram. For luminaires at different heights, the conversion table given on the right side of the diagram is used. For example, for a luminaire that is 5 m high, the computed illuminance level value is multiplied by 4.



Koni Diyagramları

Konik diyagramlar, armatürden belli mesafelerde sağlanan maksimum ve ortalama aydınlık düzeylerini gösterir. Konik diyagramda bulunan daireler, armatürden çıkan ışık hüzmesinin söz konusu mesafede yarattığı aydınlatmanın çapını; bu dairelerin yanında bulunan sayısal değerler, daire içinde sağlanan maksimum ve ortalama aydınlık düzeylerini ifade ederler.

Cone Diagrams

Cone diagrams describe the maximum and average illuminance level values maintained at different distances from the luminaire. The circles in the cone diagram describe the diameter of the lighting created by the light beam coming out of the luminaire at the distance in question; the numerical values next to the circles describe the maximum and average illuminance levels maintained inside the circle.

Eş Aydınlık Düzey Diyagramları Isolux Diagrams

Yol yüzeyindeki bir noktanın parlaltısının hesaplanması

Yol yüzeyindeki bir P noktasının parlaltısı, tüm armatürlerin bu noktada oluşturdukları parlaltıların toplamına eşittir. Bir P noktasının parlaltısı,

$$L_p = \sum_{i=1}^a \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h^2} \cdot q(\beta_i, \gamma_i) \cdot \cos^3 \gamma_i$$

denklemleri ile hesaplanır. Parlaltı faktörü q, belirli bir gözlem doğrultusu ve belirli yöndeki ışık doğrultusu için hesaplanmış parlaltı değerinin, yatay aydınlık düzeyine oranıdır. Kullanılan büyüklüklere ait gösterim şekilde verilmektedir.

Burada,

$I(C_i, \gamma_i)$: i. kaynaktan P noktasına gelen ışık şiddeti değeri (cd),

γ_i : i. kaynaktan P noktasına gelen ışın ile yüzeyin normali arasındaki açı,

h : Armatür fotometrik merkezinin yerden yüksekliği (m)

$q(\beta_i, \gamma_i)$: Parlaltı faktörü (cd/m²/lx)

α_g : Gözlem açısı. Yol yüzeyinden yansıyıp göze gelen ışık ile yatay düzlem arasındaki düşey açı

β : Işığın geliş doğrultusunun düşey düzlemi ile gözlem doğrultusu arasındaki açı

C : Düzlem açısıdır.

Calculation of the luminance of a point on the road surface

The luminance of a point P on the road surface is equal to the sum of luminances created by all contributing luminaires at this point.

The luminance of point P is calculated using the equation:

$$L_p = \sum_{i=1}^a \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h^2} \cdot q(\beta_i, \gamma_i) \cdot \cos^3 \gamma_i$$

Luminance factor q, is the ratio of the luminance value calculated for a particular observing direction and a particular light direction to the horizontal illuminance levels. The representation of the parameters used are given in the Figure.

Here,

$I(C_i, \gamma_i)$: Luminous intensity value from ith source to point P (cd)

γ_i : the angle between the beam from the ith source to point P and the normal to the surface,

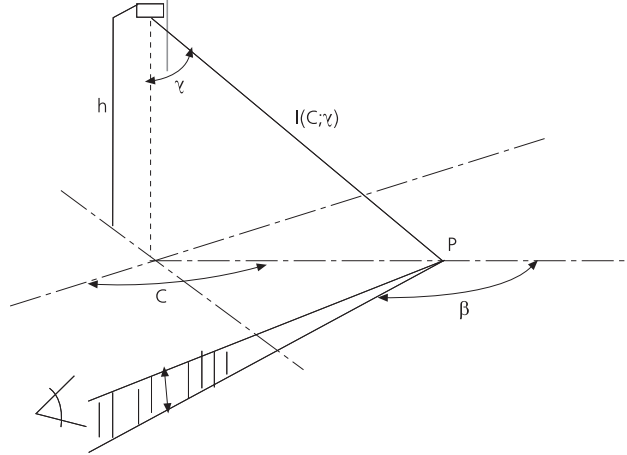
h: Height of the photometric center of the luminaire from ground level (m)

$q(\beta_i, \gamma_i)$: Luminance factor (cd/m²/lx)

α_g : Observation angle. Vertical angle between the light reflecting from the road surface and reaching the eye and the horizontal plane

β : The angle between the vertical plane of the arriving direction of light and the direction of observation

C : The plane angle.



Endüstriyel Alan Aydınlatması

Industrial Area Lighting

Endüstriyel Alan Aydınlatması

*Endüstriyel alan aydınlatmasında, kendine özgü görevi olan araçlar özel aydınlatmaya ihtiyaç duyar.

*Bu tarz aydınlatmalar öncelikle fiziksel güvenlik sağlamalıdır.

*Cisimlerin hareketlerinin yanlış algılanmalarına neden olan stroboskopik etki ortadan kaldırılmalıdır.

*Çok fazla aydınlık seviyesinden kaçınmak gerekir.

*Endüstriyel alan aydınlatmasında, bu alanlarda çalışan insanların rahatı düşünülmelidir.

*Aşırı yansıma ve gölgelerin oluşmamasına özen gösterilmelidir.

*Bu tarz alanlar devamlı faaliyet içerisinde olduklarından, aydınlatmada enerji tasarrufuna dikkat edilmelidir.

*Endüstriyel tesisler genellikle yüksek tavanlı mekanlar olduğundan uzun çalışma ömrüne sahip ışık kaynakları tercih edilmelidir.

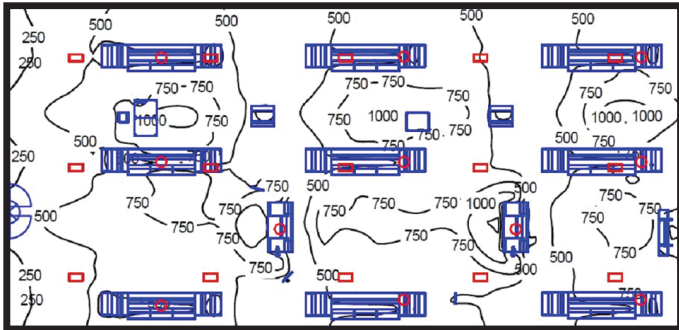
*Bu mekanlarda kullanılan armatürlerde lambaların değişimi kolay olmalıdır.

*Benzinlik gibi parlayıcı patlayıcı madde bulunduran yerlerde exproof armatürler kullanılmalıdır.

Armatür: 2x54W TL5 Karpas Yüksek Tavan - 89W Karpas LED Yüksek Tavan
Mekan: Endüstriyel Alanlar

Armatür Dizilimi ve Işık Yayılmı (Fabrika Üst Görünü)

Luminaire Arrangement and Light Distribution (Plant Top View)

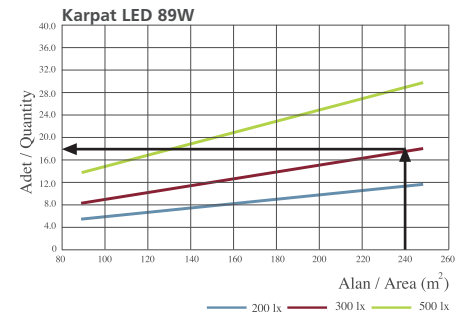
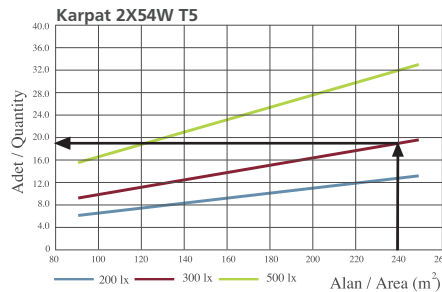


Örnek Fabrika Aydınlatması 3-Boyutlu Modeli

Sample 3-Dimensional Plant Lighting Model

Determination of Number of Luminaires With the help of Lighting Spreadsheet

The lighting spreadsheet provides information on the the total number of luminaires according to the size of the space where the luminaire is to be used and the desired illuminance level. With the help of these spreadsheets, the number of luminaires for maintaining the desired illuminance level can be easily determined. In the preparation of the spreadsheets, ceiling height has been considered as 8 m considering general use. Assuming that the rooms have rectangular geometries, the spreadsheets have been created for total area values ranging from 80 to 260 m² and for conventional reflectance factors for a classical industrial area space as 0.3, 0.3 and 0.1 for the ceiling, wall and floor, respectively. The maintenance factor has been taken as 0.8 in the calculations. The following chart has been prepared in order to determine the number of required luminaires for areas ranging from 80 to 260 m², in a conventional office space, in case of using the Pelsan 89W Karpas LED and 2x54W Karpas TL5 luminaires to obtain 200 lx, 300 lx, and 500 lx average illuminance levels. As can be seen from the chart, 18 units of 89W Karpas LED luminaire or 19 units of 2x54W TL5 Karpas should be used in order to obtain the average illuminance level of 300 lx in a 240 m² space.



Aydınlatma Kontrolü ve Tasarımı

Lighting Control and Design

* Aydınlatma Kontrolü Yapmak

Aydınlatmanın gerekli olduğu zamanlarda yeteri kadar yapılmasını sağlayan sistemler kullanılarak enerji tasarrufu elde edilebilir. Bu sistemler sensörlerinden aldığı sinyaller doğrultusunda insanların olmadığı zamanlarda lambaları kapama ve ortama giren günışığı miktarı artınca lambaları kapama veya dimmerleme işlemini otomatik olarak gerçekleştirirler. Aydınlatmaya gerek duyulmayan zaman sürelerinde kapam ve gereğinden fazla aydınlatma yapmamak üzere dimleme yapan bu sistemlerle %40'e varan enerji tasarrufu sağlanabilir.

* Use of Lighting Controls

Energy savings can be obtained by using systems that provide lighting in the required amount for the necessary time periods. These systems carry out the automatic process of dimming or turning the lights off through the signals they receive from their sensors, when there are no users and when the amount of daylight entering the space is increased. Up to 40% energy savings can be achieved with these systems which turn the lights off in the periods when there is no need for lighting and provide dimming in order to prevent excessive lighting.

Uygun Aydınlatma Tasarımı Yapmak

Enerji tasarrufunu esas alan bir tasarımda öncelikle ilgili alandaki yüzeyler (Duvar, Tavan, Zemin) yansıtma faktörü yüksek renklerle boyanmalı veya kaplanmalıdır. Gerekli aydınlatma ilgili her bir düzey için ele alınmalıdır. Örneğin bir ofis aydınlatmasında çalışma düzlemi için 1000 lüks'lik aydın seviyesi gerekiyor ise tüm ofis 1000 lüks seviyesinde aydınlatılmamalıdır. Alternatif Aydınlatma Çözümleri

* Gündüzleri dış ortamdan yeteri kadar ışık almayan iç mekanları fiber optik kablolar veya yansıtıcı borularlar taşımak suretiyle aydınlatmak.

* Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde eden ve elde ettiği elektrik enerjisini depolayan , depoladığı enerjiyi de güneş ışınımının olmadığı zamanlarda aydınlatma işlevini yerine getiren güneş enerjisi sistemlerinin kullanılması.

* Enerji tasarrufunda amaç enerji girdisini azaltmak olduğundan bu enerjinin yenilebilir kaynaklarından sağlanmasıyla bu amaç gerçekleştirilebilir. Evlerin çatılarına yerleştirilecek küçük boyutlu rüzgar güneş hibrit enerji sistemleriyle acil aydınlatma için gerekli olan ihtiyaç karşılanabilir.

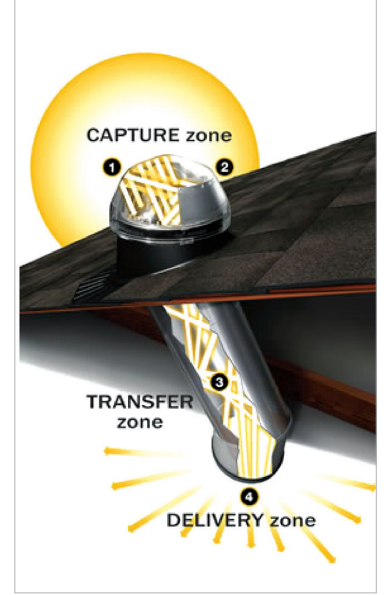
Convenient Lighting Design

In a design based on energy savings, primarily the surfaces in the related space (walls, ceiling, floor) should be coated or painted with colors of high reflectance factors. The necessary lighting should be addressed for each respective level. For example, for the lighting of an office, if a 1000 lux illuminance level is needed for the work plane, the whole office should not be illuminated with 1000 lux. Alternative Lighting Solutions

*Lighting interiors which do not get enough light from the outer environment during the day, by carrying the light through fiber optic cables or reflective pipes.

*The use of solar energy systems which acquire electricity from solar energy, store the acquired electrical energy and use the stored energy for lighting functions when there is no solar radiation.

*As the purpose of energy saving is to reduce the energy input, this goal can be accomplished by the supply of energy from renewable sources. The demands for emergency lighting can be met with a small-sized wind solar hybrid power system which can be placed on the roofs of houses.



Şekil 3 - Çatıya monte güneş borusu
Figure 3 - A roof mounted solar tube



Şekil 4 - Güneş enerjisi ile aydınlatma
Figure 4 - Solar energy lighting

Yüksek Verimli Armatür Kullanımı

Use of High Efficiency Luminaires

* Yüksek Verimli Işık Kaynakları Kullanmak

Aydınlatma için gerekli olan ışığı etkinlik faktörü yüksek olan ışık kaynaklarından sağlamak aydınlatmada enerji tasarrufunun ilk şartıdır. Etkinlik faktörü yüksek olan ışık kaynakları birim güç başına daha fazla ışık akısı verir. Dolayısıyla, etkinlik faktörü olan kaynaklar kullanılarak yapılan aydınlatmada aynı aydınlık düzeyi için daha az ışık akısı verir. Dolayısıyla, etkinlik faktörü yüksek olan kaynaklar kullanılarak yapılan aydınlatmada aynı aydınlık düzeyi için daha az ışık kaynağına ihtiyaç duyulur ve daha az enerji harcanır. Örneğin yüksek basınçlı civa buharlı lambalarla yapılmış olan fabrika iç aydınlatmalarını floresan lambalarda yapmak %43'e varan değerlerde tasarruf sağlayabilir. Işık kaynaklarına ait etkinlik faktörleri lambalara ait karşılaştırmalı tablodan alınabilir.

* Yüksek Verimli Armatürler Kullanmak

Armatürler içlerindeki ışık kaynakların yaydığı tüm ışınları etkin bir biçimde kullanıldığı alana dağıtamaz. Işınların bir kısmı yansıtıcı yüzeyler tarafından soğurulur veya bu yüzeyler doğru konumlandırılmadıklarından dolayı amaçlanan alana yansıtılamaz. Bu durumu ortadan kaldırmak için kaliteli ve uygun tasarlanmış bir yansıtıcıya sahip yüksek verimli armatürler kullanılmalıdır.

* Daha Az Kayıplı Bileşenler Kullanmak

Günümüzde verimli iç ve dış aydınlatmanın temel elemanlarından olan deşarj lambaları genel olarak balast, starter, ateşleyici vb. yardımcı bileşenlere ihtiyaç duyar. Bu elemanlardan özellikle sürekli devrede olan balast gibi yardımcı bileşenlerin aktif güç kaybı sistemin verimliliğini önemli ölçüde etkiler. Örneğin, daha az aktif güç kaybına sahip balastlar (Düşük kayıplı manyetik veya elektronik balastlar) veya klasik tesisat yerine busbar kanalları kullanılarak sistem verimliliği artırılabilir.

* Use of High Efficiency Light Sources

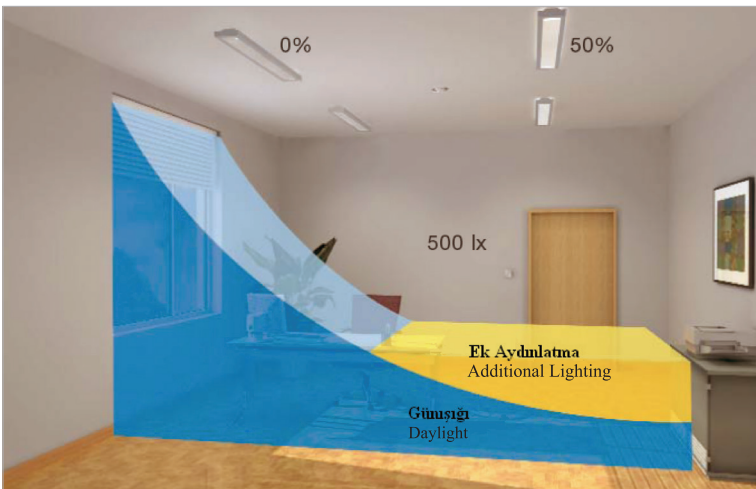
The first requirement of energy-savings in lighting is to provide the necessary light for illumination from light sources with high luminous efficacy. Light sources with a high luminous efficacy emit more luminous flux per unit power. Therefore, in illumination with sources having high efficacies, a lower number of light sources are needed and less energy is used for maintaining the same illuminance level. For example, use of fluorescent lamps for the interior lighting of a plant, where high-pressure mercury vapor lamps have been used, can provide savings up to 43%. Efficacy factors of light sources can be obtained from the comparative table of lamps.

* Use of High Efficiency Luminaires

Luminaires can not efficiently distribute all the light beams radiating from the light sources inside the luminaire. Some of the light beams are absorbed by the reflecting surfaces or when these surfaces are not positioned correctly, the beams can not be reflected to the target surfaces. In order to overcome this situation, high efficiency luminaires with reflectors of high quality and proper design should be used.

* Use of Components with Lower Power Loss

Today, one of the key elements of efficient interior and exterior lighting, discharge lamps, generally need auxiliary components such as ballasts, starters, igniters, etc.. Active power loss caused by auxiliary components, especially the ones which are continuously operating such as the ballast, can significantly affect the efficiency of the system. For example, system efficiency can be improved with ballasts with lower active power loss (lower loss magnetic or electronic ballasts) or using busbar trunks instead of classic installations.



Gün ışığı sensörüne bağlı dimmerleme (Luxmate)
Dimming based on daylight dimming (Luxmate)

Enerji Tasarrufu

Energy Saving

Aydınlatmada Enerji Tasarrufu

Görsel performans ve konfordan ödün vermeksizin aydınlatma verimliliğini artırarak enerji girdisinin azaltılmasıyla enerji tasarrufu yapılmasıdır. Bu tasarruf yanlış bilindiği üzere yetersiz aydınlatma yapılarak sağlanmaz. Çünkü yetersiz aydınlatma, her ne kadar enerji tüketimini düşürse de ilgili alanda çalışanların verimlerine negatif etkidiği için nihayetinde bir tasarruf sağlamaz. Ayrıca iş kazalarının artmasına neden olduğundan beklenenin tam aksine bir sonuç doğurabilir. Bu tasarruf aşağıdaki aydınlatma bileşenlerinin iyileştirilmesi ile mümkün olabilir.

- * Yüksek verimli ışık kaynakları kullanmak
- * Yüksek verimli armatürler kullanmak
- * Daha az kayıplı bileşenler (Örneğin: daha düşük kayıplı balast) kullanmak
- * Aydınlatma kontrolü yapmak.
- * Uygun Aydınlatma tasarımı yapmak.
- * Alternatif aydınlatma bileşenleri kullanmak

Energy Savings in Lighting

The concept is to obtain energy savings through reducing the energy input by increasing the efficiency of lighting without compromising from visual performance and comfort. Against false knowledge, these savings can not be obtained through insufficient lighting. The reason to this is that while insufficient lighting can lower the energy consumption, as it affects the efficiency of the workers of the lit space, it does not provide real savings at the end. Furthermore, as it increases the accident rate at work, it may lead to an unexpected result. These savings may be possible with the improvement of the following lighting components:

- *Use of high efficiency light sources
- *Use of high efficiency luminaires
- *Use of components with lower power loss (for example: lower-loss ballast)
- *Use of lighting controls
- *Convenient lighting design
- *Use of alternative lighting components