

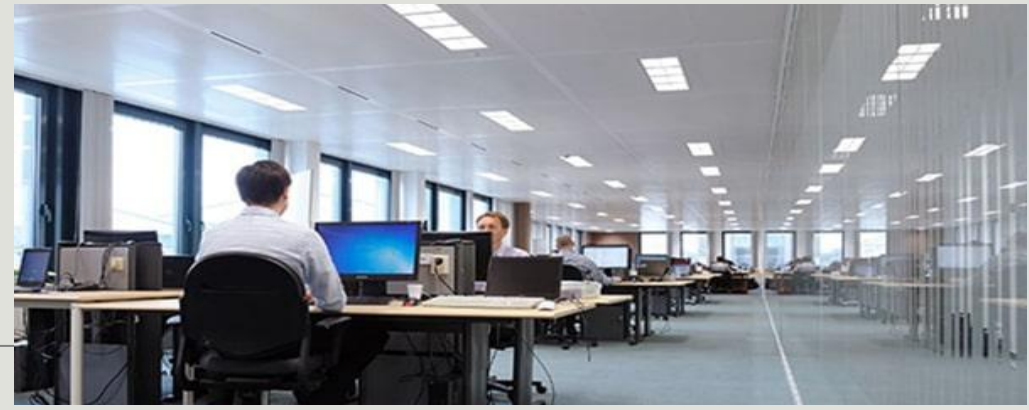
**AYDINLATMA ENERJİSİ PERFORMANSININ BİR OFİS ÖRNEĞİ  
KAPSAMINDA EN 15193-1+A1:2021 STANDARDINA GÖRE ANALİZİ**

**Elif Öztürk Gül<sup>1</sup>**

**Mustafa Kavraz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar MYO, İç mekân Tasarımı, elif.gul@giresun.edu.tr

<sup>2</sup> Karedeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, mkavraz@ktu.edu.tr



## 1. Giriş

2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2 Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

- Mekânların görsel konfor koşullarının sağlanmasında mimarinin önemli unsurlarından biri olan aydınlatma, binanın enerji tüketimini önemli ölçüde etkileyen bir bileşendir. Dünyada ve ülkemizde, aydınlatmada harcanan enerjinin büyüklüğü nedeniyle, özellikle ofis mekânları gibi uzun süreli ve gün boyu kullanılan hacimlerde, uygun değerlerde enerji kullanımı önem verilmesi gereken bir konudur.
- Aydınlatmada enerji tasarrufu, işleve uygun bir aydınlatma tasarımı için optimum koşullar oluşturularak, aydınlatma kalitesi düşürülmeden sağlanmalıdır.
- Sürdürülebilir binaların aydınlatma tasarımları ve mevcut binaların bu doğrultuda yenilenmesi, doğal ve yapma aydınlatma ürünlerinin uygun bir şekilde seçimi, analizi ve kullanımı ile oluşturulmaktadır. Böylece, ofislerde optimum enerji kullanımı ile görsel konforun sağlanmasının ve kullanım süresince kullanım ve bakım giderlerinin azaltılmasının ülke ekonomisine ve iş kalitesinin artmasına katkısı da büyük olacaktır.

## İÇERİK

### 1. Giriş

2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri

3. Yöntem

3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması

3.2 Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi

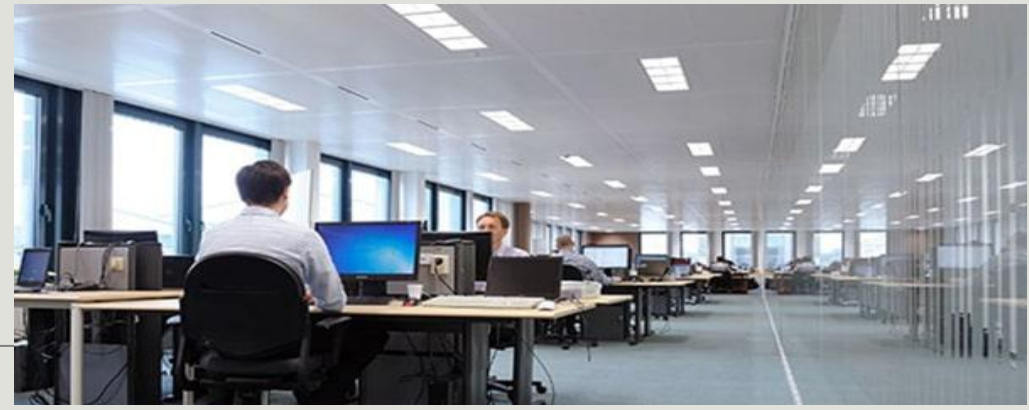
3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi

3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması

3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4. Sonuç

# GİRİŞ



- Bu çalışma kapsamında, Trabzon ili koşulları için bir ofis hacmi örneğinde çeşitli yapay ve doğal aydınlatma senaryoları geliştirilerek yıllık aydınlatma enerjisi performansı açısından değerlendirilmiştir.
- Enerji performans değerlendirmesi hedefi ile için EN 15193 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri standardında önerilen yöntem kullanılmıştır. Gerçekleştirilen hesaplamalar sonucu elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve ofis hacmi örneği için geliştirilen alternatiflerin etkinliği tartışılmıştır.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+A1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2 Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

# TS EN 15193-1+A1 BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI - AYDINLATMA ENERJİSİ GEREKSİNİMLERİ

TS EN 1593-1+A1 standardı kapsamında tanımlanan hesaplama yöntemine göre bir binada ele alınan herhangi bir hacim veya bölümde aydınlatma amacıyla tüketilen yıllık enerji miktarı aşağıda verilen Eşitlik ile hesaplanabilmektedir.

$$W_{L,t} = \{ (P_n \times F_c) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1000 \text{ (kWh)}$$

$W_{L,t}$  : Yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimi (kWh)

$P_n$  : Bir hacim veya bölüme ilişkin tüm lambaların toplam kurulu aydınlatma gücü (W)

$F_c$  : Sabit aydınlık faktörü

$t_D$  : Gün saatleri kullanımı (h)

$F_o$  : Kullanıma bağlı faktör

$F_D$  : Günışığı bağımlılık faktörü

$t_N$  : Gün saatleri dışında kullanım (h)

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+A1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2 Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

# TS EN 15193-1+A1 BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI - AYDINLATMA ENERJİSİ GEREKSİNİMLERİ

- Kullanılan yöntemde yer alan günışığı bağımlılık faktörü ( $F_D$ ), hacimlerin günışığından yararlanması durumunda gün saatleri içinde aydınlatma enerjisi gereksiniminde gerçekleşebilecek azalmayı ifade etmektedir.
- Bu değer günışığı sağlama faktörü ( $F_{D,S}$ ) ve günışığına bağlı yapma aydınlatma kontrolü ( $F_{D,C}$ ) değerlerine bağlı olarak belirlenmektedir.
- Günışığı sağlama faktörünün belirlenmesi için çeşitli indislerin hesaplanması gerekmektedir. Ele alınan hacimdeki pencere boyutları, hacim boyutları, pencere önünde engel bulunması gibi durum özellikleri incelenerek, pencere açıklığına ilişkin günışığı faktörü hesaplanmakta ve bu değere göre günışığı etkisi, “güçlü, orta, zayıf, hiç” olarak sınıflandırılmaktadır.
- Günışığına bağlı yapma aydınlatma kontrolü ( $F_{D,C}$ ) değeri, günışığı bağımlılık faktörüne ( $F_D$ ) etki eden diğer bir faktördür. Yapma aydınlatma kontrol sisteminin sağlayacağı enerji etkinliğini belirten katsayıdır.  $F_{D,C}$  değerleri, yapma aydınlatma kontrol sisteminin manuel veya otomatik olması durumuna ve günışığı etkisine bağlı olarak hesaplamalara katılmaktadır.
- Sonuç olarak  $F_D$  (*Günışığı bağımlılık faktörü*) değeri aşağıdaki Eşitliğe göre hesaplanmaktadır:

$$F_D = 1 - (F_{D,S} \times F_{D,C})$$

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
- 3. Yöntem**
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması**
  - 3.2 Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## ÇALIŞMA MEKÂNININ TANITILMASI

- Trabzon'da yer aldığı düşünülen iki kişilik bir ofis mekânı ele alınmaktadır.
- Hacmin boyutları, literatürde belirtilen büro tipleri ve mimari tasarımda kullanılan aks ölçüleri dikkate alınarak 1.25 lik modül boyutu kullanılarak oluşturulmuştur. Boyutları 3.75 x 5 x 3 m belirlenen mekânın %40 saydamlık oranında bir yan al açıklığı olduğu kabul edilmiştir.
- Mekâna ait iç yüzey yansıtma katsayıları, TS EN 12464-1 Işık ve Aydınlatma, İç Çalışma Mekânları başlıklı standartta önerilen aralıklarda olacak şekilde zemin, duvar ve tavan için sırasıyla 0.20, 0.50,0.70 olarak alınmıştır.
- Özellikleri belirlenen ofis hacmi, Dialux evo simülasyon programında, ofis mekanları için uygun olabilecek donatı, malzemeler ve renk şeması doğrultusunda modellenmiştir.



Şekil 1. Ofis hacmi Dialux-evo model

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## YAPAY AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

- Standard, binaların aydınlatma enerji gereksinimini yapma aydınlatma kurulu gücüne ve doğal aydınlatma sistemi tasarımına bağlı olarak belirlenmesine imkân sağlamaktadır.
- Verimli çalışmanın artırılması ve görsel konfor koşullarının kullanıcı performansına olumlu katkı sağlaması için enerji hesaplamalarında, yapay aydınlatmanın ofis binalarında görsel konfor koşullarını yeterince sağlayıp sağlamadığı öncelikli olarak ele alınmalıdır.
- Görsel konfor koşulları açısından sağlanması gereken değerler TS EN 12464-1 standardı referans alınarak belirlenmiştir .

Tablo 1. TS EN 12464-1 uyarınca sağlanması önerilen aydınlatma koşulları

Eylem türü	$E_{ort}$ (lm/m <sup>2</sup> )	$U_o$ (E <sub>min</sub> /E <sub>ort</sub> )	UGR
Bilgisayar destekli çalışma birimleri (CAD WorkStations)	≥ 500	≥ 0,6	≤19

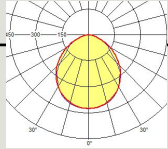

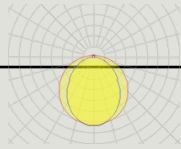

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## YAPAY AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Bu bağlamda yapay aydınlatma için geliştirilen iki alternatif bu kriterleri sağlayacak ürünler olarak daha önce yapılmış olan çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda dolaysız yüzeye monte aydınlatma biçiminde, mikrop prizmatik yansıtıcı ürünler olarak seçilmiştir .

Tablo 2. Yapay aydınlatma aygıt özellikleri ve görsel konfor sonuçları

Işık yeğenlik dağılımı	Aygıt resmi	Aygıt modeli İsim	Işık Akısı lm	Lamba Gücü /W	Lamba Türü	Aydınlık düzeyi $\geq 500$ lx	Düzlük $\geq 0,6$ $U_0$	Kamaşma <19 UGR
		Zumtobel Mlevo EA LED3600-840 M600L12 LDO KA WH [STD]	3540	30	LED	600	0,71	15,1
		RIDİ WL 221P	2688	45	Flüoresan	500	0,75	17,8

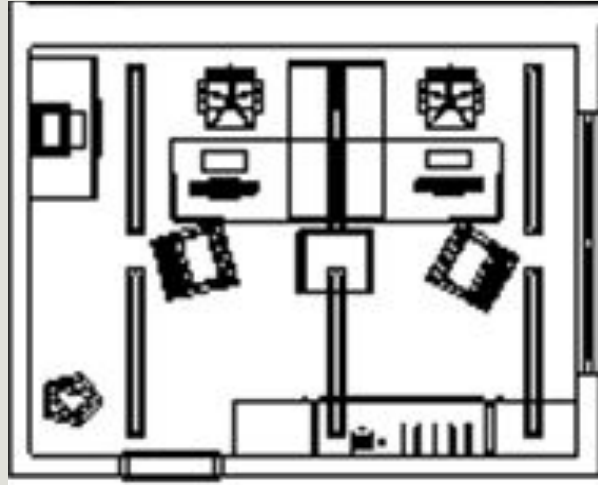


## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## YAPAY AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Yapay aydınlatma düzeni, verilen plan üzerinde görüldüğü gibi masanın kesişim aksında ve koridor akslarında, pencere aksına ve bakış doğrultusuna paralel olarak tasarlanmıştır. Hesaplamalar 0,80 m yüksekliğinde çalışma düzleminde Dialux evo programında yapılmıştır.



Şekil 2. Aygıt yerleşim planı

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. **Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi**
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## BÜTÜNLEŞİK AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Ofislerde mekânlardaki aydınlık seviyesine ve ışığın dağılımına etki eden tasarım parametreleri doğrultusunda doğal aydınlatma değişkenleri belirlenmiştir.

Herhangi bir dış engelin olmadığı varsayılan ofis hacmine ait doğal aydınlatma senaryoları; ***pencere biçimi, camın ışık geçirgenliği, yönelme ve güneş kontrol elemanı değişkenlerine bağlı olarak geliştirilmiştir.***

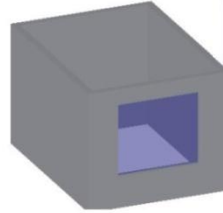
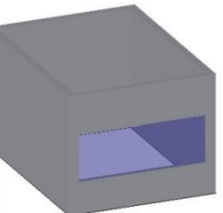
Yatay güneş kontrol elemanının tasarımında, güneş ışınlarının Trabzon'a en dik geldiği gün ve saatten yararlanılmıştır. Bunun için, 21 Haziran saat 12.00'de Trabzon'da güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açısına ait veriler Kandilli Rasathanesi Güneş Fiziği bölümünden alınmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Trabzon İli için gölgeleme istenen tarihlerde profil açısı 72°C olarak belirlenmiştir. Bu profil açısına göre yapılan çizimler sonucunda yatay gölgeleme elemanın boyutuna 57.5 cm olarak karar verilmiştir.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## BÜTÜNLEŞİK AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Tablo 3. Pencere biçimi

	Boyut	
P1	240w x180h (	
P3	360w x 120h	

Tablo 4. Camın ışık geçirgenliği

	Işık Geçirgenliği (VT)
G1: 2 kat ısı koruyucu cam	%65
G2: tek kat ısı koruyucu cam	%78
G3: kaplamasız düz cam	%90

Tablo 5. Yönelme

	Yönlenme	Konum	Engel Durumu
Y1	Güney	Trabzon	Engelsiz
Y2	Kuzey	Trabzon	Engelsiz

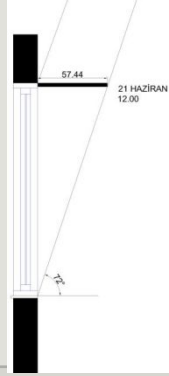
## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. **Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi**
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## BÜTÜNLEŞİK AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Tablo 6. Güneş kontrol elemanı

Dış yatay saçak



Jaluzi-



<https://www.hella.info/en/window-facade/textile-innenbeschattungen#Interior-Venetian-blinds>

Mevcut değil

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## BÜTÜNLEŞİK AYDINLATMA SENARYOLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Tablo 7. Bütünleşik Aydınlatma Senaryoları

Yapay Aydınlatma		Doğal Aydınlatma			
Kontrol sistemi	Işık Kaynağı – Lamba Gücü	Pencere boyutları (w x h) cm	Camın geçirgenliği	Yönelme	Güneş Kontrol elemanı
Manüel / açma-kapama	Y1: 30W- LED	P1:240x180	G1=0,65	Güney	K1: Mevcut değil
Otomatik	Y2: 45W- Flüoresan	P2:360x120	G2=0,78	Kuzey	K2: Dış yatay saçak (57,5 cm)
			G3=0,90		K3:İç jaluzi

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. **Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması**
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması

$$W_{L,t} = \{ (P_n \times F_c) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1000 \text{ (kWh)}$$

### ***Toplam Kurulu Aydınlatma Gücü ( $P_n$ ) Hesaplanması:***

Y1: 30 W gücünde, LED ışık kaynağına sahip Zumbotel Mlevo EA modeli,  
Y2: 45W gücünde flüoresan ışık kaynağına sahip RIDİ WL 221P modeli  
Y1=180W, Y2=270W olarak toplam kurulu güç değerleri hesaplanmıştır.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. **Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması**
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması

$$W_{L,t} = \{ ( P_n \times F_c ) \times F_o [ ( t_D \times F_D ) + t_N ] \} / 1000 \text{ (kWh)}$$

### **Sabit Aydınlatma Faktörü ( $F_c$ ) Hesaplanması:**

Bu değer, bir hacimde toplam kurulu aydınlatma gücünün sabit aydınlık kontrolüne bağlı tüketimine ilişkin faktördür ve hacimlerde loşlaştırılabilir aydınlatma sistemi kontrolü olması durumunda hesaba katılmaktadır. Burada loşlaştırmaya bağlı bir aydınlatma kontrolü ele alınmadığı için sabit aydınlık faktörü ( $F_c$ ) değeri 1 (etkisiz) kabul edilmiştir.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması

$$W_{L,t} = \{ (P_n \times F_c) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1000 \text{ (kWh)}$$

### *Gün Uzunlukları ve Çalışma Saatleri İlişkisi $t_D$ ve $t_N$ Değerlerinin Hesaplanması:*

Hesap yöntemine göre bina kullanım saatlerine bağlı olarak yıllık  $t_D$  ve  $t_N$  değerlerinin belirlenmesi standartta bina tipolojilerine göre hazırlanmış tablodan seçilebilmektedir. Bu çalışmada seçilen bina tipolojisini ofis olması nedeni ile ( $t_D$ ) yıllık gün saatleri kullanımı 2250 ( $t_N$ ) yıllık gün saatleri dışında kullanım 250 olarak belirlenmiştir.



## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması

$$W_{L,t} = \{ (P_n \times F_c) \times F_o [(t_D \times F_D) + t_N] \} / 1000 \text{ (kWh)}$$

### ***Kullanıma bağlı Faktörün ( $F_o$ ) Hesaplanması:***

Çalışma kapsamında incelenen hacim için kullanıma bağlı değerlerin hesaplanması, aydınlatma kontrolüne bağlı faktör ve mekânların kullanım oranları dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir. Buna göre mekânların kullanılmama oranını belirten yokluk faktörü ( $F_A$ ) değerleri ve mekânın sahip olduğu varsayılan aydınlatma kontrol sisteminin ilişkilendirildiği tablo ile kullanıma bağlı faktör ( $F_o$ ) değerleri belirlenmektedir.

Çalışmada geliştirilen hacim iki kişilik bir ofisi temsil etmektedir ve standarda belirtilen tablodan ( $F_A$ ) değeri 0.30 olarak belirlenmiştir. Kontrol sisteminin ilişkilendirilmesi ile ( $F_o$ ) değeri kontrol sisteminin manüel olması durumunda 0.900, otomatik olması durumunda 0.800 olarak seçilmiştir.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması

$$W_{L,t} = \{ ( P_n \times F_c ) \times F_o [ ( t_D \times F_D ) + t_N ] \} / 1000 \text{ (kWh)}$$

### *Gün Işığı Bağımlılık Faktörü (F<sub>D</sub>) Hesaplanması:*

Günüşığı bağımlılık faktörü, yapma aydınlatma sistemlerinin kontrol özelliğine ve günüşığı sağlama faktörüne bağlıdır. Günüşığı sağlama faktörü hacmin bulunduğu coğrafi konumun enlem ve boylam değerlerine, günüşığı faktörünün sınıfına ve istenen ortalama aydınlık düzeyine göre değişim göstermektedir. Geliştirilen bu çalışmada, Trabzon İline ait enlem ve boylam değerleri (41° 0' 19" Kuzey, 39° 43' 4" Doğu) ile Trabzon İli için Tipik Meteorolojik Yıl olarak derlenmiş verilerden elde edilen dış aydınlık değerleri doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. Ofis hacimleri için istenen ortalama aydınlık düzeyi 500 lux olarak belirlenmiştir. Belirlenen değerler doğrultusunda her senaryo için Gün Işığı Bağımlılık Faktörü (F<sub>D</sub>) hesaplanmış ve formül içinde kullanılmıştır.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ele alınan ofis hacmi için geliştirilen yapay ve doğal aydınlatma senaryolarına ilişkin aydınlatma enerjisi gereksinimleri 144 farklı senaryo için hesaplanmıştır. Hesaplamalarda yer alan her bir senaryoda, oluşturulan 6 değişkenden 5 tanesi sabit tutularak 1 tanesi değiştirilmiştir. Bu işlem her senaryo için yinelenmiştir.

Tablo 8. En düşük ve en yüksek hesaplanan yıllık enerji tüketim değerleri

Yapay Aydınlatma Değişkenleri		Doğal Aydınlatma Değişkenleri				Enerji kwh
Lamba türü	Kontrol sistemi	Pencere biçimi	Camın geçirgenliği	Yönelme	Gölgeleme elemanı	
LED (30W)	Otomatik	360wx120h	0,90	Güney	Yok	219
Flüoresan (45 W)	Manüel	240wx180h	0,65	Güney	Dış saçak	520

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Ofis hacim için geliştirilen aydınlatma tasarım parametreleri ve standartta belirtilen yöntem ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen enerji değerleri arasında korelasyon değerlendirmeleri yapılmıştır.
- Bu değerlendirmelerde SPSS analiz programı ile Pearson Korelasyon Katsayısı (Pearson Correlation Coefficient) hesaplaması kullanılmıştır. Bütünleşik aydınlatma senaryolarında tanıtilan değişkenlerin, TS EN 15193-1 standardında önerilen hesaplama yöntemi ile elde edilen yıllık aydınlatma enerji gereksinimlerini (kWh) farklı düzeylerde etkiledikleri görülmüştür.
- Ofis hacminde yapma aydınlatma sistemi, kontrol sistemi, pencere biçimi, yönelme, camın ışık geçirgenliği ve güneş kontrol elemanı parametreleri ile eşitlik uyarınca yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen aydınlatma enerjisi gereksinimleri (kWh) arasındaki anlamlı ilişkileri gösteren Pearson Korelasyon katsayısı mutlak değeri (r) ve anlamlılık düzeyi (p) değerleri belirtilmiştir.

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapay aydınlatma parametreleri	Korelasyon katsayısı Anlamlılık değeri	TS EN 15193-1+A1 Yıllık Aydınlatma Enerjisi Gereksinimi
Lamba Gücü	r	.901**
	p	.000
Lamba türü	r	.901**
	p	.000
Kontrol Sistemi	r	-.209*
	p	.012
Doğal aydınlatma parametreleri	Korelasyon k. Anlamlılık d.	
Pencere biçimi	r	-.134
	p	.108
Camın ışık geçirgenliği	r	-.051
	p	.545
Yönelme	r	.193*
	p	.021
Güneş kontrol elemanı	r	.141
	p	.091

- Yapma aydınlatma sisteminin yıllık toplam aydınlatma enerjisini en fazla etki eden parametre olduğu görülmüştür.
- Geliştirilen değişkenler ile enerji değerlerinin ilişkilerine bakıldığında lamba gücü ve lamba türü değişkenleri ile yıllık aydınlatma enerji gereksinimi değerleri arasında %99 güven düzeyinde korelasyon görülmüştür ( $p < 0.01$ ).
- Kontrol sistemi ve yönelme değişkenleri ile yıllık aydınlatma enerji gereksinimi değerleri arasında ise %95 güven düzeyinde korelasyon görülmüştür ( $p < 0.05$ ).
- Güneş kontrol elemanı, pencere biçimi ve camın ışık geçirgenliği parametrelerinin enerji gereksinimini daha düşük düzeyde etkilediği belirtilmiş ve anlam düzeyinde bir ilişki bulunmamıştır.

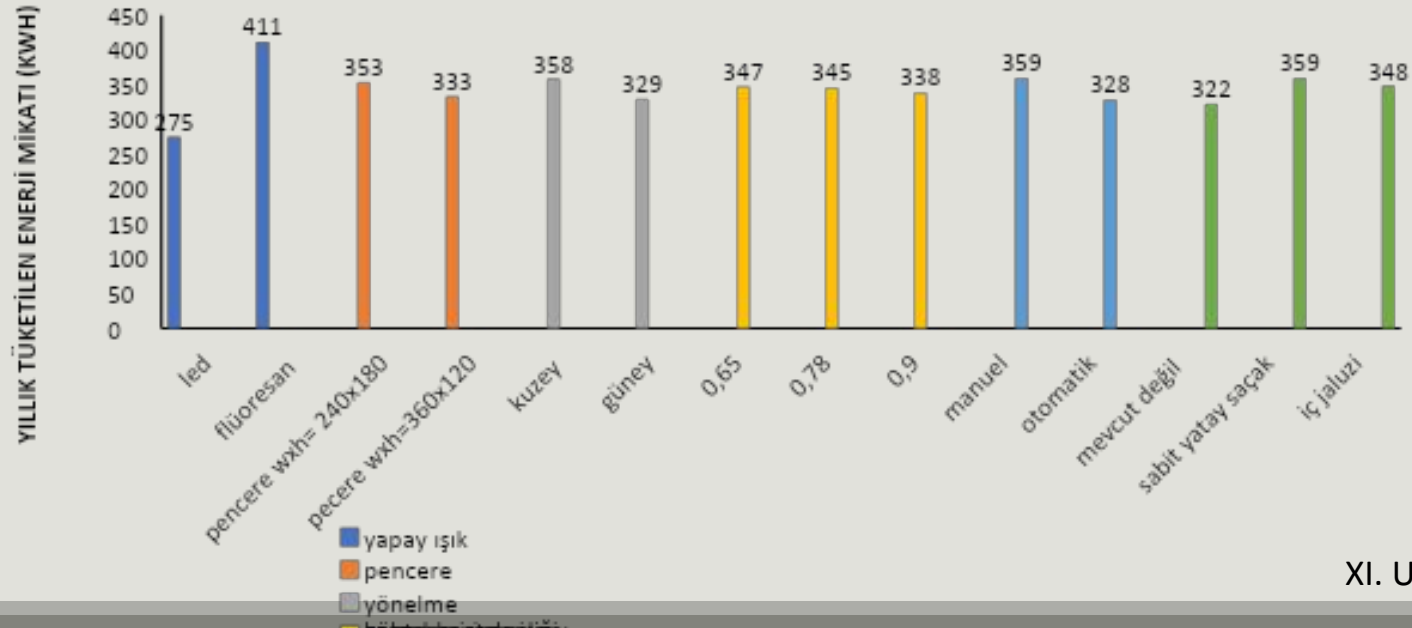
p<0.01	p< 0.05	0.1 < p< 0.05	0.7 < p<0.1
--------	---------	---------------	-------------

## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanın Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Yapma aydınlatma tasarımının LED lamba kullanımı ile gerçekleştiği durumda, flüoresan lamba kullanımına oranla %33 oranında tasarruf sağlandığı görülmüştür.
- Kontrol sisteminin otomatik olması manuel seçeneğine göre %9 enerji tasarrufu sağlamaktadır.
- Yönlenme parametresi incelendiğinde pencere açıklıklarının güney cephesinde yer almasının kuzey cephesine göre enerji tüketiminde %8 oranında düşüş sağladığı görülmektedir.
- Gölgeleme elemanları arasındaki fark dikkate alındığında, gölgeleme elemanın mevcut olmadığı durumda %10 oranında enerji tasarrufu sağlamıştır. Gölgeleme elemanın yatay saçak olması mekanlarda günışığı etkinliğini negatif olarak etkilemektedir.
- Pencere biçimi ve camın ışık geçirgenliği parametreleri dikkate alındığında, alternatifler arasında yıllık aydınlatma enerjisi gereksinimleri arasında değişimler olmakla beraber farkların çok düşük olduğu görülmüştür.



## İÇERİK

1. Giriş
2. TS EN 15193-1+a1 Binalarda Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri
3. Yöntem
  - 3.1. Çalışma Mekanının Tanıtılması
  - 3.2. Yapay Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.3. Bütünleşik Aydınlatma Senaryolarının Geliştirilmesi
  - 3.4. Hesap Yöntemine Göre Ofis Hacminde Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması
  - 3.5. Senaryolara İlişkin Toplam Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sonuçlarının Değerlendirilmesi
4. Sonuç

## SONUÇ

- Buradaki sonuçlar incelendiğinde, yapay aydınlatma sisteminin yıllık toplam aydınlatma enerjisini en fazla etkileyen parametre olduğu görülmüştür.
- Aydınlatma enerji tüketiminin minimize edilerek enerji etkinliğinin artırılması ve yapma aydınlatma sisteminin kuruluş yükünün azaltılması, iç mekân gün ışığı etkinliğini çeşitli tasarım kararları ile artırarak mümkün olabilmektedir.
- Çalışmada oluşturulan senaryolarda, doğal aydınlatma değişkenleri ile toplam enerji yükünün ne şekilde düşürülebileceği yönünde veriler elde edilmiştir.
- Doğal aydınlatma sistemi değişkenleri arasından yönelme parametresi yıllık toplam aydınlatma enerjisini en fazla etkileyen parametre olarak grafikte yer almıştır. İkinci derecede önem düzeyine sahip parametre güneş kontrol elemanı olarak görülmüştür.
- Pencere biçimi ve camın ışık geçirgenliğinin yıllık toplam aydınlatma enerjisini en düşük düzeyde etkilediği görülmüştür. Tüm bu değerlendirmeler sonucu elde edilen veriler, ofislerde görsel konfor ve optimum enerji kullanımına ilişkin bir yaklaşım oluşturmakta olup, aydınlatma tasarımlarında uygun tasarım seçeneklerinin oluşturulması ya da bir aydınlatma düzeninin iyileştirilmesi sürecinde kullanılabilir olmayı hedeflemektedir.

---

## KAYNAKLAR

- [1] Özdeniz, D., Ofislerde Aydınlatma Otomasyonu. [https://www.emo.org.tr/ekler/0d965fca19f20cc\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/0d965fca19f20cc_ek.pdf) 24 Mart 2023.
- [2] Perdahçı, C. ve Hanlı, U., 2010. Verimli Aydınlatma Yöntemleri, 3E Electrotech, Mart.
- [3] Kutlu, R., 2019. Bir Tasarım Ögesi Olarak Günışığı, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication- TOJDAC 9, 2, 226-233.
- [4] T.S.E., 2021. Binalardaki Enerji Performansı-Aydınlatma ile ilgili Enerji Gereklere – Bölüm1 :Özellikler, ModülM9 : TS EN 1593-1 +A1. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- [5] Ünnü, S.Y., Şener,F., ve Yener, A.K., Binalarda Aydınlatma Enerjisi Performansının Belirlenmesinde Kontrol Sistemlerinin Rolü. [https://www.emo.org.tr/ekler/2c98423fcddec6bf\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/2c98423fcddec6bf_ek.pdf) .16 Eylül 2021.
- [6] Kılıç, Z. A., Harputoğlu, E., R. ve Yener, A., K., 2021. Binalarda Günışığı Etkinliğine bağlı Aydınlatma Enerji Gereksiminin Belirlenmesi: TS EN 1593-1:2017 ve İklim Dayalı Günışığı Modeli, 13. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 6-7 Ekim, BildirilerKitabı, 151-159.
- [7] Karatay, M. ve Günaydın, İ.T., 2021. Binalarda Aydınlatma Enerjisi Performansının Yapma Aydınlatma Sistemi ve Farklı İklim Bölgeleri Üzerinden Analizi, Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Nautral&Medical Sciences, 8,17,95-113.
- [8] Pompei, L., Blaso, L., Fumagalli, S. ve Bisegna, F., 2022. The impact of key parameters on the energy requirements for artificial lighting in Italian buildings based on standard EN 1593-1:2017, Energy & Buildings, 263, 112025.
- [9] Yener, A. K., 2011.Binalarda Aydınlatma Enerjisi Performansının Belirlenmesi için bir Yöntem: Bep-tr, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, 829-836.
- [10] Yener, A., K., Sümengen Ö., Kaçel, S. ve Kılıç, A., 2019.Aydınlatma enerji performansının belirlenmesinde yeni standart: TS EN 15193-1[https://pldturkiye.com/aydinlatma-enerji-performansinin-belirlenmesinde-yeni-standart-ts-en-15193-1/PLD\\_Turkiye](https://pldturkiye.com/aydinlatma-enerji-performansinin-belirlenmesinde-yeni-standart-ts-en-15193-1/PLD_Turkiye) Mimari Aydınlatma Tasarımı Portalı. 21 Ocak 2021.
- [11] T.S.E., 2014. Işık ve Aydınlatma – İş Yerlerinin Aydınlatılması- Bölüm1: TS EN 12464-1. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- [12] Gül, Ö. E. ve Kavraz, M., 2021. Ofislerde Yapay Aydınlatma Tasarım Parametrelerinin Görsel Konfor ve Enerji Performansı Açısından Değerlendirilmesi, 13. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 6-7 Ekim, Bildiriler Kitabı, 135-142.



---

**KATILIMINIZ VE KATKILARINIZ İÇİN TEŞEKKÜRLER**