



EĞİTİM YAPILARINDA AYDINLATMA DÜZENLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÖNERİ

Dr. Kasım ÇELİK¹
Prof. Dr. Rengin ÜNVER²

¹Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Adana
e-posta: kcelik@cu.edu.tr

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul
e-posta: runver@yildiz.edu.tr



İÇERİK



BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2 - Aydınlatma Sistemlerinde İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3 - Eğitim Yapılarında İyileştirme Önerisi

BÖLÜM 4 - Örnek Çalışma

BÖLÜM 5 - Değerlendirme ve Sonuç



Okulların fiziksel olanaklarını iyileştirmek, eğitim faaliyetlerinin yerine getirilmesi ve öğrencilerin akademik başarısının artırılması açısından en önemli konulardan biridir.

Gerekli çevresel koşulları sağlayamayan okullar, öğrenciler için hazırlanan eğitim programlarını olumsuz etkileyerek öğrencilerin akademik başarısının düşmesine neden olabilir.

BÖLÜM 1 - GİRİŞ

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

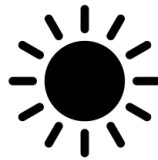
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç





Gerekli aydınlatma koşulları oluşturulmadığında öğrencilerde;

- algılama yanlışlıkları,
- anlama güçlüğü,
- dikkat dağınıklığı,
- çabuk yorulma,
- sık hastalanma,
- sinirlilik,
- baş ağrısı

gibi fiziksel, fizyolojik ve psikolojik olumsuzluklar ortaya çıkar.



BÖLÜM 1 - GİRİŞ

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

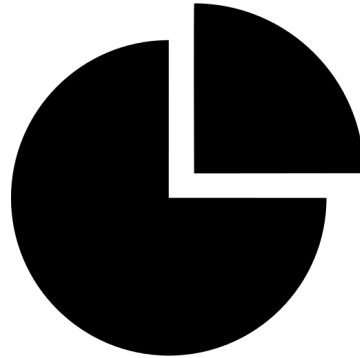
BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç



Fiziksel konfor koşullarının yanında okulların yapay aydınlatma için harcadıkları enerji de düşünülmesi gereken başka bir önemli konudur.

Kamu yapıları içinde en fazla üretilen yapı tiplerinden biri olan okul binaları, kullanım sıklıkları ve kullanıcı sayıları nedeniyle önemli bir enerji tasarruf potansiyeline sahiptir.



BÖLÜM 1 - GİRİŞ

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç



Çalışmanın amacı:

Eğitim yapılarındaki aydınlatma düzenlerinin iyileştirme işlemlerinin sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesi konusunda, ilgili meslek gruplarındaki kişi ve kurumlara yardımcı olması olarak özetlenebilir.



BÖLÜM 1 - GİRİŞ

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

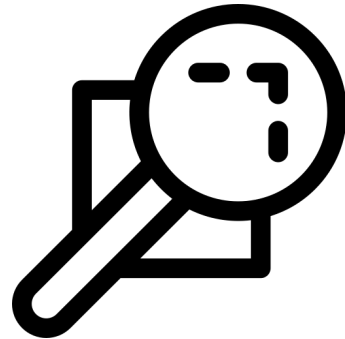
BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç



Çalışmanın yöntemi:

Okullardaki aydınlatma sistemlerindeki iyileştirme (retrofit) işlemlerinin, standartlarda yer alan aydınlatma ölçütleri göz önünde tutularak belirli zaman aralıklarında gerçekleştirilmesini sağlayacak öneriler sunulmuş ve örnek bir derslik üzerinden söz konusu öneriler sınanmıştır.



BÖLÜM 1 - GİRİŞ

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç



Günümüzde;
konutlarda harcanan elektrik enerjisinin
yaklaşık **%12'si**,
konut dışı kullanımlarda ise **%25-%40'ını**
yapay aydınlatma için tüketilen enerji miktarı
oluşturmaktadır (IEA, 2019).

Yapay aydınlatma için harcanan enerji ise;
küresel elektrik tüketiminin yaklaşık olarak
% 19'unu oluşturmaktadır (IEA, 2016).

Aydınlatma alanındaki teknolojinin
gelişmesi ve kullanıcı sayısının
artmasıyla, bu alandaki tüketiminin
ilerleyen yıllarda daha da artması
beklenmektedir.



BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
AYDINLATMA
SİSTEMLERİNDE
İYİLEŞTİRME (RETROFİT)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç



Binalardaki aydınlatma sistemleri, sahip olduğu enerji tasarruf potansiyelinden dolayı, **iyileştirme (retrofit)** konusunda en önemli uygulama alanlarından biridir.

Bu konuda yapılan çalışmalar enerji-etkin aydınlatma sistemlerine yapılan yatırımların, enerji verimliliğini artırmak ve CO₂ emisyonlarını azaltmak için en uygun maliyetli yollardan biri olduğunu göstermektedir..

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
AYDINLATMA
SİSTEMLERİNDE
İYİLEŞTİRME (RETROFİT)

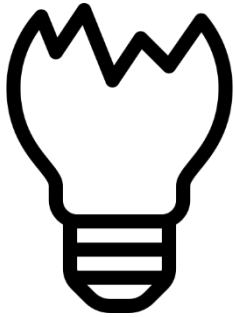
BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç



Aydınlatma sistemindeki işlevini artık yerine getiremeyen ya da fazla enerji tüketimine neden olan bileşenleri, enerjiyi daha verimli kullanan bileşenlerle değiştirme uygulaması **RETROFİT** (iyileştirme) olarak tanımlanabilir.



BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
AYDINLATMA
SİSTEMLERİNDE
İYİLEŞTİRME (RETROFİT)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç

Krarti vd. (2005) tarafından iyileştirme (retrofit) uygulamalarının sahip olduğu güçlü, zayıf yanlar, fırsatlar ve potansiyel tehditler (SWOT analizi)

Güçlü yanlar	• Yeni aydınlatma teknolojileri ve kontrol sistemleriyle elde edilebilecek yüksek orandaki enerji tasarrufu • Sistemin geri ödeme süresinin kısa olması • Diğer retrofit konuları ile karşılaştırıldığında aydınlatma alanında daha az müdahale ile daha fazla verim elde edilmesi
Zayıf yanlar	• Bazı alanlardaki bilgi eksikliği ve deneyimsizlik (aydınlık düzeyinin düşürülmesi, işleve göre aydınlatma yapılmaması, vb.) • Bazı durumlarda kesin olarak tasarruf potansiyelinin belirlenememesi ve kimi kontrol sistemlerinin güvenilirliğinin az olması (kullanım süresi, loşlaştırma vb.)
Fırsatlar	• Mevcut binaların zamanla yenilenerek enerji tüketiminin azaltılması ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi • Görsel konforla birlikte iç ortam kalitesini geliştirme ve modernize etme ihtiyacı • Gelişmiş ülkelerdeki mevcut aydınlatma tesisatlarının eskimesi
Tehditler	• Yapay aydınlatma için harcanan enerjinin 2030 yılında %40 artma potansiyeli • Tüketici giderlerinin düşmesi ile ortaya çıkabilecek tüketim artışı (Rebound effect)



- Aydınlatma sistemlerindeki iyileştirme işlemlerini gerçekleştirmeden önce **mevcut durumun iyi tanımlanması, çözüm önerilerinin ona göre belirlenmesi gereklidir.**
- Doğru planlanmadan baştan yanlış atılacak adımlar iyileştirme işleminden beklenen verimi sağlamasını engelleyebilir.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
AYDINLATMA
SİSTEMLERİNDE
İYİLEŞTİRME (RETROFİT)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç



Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2018 verilerine göre ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı 55 bin ilk, orta ve lise binası bulunmaktadır.

Bu okulların yaklaşık olarak %75'i, 20 yıl ve daha öncesinde inşa edilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu, Eğitim-Öğretim İstatistikleri-2018

Eğitim- öğretim dönemi	Okul sayısı (İlk+Orta+Lise)	Derslik sayısı (İlk+Orta+Lise)	Öğrenci sayısı (İlk+Orta+Lise)
2012-2013	56 574	489 070	16 156 519
2013-2014	56 506	512 416	16 473 493
2014-2015	53 574	537 114	16 403 328
2015-2016	54 415	593 563	16 379 852
2016-2017	54.434	615.157	16.376.815
2017-2018	55.495	642.213	16.384.160

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3
EĞİTİM YAPILARINDA
İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç



BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

EĞİTİM YAPILARINDA
İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç

Bu bağlamda ülkemizdeki eğitim yapılarının aydınlatma düzenlerindeki sorunlara çözüm üretilmesinde yardımcı olacak bir iyileştirme öneri takvimi oluşturulmuştur.

İyileştirme önerileri hazırlanırken aydınlatma standartları ve yönetmelikler açısından eğitim mekanları için gerekli olan;

- Görsel konfor ölçütleri (*aydınlık düzeyi* (E), *aydınlığın düzgün dağılımı* (U_0) ve *kamaşma* (UGR)),
- Enerji tüketimi (W/m^2 , $W/m^2/100 lx$)

parametreleri dikkate alınmıştır. Söz konusu parametreler ve çeşitli kısıtlamalar (süre, maliyet, yapısal vb.) göz önünde tutularak bazı iyileştirme önerileri oluşturulmuştur.

Aydınlatma ölçütleri açısından iyileştirme önerileri

	Uygulama süreleri	Ölçütler			
		Aydınlık Düzeyi (E)	Aydınlığın dağılımı (U ₀)	Kamaşma (UGR)	Enerji tüketimi (W/m ²)
Doğal Aydınlatma	Kısa vadeli iyileştirmeler (≤ 15 gün)	-Pencerelerin bakımı ve temizlenmesi -Yapı dışındaki bitkilerin budanması	-Tefriş düzeninin değiştirilmesi	-Yapı içi güneş kontrol elemanlarının (Perde ve jaluzi vb.) eklenmesi	-Pencerelerin bakımı ve temizlenmesi -Yapı dışındaki bitkilerin budanması
	Orta vadeli iyileştirmeler (≤ 90 gün)	-Cam ve doğramalarının iyileştirilmesi	-Işık rafı vb. elemanların kullanımı	-Cepheye güneş kontrol elemanlarının eklenmesi	-Cam ve doğramaların değişimi
	Uzun vadeli iyileştirmeler (> 90 gün)	-Pencerelerin boyut, konum, sayı vb. özelliklerin yeniden düzenlenmesi -Yapı kabuğu ve saydam alanların yeniden tasarımı/ değiştirilmesi	-Yapı kabuğunun yeniden tasarımı		
Yapay Aydınlatma	Kısa vadeli iyileştirmeler (≤ 15 gün)	-Lamba ve aygıtların bakımı ve temizlenmesi -Lamba değişimi (lm/W, renk vb. açılardan)	-Aygıt değişimi (Işık yeğnlik diyagramı açısından) -Aygıt değişimi (Yansıtıcı, montaj tipi vb. açısından) -Tefriş düzeninin değiştirilmesi		-Lamba ve aygıt bakımı ile temizlenmesi -Lamba ve aygıt değişimi
	Orta vadeli iyileştirmeler (≤ 90 gün)		-Lamba ve aygıt türlerinin değişimi -Aygıtların konumunun değişimi		
	Uzun vadeli iyileştirmeler (> 90 gün)		-Aydınlatma sisteminin yeniden tasarımı		
İç Mekan Özellikleri	Kısa vadeli iyileştirmeler (≤ 15 gün)	-İç yüzeylerin temizlenmesi, boyanması, tefriş düzeninin değiştirilmesi			
	Orta vadeli iyileştirmeler (≤ 90 gün)	-İç yüzey ve kaplamaların ışık yansıtma çarpanlarının düzenlenmesi	-Aydınlatma sisteminin çalışma düzenine göre kurgulanması	-İç yüzey ve kaplamaların ışık yansıtma çarpanlarının düzenlenmesi -Aydınlatma sisteminin çalışma düzenine göre kurgulanması	
	Uzun vadeli				



İyileştirme önerilerinin test edilebilmesi için mevcut bir tip ortaokul dersliği Dialux 4.13 aydınlatma simülasyon programında modellenerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

İyileştirme yapılacak örnek dersliğe ilişkin aydınlatma düzeni oluşturulurken iyileştirme önerileri tablosundaki “**kısa vadeli (<15 gün)**” dikkate alınmıştır.

Bu bağlamda, kısa vadeli iyileştirmeler için öneriler oluşturulmuş ve uygulanan işlemler çalışmada sunulmuştur.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
ÖRNEK ÇALIŞMA

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç

“Kısa vadeli (<15 gün)” aydınlatma iyileştirme önerileri

		Kısa vadeli iyileştirmeler (<15 gün)		
		Doğal Aydınlatma	Yapay Aydınlatma	Mekan özellikleri
Ölçütler	Aydınlık düzeyi (E)	-Pencerelerin bakımı, temizlenmesi	-Lamba ve aygıtların bakımı ve temizlenmesi -Lamba değişimi (lm/W açısından)	-İç yüzeylerin temizlenmesi, boyanması, -Tefriş düzeninin değiştirilmesi
	Aydınlığın dağılımı (U_0)	-Tefriş düzeninin değiştirilmesi	-Aygıt değişimi (Işık yeğinlik diyagramı açısından)	
	Kamaşma (UGR)	-	-	
	Enerji tüketimi (W/m^2)	-Pencerelerin bakımı, temizlenmesi	-Lamba ve aygıt bakımı ile temizlenmesi -Lamba değişimi (lm/W açısından)	



- Örnek alınan ortaokul dersliği Milli Eğitim Bakanlığı'nın önerdiği mekan özelliklerine bağlı kalınarak oluşturulmuştur.
- Dersliğin mevcut durumunun üç yıllık bakım döngüsüne sahip kirlenmiş çalışma ortamı olduğu varsayılmıştır.
- Buna bağlı olarak sürdürülebilir aydınlatma açısından görsel konfor ve enerji kullanımı konularına yönelik ölçütler dikkate alınarak, doğal ve yapay aydınlatmaya yönelik kısa vadeli çözüm önerileri üretilmiştir.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2 Aydınlatma Sistemlerinde İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3 Eğitim Yapılarında İyileştirme Önerisi

BÖLÜM 4 ÖRNEK ÇALIŞMA

BÖLÜM 5 Değerlendirme ve Sonuç



Örnek derslikte, doğal aydınlatma sisteminin kısa vadeli iyileştirilmesine yönelik olarak, pencere konumları ve boyutları değiştirilmeden;

- Derslik iç yüzeylerinin boyanarak ışık yansıtma çarpanı değerlerinin yükseltilmesi,
- Pencerelerin temizliğinin yapılarak camın ışık geçirme çarpanı ve sistem bakım çarpanının yükseltilmesi işlemlerinin yer aldığı bir seçenek (D1) oluşturulmuştur.

BÖLÜM 1 - Giriş

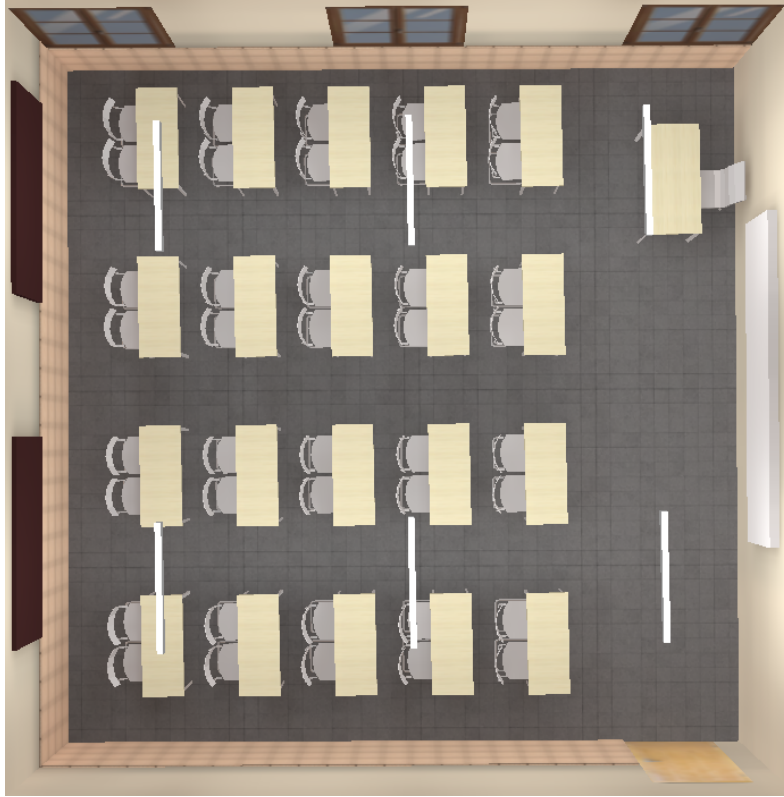
BÖLÜM 2
Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
ÖRNEK ÇALIŞMA

BÖLÜM 5
Değerlendirme ve Sonuç

4. ÖRNEK ÇALIŞMA



Mevcut durum ve doğal aydınlatma iyileştirme önerisi

Özellikler	Mevcut durum	D1
İç yüzey yansıtma çarpanları (Döşeme/Duvar/Tavan)	0,20/0,30/0,59	0,40/0,60/0,80
Cam ışık geçirime çarpanı (t)	%74	%80
Tefriş (Sıra düzeni)	4 sıra	4 sıra
Oda bakım çarpanı	0,57 (Kirlenmiş oda)	0,80 (Temiz oda)



Dersliğin yapay aydınlatma sisteminin kısa vadeli iyileştirilmesine yönelik olarak **tefriş düzeni, aygıt konum ve sayıları değiştirilmeden;**

- Derslik iç yüzeylerinin boyanarak ışık yansıtma çarpanı değerlerinin yükseltilmesi,
- Yapay aydınlatma sistemi bakım çarpanının yükseltilmesi,
- Aygıt konum ve sayıları değiştirilmeden, lamba ve aygıtların ışıksal özelliklerinin yeniden düzenlenmesi işlemlerinin yer aldığı bir seçenek (Y1) oluşturulmuştur.
- Söz konusu yapay aydınlatma önerisinde LED lambalı aygıt kullanılmış olup renksel geriverimi mevcut durumla aynı özelliktedir.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

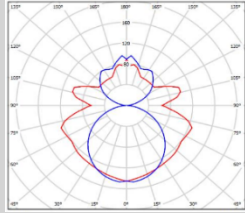
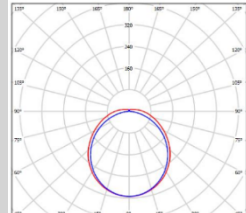
BÖLÜM 4

ÖRNEK ÇALIŞMA

BÖLÜM 5

Değerlendirme ve Sonuç

Mevcut durum ve yapay aydınlatma iyileştirme önerisi

Özellikler	Mevcut durum	Y1
İç yüzey yansıtma çarpanları (Döşeme/Duvar/Tavan)	0,20/0,30/0,59	0,40/0,60/0,80
Tefriş (Sıra düzeni)	4 sıra	4 sıra
Oda bakım çarpanı	0,57 (Kirlenmiş oda)	0,80 (Temiz oda)
Aygıt adedi	6	6
Aygıt geriverimi	%70	%100
Lamba türü	Doğrusal Flüoresan	LED
Lamba adedi	12	6
Lamba gücü (W)	2 x 36 W	45 W
Lamba ışık akısı (lm)	3250 lm	4800 lm
Renksel geriverim (R_a)	80	80
Aygıt türü	Çıplak	Opal yayıcılı
Aygıt resmi		
Işık yeğnlik dağılımı/ aydınlatma biçimi		
	Yarı dolaysız	Dolaysız



BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

BÖLÜM 5

DEĞERLENDİRME VE
SONUÇ

Oluşturulan iyileştirme önerilerinin

- görsel konfor ölçütleri (*yatay ve düşey aydınlık düzeyi; E_h , E_v , yatay ve düşey aydınlığın dağılım düzgünlüğü; U_h , U_v , kamaşma; UGR*)
- enerji kullanımına (W/m^2 , $W/m^2/100 lx$) yönelik hesaplamalar yapılmıştır.

•Derslikteki çalışma alanları yatay ve düşey aydınlık düzeyi ile aydınlığın dağılım düzgünlüğünün değerlendirilebilmesi adına sıra yüzeyi ve tahta yüzeyi olarak iki bölüme ayrılmıştır.

•Doğal aydınlatma hesapları İstanbul için 15 Aralık saat 12.00 kapalı gökyüzü durumuna göre gerçekleştirilmiştir.

Aydınlatma önerilerine ilişkin sayısal sonuçlar

	Görsel Konfor					Enerji	
	E_h (lux)	U_h	E_v (lux)	U_v	UGR	Enerji (W/ m ²)	W/m ² / 100 lx
TS EN 12464-1	300	0,6	500	0,7	>19	-	-
Yapay aydınlatma							
Mevcut durum	231	0,64	142	0,76	24	7,41	3,33
Y1 (yapay aydınlatma)	317	0,52	191	0,72	17	4,17	1,50
Doğal Aydınlatma							
Mevcut durum	127	0,11	65	0,62	-	-	-
D1 (doğal aydınlatma)	162	0,19	87	0,68	-	-	-



Sonuçlar incelendiğinde;

- Her iki öneri durumunda (Y1, D1) da yatay ve düşey düzlemdeki aydınlık düzeyi (E_h , E_v) değerlerinin yükseldiği görülmektedir.
- Yapay aydınlatma için yatay düzlemde aydınlık düzeyi gereken koşulları sağlarken, düşey düzlemde sağlayamamıştır.
- Doğal aydınlatma açısından gerekli aydınlık düzeyi değerleri hem yatay hem de düşey düzlem için sağlanamamış ama mevcut duruma göre artış göstermiştir.
- Mevcut durumdaki aydınlatma düzeni kamaşmaya neden olurken, öneri durumunda kamaşma değeri (UGR) istenen değerlerin altındadır.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
DEĞERLENDİRME VE
SONUÇ



- Aydınlığın dağılım düzgünlüğü yatay ve düşey (U_h , U_v) çalışma düzleminde sağlanamamıştır.
- Ayrıca, m^2 başına harcanan enerji miktarı (W/m^2) ve 100 lux elde etmek için harcanan enerji miktarı ($W/m^2/100lx$), mevcut duruma göre düşüş göstermiştir.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2

Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3

Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4

Örnek Çalışma

BÖLÜM 5

DEĞERLENDİRME VE
SONUÇ



- Sonuç olarak kısa vadeli için sunulan önerilerin aydınlık düzeylerinin arttırılması, kamaşma değerinin düşürülmesi ve enerji tüketiminin azaltılması adına başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir.
- Ancak, diğer görsel konfor ölçütlerinin de iyileştirilmesi adına daha kapsamlı bir iyileştirme işlemine gerek duyulduğu açıktır.
- İyileştirme işlemlerinin sadece aydınlık düzeyinin arttırılması ve enerji tüketiminin azaltılması olarak düşünülmemesi ve diğer tüm görsel konfor ölçütlerinin de dikkate alınması gereklidir.

BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2 Aydınlatma Sistemlerinde İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3 Eğitim Yapılarında İyileştirme Önerisi

BÖLÜM 4 Örnek Çalışma

BÖLÜM 5 DEĞERLENDİRME VE SONUÇ



- Yapılan kabuller kapsamındaki özelliklere sahip bir dersliğin iyileştirilmesi adına diğer iyileştirme öneri adımlarına geçilmelidir.
- Sonuçlar göz önüne alındığında, sunulan iyileştirme önerilerinin dersliklerdeki aydınlatma koşullarının iyileştirilmesine yönelik olarak sistematik çözümler getirdiği söylenebilir.



BÖLÜM 1 - Giriş

BÖLÜM 2
Aydınlatma Sistemlerinde
İyileştirme (Retrofit)

BÖLÜM 3
Eğitim Yapılarında İyileştirme
Önerisi

BÖLÜM 4
Örnek Çalışma

BÖLÜM 5
DEĞERLENDİRME VE
SONUÇ

X. ULUSAL AYDINLATMA SEMPOZYUMU

16-17 Ekim 2019, İzmir



TEŞEKKÜRLER...

Dr. Kasım ÇELİK¹
Prof. Dr. Rengin ÜNVER²

¹Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Adana
e-posta: kcelik@cu.edu.tr

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul
e-posta: runver@yildiz.edu.tr

