

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**KAMU YAPILARINDA AYDINLATMA ENERJİ
PERFORMANSININ KARBON SALIMINA ETKİSİ:
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ
ÖRNEĞİ**

**Hazırlayan
Ahmet HASDAL**

**Danışman
Doç. Dr. Özlem SÜMENGİN**

Yüksek Lisans Tezi

**Mayıs 2024
KAYSERİ**

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

KAMU YAPILARINDA AYDINLATMA ENERJİ
PERFORMANSININ KARBON SALIMINA ETKİSİ:
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ
ÖRNEĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Ahmet HASDAL

Danışman
Doç. Dr. Özlem SÜMENGEN

Mayıs 2024
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Ahmet HASDAL

“Kamu Yapılarında Aydınlatma Enerji Performansının Karbon Salımına Etkisi: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Örneği” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Ahmet HASDAL

Danışman

Doç. Dr. Özlem SÜMENGEN

Mimarlık ABD Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi Leyla KADERLİ

Doç. Dr. Özlem SÜMENGEN danışmanlığında **Ahmet HASDAL** tarafından hazırlanan **“Kamu Yapılarında Aydınlatma Enerji Performansının Karbon Salımına Etkisi: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Örneği”** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Mimarlık** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

/ /

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Özlem SÜMENGEN

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Duygu TURGUT

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Fatih KİRAZ

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... / /

Prof. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bana çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, yüksek lisans eğitimim boyunca, özellikle tez yazım aşamasında olmak üzere, bir kez bile desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Özlem Sümengen'e,

Mimarlık hayatımın gelişmesinde etkisi olan bütün saygıdeğer hocalarıma,

Zor ve yoğun geçen bu süreci yardımlarıyla kolaylaştıran, anlayışı ile motive eden eşim Betül Hasdal'a

Yüksek Lisans kariyerime başlamama vesile olan, bitirmem konusunda ısrarcı olan ve tüm hayatım boyunca arkamda duran, beni en iyi yerlerde görmek isteyen, adeta tüm hayatlarını bana adanmış olan annem Fatma Hasdal, babam Ali Hasdal ve sevgili kardeşim Semih Hasdal'a

Sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet HASDAL

Mayıs 2024, KAYSERİ

**KAMU YAPILARINDA AYDINLATMA ENERJİ PERFORMANSININ
KARBON SALIMINA ETKİSİ: ERCİYES ÜNİVERSİTESİ MERKEZ
KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ**

Ahmet HASDAL

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2024
Danışman: Doç. Dr. Özlem SÜMENGEN**

ÖZET

Sanayi devrimi, teknolojik gelişme, hızlı nüfus artışı ve küreselleşme, doğal kaynakların hızla tükenmesine ve çevre düzeninin bozulmasına yol açmıştır. İnşaat sektörü doğal kaynakların büyük bir kısmını kullanmakta ve sera gazı emisyonlarının doğal dengesini bozmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de tüketilen enerjinin büyük bir kısmı inşaat üretiminde kullanılmaktadır.

Binaların çevresel etkisi çeşitli araçlar kullanılarak izlenebilir. Bu araçlardan bazıları; yaşam döngüsü değerlendirmesi, yeşil bina sertifikasyon sistemleri, karbon ayak izi ve eko-etiketleme olarak sıralanabilir. Bu sistemlerde karbon ayak izi, bir ürünün yaşam döngüsünün üretim, nakliye, kullanım, geri dönüşüm ve imha aşamalarında ortaya çıkan karbondioksit emisyonlarının bir ölçüsüdür.

Bu çalışmada Kayseri ilinden örnek olarak farklı kamu kütüphaneleri seçilmiş, seçilen kütüphanelerin mevcut aydınlatma sistemleri, görsel konfor şartlarının yeterliliği ve yıllık enerji tüketimi hesapları için DiaLUX programı kullanılmıştır. Karbon salımı hesaplaması için ise DiaLUX programının yanında Tier yaklaşımı ve DEFRA yaklaşımları ile değerlendirme yapılmıştır. Seçilen kütüphanelerin, kendilerini etkileyen çevresel faktörleri de karşılaştırılmıştır. Binaların mevcut aydınlatma sistemlerinin mimari renovasyon ile iyileştirildiği düşünülerek, yeni enerji tüketim verileri ve karbon salım miktarları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda binaların enerji verimliliklerinin arttığı, karbon salımlarının azaldığı, ışık miktarı, renk ve kamaşma gibi görsel konfor koşullarının da sağlandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, Mimari aydınlatma, Karbon ayak izi hesaplaması, Çevresel etkiler, Enerji Simülasyonu, Kütüphane Aydınlatma Sistemi

**THE IMPACT OF LIGHTING ENERGY PERFORMANCE ON CARBON
EMISSIONS IN PUBLIC STRUCTURES: A CASE STUDY OF ERCIYES
UNIVERSITY CENTRAL LIBRARY**

Ahmet HASDAL

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, January 2024

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Özlem SÜMENGEN

ABSTRACT

The Industrial Revolution, technological advancement, rapid population growth, and globalization have led to the rapid depletion of natural resources and the disruption of environmental balance. The construction sector utilizes a significant portion of natural resources, contributing to the imbalance of greenhouse gas emissions. A substantial amount of energy consumed globally and in Turkey is allocated to construction production.

The environmental impact of buildings can be monitored using various tools, including life cycle assessment, green building certification systems, carbon footprint, and eco-labeling. In these systems, the carbon footprint measures the carbon dioxide emissions produced during the life cycle stages of a product, including production, transportation, use, recycling, and disposal.

In this study, various public libraries from the province of Kayseri were selected as samples. The existing lighting systems of the selected libraries were analyzed using the DiaLUX program for their adequacy in visual comfort conditions and annual energy consumption calculations. For the calculation of carbon emissions, evaluations were made using both the Tier approach and DEFRA approaches in addition to the DiaLUX program. The environmental factors affecting the selected libraries were also compared. Assuming the improvement of existing lighting systems through architectural renovation, new energy consumption data and carbon emission amounts were calculated. As a result of the calculations, it was observed that the energy efficiency of the buildings increased, carbon emissions decreased, and visual comfort conditions such as light amount, color, and glare were also achieved.

Keywords: Energy efficiency, Architectural lighting, Carbon footprint calculation, Environmental impacts, Energy simulation, Library lighting system

İÇİNDEKİLER

KAMU YAPILARINDA AYDINLATMA ENERJİ PERFORMANSININ KARBON SALIMINA ETKİSİ: ERCİYES ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu	2
1.2. Araştırmanın Amacı	11
1.3. Araştırmanın Kapsamı	12

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem	15
-------------------	----

3. BÖLÜM

ENERJİ ETKİN BİNA ve KARBON AYAK İZİ KAVRAMLARI

3.1 Enerji Etkin Bina Kavramı	18
3.1.1 Enerji Etkin Bina Kavramında Etkili Olan Parametreler	19
3.1.1.1 Dış Çevreye İlişkin Parametreler	19
3.1.1.2 Binaya İlişkin Parametreler	20
3.1.2 Enerji Etkin Binalarda Kullanılan Sistemler	20
3.1.2.1 Pasif Sistemler	21
3.1.2.2 Aktif Sistemler	24
3.2 Enerji Etkin Bina Kapsamında Etkili Olan Karbon Ayak izi Kavramı	29
3.2.1 Karbon Ayak İzini Oluşturan Bileşenler	29
3.2.2 İklim Değişikliği Çalışmalarının Tarihsel Gelişimi	30
3.2.3 Karbon Ayak İzine Yönelik Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	32
3.2.4 Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemleri	35
3.2.4.1 IPCC Tier Yaklaşımları	35
3.2.4.2 DEFRA Yaklaşımı	36

4. BÖLÜM

KÜTÜPHANE BİNALARI İÇİN ENERJİ ETKİN AYDINLATMA YÖNTEMLERİ – ÖNERİLERİ

4.1 Uluslararası Standartlar ve Sertifika Sistemleri	37
4.2 Türkiye’de kullanılan Standart ve Yönetmelikler	38
4.3 Aydınlatma için Kullanılan Enerji ve Ortaya Çıkan Karbon Salımı	42
4.4 Görsel Konfor Kriterleri	42
4.4.1 Aydınlik Düzeyi	42
4.4.2 Parliltı	43
4.4.3 Renk	44
4.4.4 Kütüphanelerde Görsel Konfor Kriterleri	44
4.5 Kütüphane Türleri-Tipoloji Gelişimi	46
4.6 Kütüphane Yapılarında Aydınlatma Yöntemleri	50

5. BÖLÜM

ALAN ÇALIŞMASI: ERCİYES ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ

5.1 Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Mevcut Durum Analizi	61
5.1.1 Yapının Yerleşimi, Bölümleri ve Mimari Yapısı.....	61
5.1.2 Mevcut Duruma Bağlı Aydınlatma Enerjisi Tüketiminin Analizi	67
5.1.3 Mevcut Duruma Bağlı Karbon Salımı Analizi	72
5.2 Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Aydınlatma Enerjisine Bağlı Mevcut Durum Analizi	73
5.2.1 Mevcut Duruma Bağlı Aydınlatma Enerjisi Tüketiminin Analizi	76
5.2.2 Mevcut Duruma Bağlı Karbon Salımı Analizi	80
5.3 Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi İyileştirme Önerisi.....	81
5.3.1 Enerji Tüketiminin Azaltılmasına Yönelik Aydınlatma Sistemine İlişkin Öneriler	82
5.3.2 Karbon Salımının Azaltılmasına Yönelik Aydınlatma Sistemine İlişkin Öneriler	91
5.4 Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin 7/24 Çalışma Prensibinde Aydınlatmaya Bağlı Enerji Tüketiminin ve Karbon Salımının Analizi.....	92
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	97
EKLER.....	113
ÖZGEÇMİŞ.....	164

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: İş Akış Şeması	17
Şekil 2: Güneş Tüpü (http://www.sunvia.net/nasil.php).....	21
Şekil 3: Işık Rafı (https://www.gunisigiaydinlatma.com/Product/SkyboxShelf)	22
Şekil 4: Fotokromik Camların Şeffaflık Değişimi Gösterimi (Erkol & Sayın, 2021)	23
Şekil 5: Termokromik Cam Kesiti (Erkol & Sayın, 2021)	23
Şekil 6: Termotropik Cam Kesiti (Erkol & Sayın, 2021)	24
Şekil 7: Fotovoltaik Panel Genel Prensip Gösterimi ve örnek Uygulaması (Yapay zeka ile hazırlanmıştır.)	25
Şekil 8: Fotovoltaik Paneller- The Solar Settlement in Schlierberg, Freiburg, Germany (Rolf Disch Solar Architektur, 2024).....	25
Şekil 9: Rüzgar Tribünleri-Strata Tower,Londra (Site Selection, 2024)	27
Şekil 10: Yatay Eksenli ve Dikey Eksenli Rüzgar Tribünleri (Future Flow Life, 2024) 27	
Şekil 11: Yoğunlaştırıcı Güneş Sistemi Örneği (Esen, 2019).....	28
Şekil 12: Karbon Ayak İzini Oluşturan Bileşenler ve Oranları (Argun, Ergüç, & Sarı, 2019)	30
Şekil 13:Türkiye Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu miktarları, 1990-2021 (TÜİK, 2023)	33
Şekil 14: Türkiye Toplam Karbon Ayak İzi Yansımaları Haritası (GGMCF, 2023)	34
Şekil 15: Mevcut ve yeni binalara yönelik karbonsuzlaşma hedefleri (Bayraktar, Binatlı, & Üzümoğlu, 2023)	35
Şekil 16: BEP-Tr Sisteminin Sınıflandırması	40
Şekil 17: Renk Sıcaklığı Cetveli	44
Şekil 18: İlk Kütüphane Binalarının Tarihsel Sıralanması	47
Şekil 19: 18-21. yy arasında kütüphane yapılarının organizasyon şemalarının değişimini gösteren plan ve kesitler (Şensoy & Sarı, 2020).	47
Şekil 20: Vennesla Library/Helen & Hard Arch. (Ashley, Vennesla Library and Culture House / Helen & Hard, 2012)	54
Şekil 21: Samling Library / Helen & Hard (Ellingsen, 2022)	56
Şekil 22: Varina Area Library (Cunningham, Varina Area Library / BCWH Architects, 2017)	57

Şekil 23: Yazma Eserler ve Beyazıt Devlet Kütüphanesi (Emden, 2017).....	59
Şekil 24: Erciyes Üniversitesi Yerleşkesi ve Kütüphanesi Çevre İlişkileri (https://cbs.kayseri.bel.tr/imarplanlari.aspx).....	62
Şekil 25: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Vaziyet Planı (https://cbs.kayseri.bel.tr/imarplanlari.aspx).....	63
Şekil 26: Arazi Kesiti-Şematik Gösterim.....	63
Şekil 27: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Zemin Kat Planı	64
Şekil 28: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Birinci Kat Planı.....	65
Şekil 29: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Zemin Kat Perspektif Görünüm ...	66
Şekil 30: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Birinci Kat Perspektif Görünüm ..	67
Şekil 31: Yapıda Kullanılan Armatür Örneği ve Bilgisayar Laboratuvarı Aydınlatması	68
Şekil 32: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Birinci Kat Çalışma Alanı-1 Dialux Hesaplaması	68
Şekil 33: 21 Haziran Saat: 12.00 Zemin Kat ve Kat-1 Aydınlik Durumu(2023 yılı verileri)	69
Şekil 34: 21 Aralık Saat: 12.00 Zemin Kat ve Kat-1 Aydınlik Durumu(2023 yılı verileri)	69
Şekil 35: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi ve Çevre İlişkileri	74
Şekil 36: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphane Şematik Kesit	74
Şekil 37: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Aydınlatma Armatürleri	75
Şekil 38: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Cephesi	76
Şekil 39: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Aydınlatma Armatürlerini Gösteren Kesiti	76
Şekil 40: 21 Haziran Saat: 12.00 Bodrum Kat Aydınlik Seviyeleri(2023 yılı verileri) ..	77
Şekil 41: 21 Haziran Saat: 12.00 Zemin Kat Aydınlik Durumu(2023 yılı verileri)	77
Şekil 42: 21 Haziran Saat: 12.00 Asma Kat Aydınlik Durumu(2023 yılı verileri).....	78
Şekil 43: Aydınlatma Sistemi Revizyonu Süreç Şeması	82
Şekil 44: Enerji Tüketim ve Karbon Salımı Miktarları Karşılaştırma Tablosu (2023 Yılı Verileri).....	84
Şekil 45: İyileştirme Önerisi Yapılmış Aydınlik Durumu- Zemin Kat(2023 yılı verileri)	86
Şekil 46: İyileştirme Önerisi Yapılmış Aydınlik Durumu- Kat-1(2023 yılı verileri)	87

Şekil 47: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Aydınlatma Performansları Karşılaştırma Tablosu (2023 Yılı Verileri)	89
Şekil 48: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Zemin Kat 21 Haziran Saat: 00.00 Aydınlatma Durumu.....	93
Şekil 49: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Kat-1 21 Haziran Saat: 00.00 Aydınlatma Durumu.....	94
Şekil 50: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Aydınlatma Performansı Karşılaştırma Tablosu (2023 Yılı Verileri)	95



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Verimlilik Artırıcı Proje Destekleri(Güncellenme: 31 Aralık 2021) (Enerji Verimliliği Destekleri, 2023)	13
Tablo 2: Önerilen bazı aydınlık düzeyleri. (EN12464-1)	45
Tablo 3: Örnek Alanların Parıltı Oranları(EN12464-1).....	45
Tablo 4: Örnek Yüzeylerin Yansıma Katsayıları(EN12464-1)	46
Tablo 5: Geleneksel ve Modern Kütüphane Farkları (Aydoğan & Tokman, 2015)	49
Tablo 6: Kullanılan Armatürlerin Özellikleri ve Enerji Tüketim Miktarları(2023 yılı verileri).....	70
Tablo 7: DiaLux programı tarafından hesaplanan tüketim miktarları(2023 yılı verileri)	70
Tablo 8: ERÜ Kütüphanesi mekanlara göre aydınlık düzeyleri(2023 yılı verileri).....	71
Tablo 9: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi CO ₂ Salımı Tablosu	73
Tablo 10: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Kullanılan Armatürlerin Özellikleri ve Enerji Miktarları(2023 yılı verileri)	79
Tablo 11: DiaLux programı tarafından hesaplanan tüketim miktarları- Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi (2023 yılı verileri).....	79
Tablo 12: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi CO ₂ Salımı Tablosu.....	81
Tablo 13: Enerji Tüketimi ve CO ₂ Salımı Karşılaştırma Tablosu(2023 yılı verileri).....	83
Tablo 14: Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi Mevcut ve Önerilen Armatürlere İlişkin Teknik Veriler	85
Tablo 15: Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi Revize Edilmiş Armatürlerin Özellikleri ve Enerji Miktarları(2023 yılı verileri)	88
Tablo 16: DiaLux Programı Tarafından Hesaplanan Revize Edilmiş Tüketim Miktarları(2023 yılı verileri)	88
Tablo 17: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Tüketim Miktarları Karşılaştırması (2023 yılı verileri)	89
Tablo 18: ERÜ Kütüphanesi Mekanlara Göre Revize Edilmiş Aydınlık Düzeyleri (2023 yılı verileri).....	90
Tablo 19: Yaklaşımlara göre karbon salım miktarları(2023 yılı verileri).....	91

Tablo 20: Karbon Ayak İzi miktarı karşılaştırma tablosu-Toplam Yıllık (2023 yılı verileri).....	91
Tablo 21: Karbon Ayak İzi miktarı karşılaştırma tablosu-m ² (2023 yılı verileri)	91
Tablo 22: DiaLux Programı Tarafından Hesaplanan 7/24 Çalışma Durumunda Tüketim Miktarları- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi (2023 yılı verileri).....	94
Tablo 23: Karbon Ayak İzi Miktarı Karşılaştırma Tablosu-Tüm Durumlar (2023 yılı verileri).....	96



GİRİŞ

Kamu yapıları, toplumun sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerine ev sahipliği yapan önemli mekanlardır. Bu nedenle, kamu yapılarının enerji performansı, hem ülkenin enerji güvenliği hem de küresel iklim değişikliği ile mücadele açısından büyük önem taşımaktadır. Kamu yapıları arasında yer alan Kütüphane binaları bu tez çalışmamızın ana konusu olmuştur. Kütüphanelerin uzun çalışma sürelerinin sonucu olarak enerji tüketiminin önemli bir bölümünü aydınlatma sistemleri oluşturmaktadır. Aydınlatma sistemleri, hem elektrik enerjisi hem de karbon salımı açısından etkili bir potansiyele sahiptir. Bu tez kapsamında, kütüphane binalarındaki aydınlatma enerji performansının karbon salımına etkisi incelenmiştir. Çalışmanın amacı, kamu yapılarında aydınlatma enerji verimliliğini artırmak için öneriler geliştirmek ve böylece karbon ayak izini azaltmaktır. Bu tez kapsamında, Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi başta olmak üzere Kayseri’deki farklı tip ve ölçekteki kütüphane binaları seçilmiş ve aydınlatma sistemlerinin enerji tüketimi ve karbon salımı hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, literatür taraması, saha ölçümleri, simülasyon analizi ve karbon emisyonu hesaplama yaklaşımları kullanılmıştır. Kütüphanelerin mevcut aydınlatma sistemleri, görsel konfor şartlarının yeterliliği ve yıllık enerji tüketimi hesapları için DiaLUX programı, karbon salımı hesaplaması için ise DiaLUX programının yanında Tier yaklaşımı ve DEFRA yaklaşımları ile değerlendirme yapılmıştır. Yapılan analizlerde EN-15193 standardı temel alınarak hazırlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”nde belirtilen parametreler ve görsel konfor koşulları temel alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, kütüphanelerdeki aydınlatma enerji performansını iyileştirmek için teknik, ekonomik ve yasal zemine esas olacak temel öneriler sunulmuştur. Çalışma, kamu yapılarında enerji verimliliği ve karbon salımı azaltımı konusunda farkındalık yaratmak ve politika oluşturmak için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu

Nüfus artışı, şehirleşme ve endüstrileşmenin doğal sonucu olarak, fosil yakıtlardan enerji üretilmesi gereksinimi sürekli olarak artmaktadır. Fosil yakıtların tükenmesi ve maliyetlerinin yanı sıra, yanmaları sırasında ortaya çıkan başta CO₂ olmak üzere zehirli gazlar atmosferde sera gazlarının giderek artmasına sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak dünyamızın ortalama sıcaklığı artmakta ve “küresel ısınma” olarak tanımlanan durum ortaya çıkmaktadır.

Mimari tasarım, bulunduğu çevreyi etkileyen, çevrede yaşayan insanların hem bedenini hem de ruhunu etkileyen önemli faktörlerden biridir. Bir binanın yaşam döngüsünün inşaat, kullanım ve yıkım aşamalarında çevreye olan etkisinin yanı sıra, inşaat öncesi aşamada yapılan seçimler sadece bulunduğu çevreyi etkilemekle kalmaz, aynı zamanda farklı ortamları da etkiler, Malzemelerin çıkarılması ve üretimi gibi. Binalar çevreye olumlu ya da olumsuz fiziksel etkilerinin yanı sıra enerji tüketimi açısından da önemli rol oynamaktadır. Binalar, tüm yaşam döngüleri boyunca tükettikleri enerji ve çevreye etkileri dikkate alındığında, dünya toplam enerji tüketiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

2001 yılında yapılmış olan bir araştırmaya göre; Almanya'da tüketilen enerjinin %40'ı binaların ısınma ve sıcak su temininde kullanılmaktadır. Evlerde tüketilen enerjinin 3/4'ü ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Atmosfere karışan karbondioksitin %25'i ısıtma ve sıcak su kaynaklarından üretilmektedir. 1985 yılında tek aileli bir evin yıllık elektrik tüketimi metrekare başına 250 kilowatt saat (KWh) iken, 1995'ten sonra çıkarılan kararnameler ile bu gereksinim maksimum 100 kWh ile sınırlamaktadır. Amaç, düşük enerjili evleri teşvik

ederek bu rakamı 70 kWh'nin altına düşürmektir. Bir Pasif Enerji evde talep metrekare başına 15 kWh'nin altına düşürülmelidir. [1]

Türkiye’de tüketilen toplam elektrik enerjisinin %45’i binalarda tüketilmektedir. [2] TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi) 2021 yılı verilerine göre(en son yayınlanan veriler 2021 yılına aittir) Türkiye’nin brüt elektrik enerjisi tüketimi 332.871,18 GWh olarak belirtilmiştir. Enerji bakanlığına göre bu tüketimin %20’sine karşılık gelen yaklaşık 60.734,88 GWh enerji, aydınlatma için kullanılmaktadır. Aydınlatma için harcanan elektrik enerjisinin toplam elektrik enerjisi içinde % 20’lik bir hacim oluşturması bu konuda verimli kullanıma yönelik bir çalışma yapma ihtiyacını doğurmaktadır. [3] Aydınlatma için kullanılan enerjide tasarruf sağlamanın farklı yolları olsa da görsel konfor ve güvenliği korumak temel amaç olmalıdır. Tasarruflu ve etkili bir aydınlatma için –kullanım alanına göre değişmekle birlikte- doğal aydınlatma başvurulması gereken ilk adımdır. Ardından ise uygun armatür seçimi yapılmalıdır. Verimli ve mekânın kullanımına uygun armatürler ile enerji kullanımını en aza indirmek gereklidir. [2]

Uluslararası Enerji Ajansı’nın araştırmalarına göre Dünya birincil enerji talebi 14 milyar TEP(ton eşdeğer petrol) olarak hesaplanmaktadır. Buna göre enerji tüketim hızı, mevcut politikaların devam etmesi durumunda önümüzdeki 20 yıl gibi bir sürede %45’lik bir artış göstererek 20,3 Milyar TEP seviyelerine ulaşabilecektir. Sıralamada en fazla enerji tüketen ülke Çin olurken, Türkiye ise 129,3 milyon TEP ile 2015 yılında listede 19.sırada yer almaktadır. 2023 yılı itibariyle Türkiye en fazla enerji tüketen ülkeler arasında 17. sırada yer alarak iki basamak yükselmiştir. [4]

Yenilenebilir enerji kaynaklarından yeterince faydalanılamıyor olması tasarımcıların enerji etkin tasarımlar üzerinde çalışmasını sağlamıştır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerji tüketiminin yaklaşık %50’si Aydınlatma ve Isıtma-Soğutma-Havalandırma amaçlı kullanılmaktadır. [5] Bundan dolayı yapıdaki tüm sistemlerin enerji etkin yaklaşım ile analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gereklidir. Eğitim yapılarının enerji ihtiyacı artış göstermekte ve özellikle kütüphane gibi eğitim yapılarında 7 gün 24 saat açık kalma uygulamasının yaygınlaşmasıyla enerji tüketimi önemli seviyelere ulaşacaktır. Bu sebeple eğitim yapıları enerji tasarrufu için önem arz etmekte ve eğitim

yapılarında enerji etkin tasarım anlayışına göre iyileştirmeler yapılması konusunu gündeme gelmektedir.

Binaların enerji performanslarını analiz etmek ve iyileştirmek için ülkeler kendilerine ait sertifikalandırma sistemi kullanmaktadır. Bu sistemler uluslararası kullanılan standartlar veya onlardan faydalanılarak oluşturulmuş yöntemler aracılığıyla kullanılmaktadır. Avrupa Birliği, binalarda enerji tüketiminin ölçülmesi ve bilinçli yönetilmesi hedefi ile 2002/91/EC sayılı “Binaların Enerji Performansı Direktifi”ni 4 Ocak 2003 tarihinde yürürlüğe koymuştur. Direktif, 19 Mayıs 2010 tarih ve 2010/31/EU sayı ile yeniden şekillendirilmiştir. [6] AB tarafından bu direktife göre EN 15193 Binalarda Enerji Performansı-Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri Standardı yayınlanmıştır. Ülkemizde de bu standart temel alınarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, BEP-Tr yöntemi oluşturulmuştur.

Enerjinin üretiminden son tüketici tarafından kullanımına ilişkin bazı değişiklikler yapılarak, sera etkisini oluşturan gazların yoğunluklarını azaltmak mümkün olabilmektedir. Yapının enerji tüketiminin -ısı ve görsel konfor koşullarını etkilemeden - en aza indirgenmesi, üzerinde çalışılan ve kullanıcılar tarafından istenilen bir durumdur. Yapılarda enerji kullanım alanları ısınma-soğutma ve aydınlatma üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu alanlar bilinçsiz kullanımla veya verimsiz donanımlar tercih edilmesinden dolayı kaybedilen ve boşa harcanan enerji grafiğinin çoğunluğunu oluşturmaktadır.

Küresel ısınma, iklim değişikliğinin herkes tarafından hissedilen bir özelliğidir. 1850’li yıllardan bu yana elde edilen hava durumu kayıtlarına göre dünyanın yaşadığı en sıcak yılların 1998 ve 2005 yılları olduğu tespit edilmiştir. 2002, 2003 ve 2004 yılları ise sırasıyla kayıtlara geçen üçüncü, dördüncü ve beşinci en sıcak yıllar olmuştur. Veriler aynı zamanda dünyanın önde gelen iklim bilimcilerinden ve hükümet danışmanlarından oluşan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından da onaylanmıştır. IPCC, 2007 yılında yayınladığı bir raporda, son 30-40 yılda meydana gelen iklim ısınmasını "tartışılmaz bir gerçek" olarak nitelendirilmektedir [7].

Sera etkisinin olumsuz sonuçlarından olan iklim değişikliğinin zararlı etkilerini azaltmak için araştırmalar ve çözüm önerileri üzerinde durulan konular haline gelmiştir. İçinde Türkiye’nin de dâhil olduğu birçok ülke –özellikle Avrupa ülkeleri başta olmak üzere- bu

konuyla ilgili yasal düzenlemeler, protokoller, anlaşmalar ve konferanslar düzenlenmektedir.

Enerji kaynaklarının verimli kullanılarak yenilenebilir enerjiye ağırlık verilmesine teşvik sağlanmaktadır. Bu kapsamda Türkiye de 7 Ekim 2021 tarihinde Paris Anlaşması'nı onaylamış ve hem kendi yasal düzenlemelerini oluşturmayı, hem de konuyla ilgili çözüm ortaklığı yaparak destek vermeyi kabul etmiştir. [8]

Kyoto Protokolü uluslararası platformda ortak çözümler üretebilmek için standartlar belirlemiştir. Her bireye, kuruma ve toplumsal oluşuma sorumluluk yüklediği için geniş bir perspektife sahiptir ve karbon ayak izinin kaynak kullanımını incelemektedir. Özellikle IPCC verileri dikkate alındığında, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin, sağlık, çevre ve ekonomik açıdan olumsuz etkileri bulunmaktadır. Küresel ısınmanın neden olduğu sıcaklık artışını 1,5-2°C aralığında kontrol ederek olumsuz koşulların en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle üniversitelerde yürütülen karbon ayak izine ilişkin çalışmalar, mevcut durumun belirlenmesi açısından oldukça önemli olup gerekli önlemlerin alınarak belirlenen hedeflere ulaşılmasında önemli katkı sağlayacaktır. [7]

Paris Anlaşması'nın kabul edilmesiyle birlikte iklim değişikliğiyle ilgili ilk yapılan işlerden birisi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı adının Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmesi ve gerekli çalışmaların resmi olarak yapılacağı birimin kurulması olmuştur. Bakanlığın bu konuda yaptığı çalışmada İklim Değişikliğine sebep olan sera gazlarının azaltılmasına yönelik hiçbir koruyucu önlem alınmaması durumunda, küresel sera gazı salımlarının 2050 yılında %37-52 arasında artacağı öngörülmüş olup, bunun da sanayileşme öncesi döneme bakarak ortalama sıcaklıkları 1,7-2,4 °C artıracığı sonucuna varılmıştır. Bu da iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini arttıracaktır. [9]

İklim değişikliği şehirleri kuraklık, sel, fırtına ve yükselen deniz seviyeleriyle etkilemektedir. Kentsel yapılaşmada coğrafi etkiler, yönetim ve planlama eksikliği nedeniyle bu etkilere karşı dayanıklılık sağlanamamaktadır. Uluslararası toplum, iklim değişikliğinin kentsel alanlar üzerindeki etkilerinin nasıl ele alınacağı konusunda - özellikle şehirlerin hızla büyüdüğü ve kentsel nüfusun büyük bir bölümünün ekonomik sıkıntı yaşadığı gelişmekte olan ülkelerde- giderek daha fazla endişe duymaktadır. Yapılan çalışmalar, öngörülen iklim etkilerine uyum sağlamak için altyapı ve yeteneklere yönelik yatırımlar da dahil olmak üzere önlemlere ihtiyaç olduğuna işaret etmektedir.

Türkiye 2009 yılında Kyoto Protokolüne taraf olmuştur. Sözleşmenin Ek 1 ülkesi olan Türkiye, Montreal Protokolü ile kontrol edilemeyen sera gazı emisyonlarını ve yutaklarını Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) yöntemlerini kullanarak derlemek ve BMİDÇS'ye ulusal sera gazı emisyon envanteri göndermekle yükümlüdür. Türkiye'nin 1990-2004 dönemine ait ilk ulusal sera gazı emisyon envanteri raporu ve Ortak Raporlama Formatı (CRF) formu 2006 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) Sekretaryası'na gönderilmiştir. Ulusal sera gazı emisyon envanteri raporu ve CRF formu, ulusal sera gazı emisyon envanterinin odak noktası olan TÜİK tarafından hazırlanarak BMİDÇS Sekretaryası'na iletilmektedir. Daha sonra Türkiye, 1990'dan 2009'a kadar ulusal bir sera gazı emisyon envanteri raporu hazırlamış ve 2016 yılında ise New York'da düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni'nde Paris anlaşmasını imzalamıştır. 11 Ekim 2021 tarihinde ülkemiz içerisindeki uyum çalışmaları tamamlanmış ve Birleşmiş Milletler Sekretaryasına onaylatılmıştır.

İklim değişikliği ile mücadele çalışmaları, ulusal ve uluslararası düzeyde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından koordine edilmektedir. 2010 yılında “Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi”, 2011 yılında ise “Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı”nı ve 2011 yılında “İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı”nı yayımlanmıştır. Bu belgelerde Türkiye'nin özel şartları çerçevesinde öncelikli sektörlerde uygulanacak sera gazı salımı kontrolü ve iklim değişikliğine önlenmesi için yapılması gereken çalışmalar belirtilmektedir.

2001/2 sayılı Genelge, iklim değişikliğinin zararlı etkilerinin önlenmesi, iş verimliliğinin artırılması, kamu ve özel sektör kurum ve kuruluşları arasında koordinasyon ve görev dağılımının sağlanması, ülkemizin milli değerlerine uygun iç ve dış politikaların oluşturulması için gerekli tedbirlerin alınmasını amaçlamaktadır. 2004/13 Sayılı Tebliğ ve 2010/18 Sayılı Tebliğ uyarınca oluşturulan ve yeniden düzenlenen İklim Değişikliği Koordinasyon Komitesi'ne Bakan veya İklim Değişikliği Başmüzakerecisi başkanlık etmektedir.

Sera gazı salımı ile ilgili Erciyes Üniversite’nde yapılan bir araştırmaya göre de enerji ihtiyacının önemli bir kısmının fosil yakıtlardan karşılandığı ve bunun da iklim değişikliği ile küresel ısınmaya neden olduğu belirtilmektedir. Cumhurbaşkanlığı tarafından yayınlanan “Birinci Ulusal Katkı Beyanı” na göre enerji, ulaşım, sanayi, tarım, bina ve atık sektörlerine yönelik azaltım politikaları uygulanacağı, bu uygulamalara da örnek teşkil etmesi amacıyla üniversiteler ve kamu yapılarından başlanacağı belirtilmektedir. Bu kapsamda Erciyes Üniversitesi kampüsünde 2017, 2018 ve 2019 yıllarında GHG Protokolü uygulanarak CO₂ emisyon miktarları hesaplanmış, EPA (United States Environmental Protection Agency) formüllerine göre karbon azaltma stratejileri belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, Erciyes Üniversitesi kampüsünde 2017 yılında 27.304 ton, 2018 yılında 25.243 ton ve 2019 yılında 25721 ton CO₂ eşdeğer atmosfere salınım gerçekleşmiş olduğu görülmüştür. Bu da kişi başı -üç yılda da- 0,4 ton CO₂ eşdeğer atmosfere salıma karşılık gelmektedir. [10] Paris anlaşması şartları gereğince bu emisyon miktarlarının 2030 yılına kadar %41 azaltılması, 2053 yılında ise sıfır emisyon değerine ulaşması beklenmektedir.

Enerji Etkin Binalar ile ilgili ulusal ve uluslararası bazı çalışmalar aşağıdaki gibidir:

- Darmstadt-Kranichstein Evi, Bott Ridder ve Westermeyer Almanya'nın Darmstadt şehrinin Kranichstein bölgesinde Pasif Ev standartlarına göre inşa edilen ilk binadır ve Ekim 1991'de kullanıma sunulmuştur. Bina 156 metrekare inşaat alanına sahip olup 3 katlı 4 adet sıra evden oluşmaktadır. Bina ahşap yapı ve betonarme yapı olup toplam proje alanı 11.500 metrekaredir. Binada ısı köprülerinin oluşmasını önlemek için gerekli tasarım kriterleri oluşturulmuş ve 50 Pa basınç farkında hava değişim değeri 0,3 h-1 olarak ölçülmüştür. Bina içi mekanik havalandırma sisteminde ters akışlı hava-hava ısı eşanjörleri kullanılarak %80 ısı geri kazanımı sağlanmaktadır. Havalandırma sistemlerinde taze hava yaşam alanlarına ve yatak odalarına verilirken, kirli hava da mutfak ve banyolardan atılır. Kullanıcıların sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla her hanede 5,3 metrekare güneş kolektörü kullanılmaktadır. Bunun sonucunda sıcak su ihtiyacının %66'sı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Kranichstein Pasif Evi'nde yapılan ölçümler, düşük enerjili ev aletlerinin kullanılmasının elektrik tüketimini ortalama değer in üçte birine kadar azaltabileceğini göstermektedir. Son 15 yılda bina ısıtmasında doğal gazın ortalama enerji tüketimi 9,2 kWh/m² olmuştur; Almanya'daki ortalama ısıtma enerjisi tüketimi 170 kWh/m²'ye kıyasla %94,6 düşüş

göstermiştir. Binanın toplam enerji tüketim değeri o dönemde yürürlükte olan Alman enerji tasarrufu yönetmeliğinde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında verimliliğin %90 oranında arttığı belirlenmiştir. [11]

- Süleyman Demirel Üniversitesi Temiz Enerji Evi, Üniversitenin Yenilenebilir Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından 2003 yılında tasarlanıp 2004 yılında hayata geçirilmiştir. Bu projede pilot olarak seçilen bir evin yenilenebilir enerjiyle ısıtılması ve sıcak su sistemleri, güneş pili gücü ve aydınlatma sistemleri, küçük rüzgar türbini enerji üretimi, güneş enerjisiyle pişirme ve evsel atık biyogaz üretim sistemleri inşa edilmiştir. Temiz Enerji Evi'nin tüm elektrik ihtiyacı 1,5 kilovat kurulu güce sahip güneş pilleri ile karşılanmakta, elektriğin fazlası ise bataryalarda depolanmaktadır. Ayrıca Temiz Enerji Evi'nin sıcak su ve ısınma ihtiyaçları da güneş enerjisiyle karşılanmaktadır. [12]

- Kanagawa Evi, Japonya'da Pasif Ev Enstitüsü tarafından sertifikalandırılan ilk Pasif Evidir. Bina ahşap karkas yapılıdır. Bina 78 m² taban alanına sahip olup çatı teraslı iki kattan oluşmaktadır. Zemin katta yatak odaları, üst katta ortak alanlar bulunmaktadır. Bina çatı terasına üst kattan harici bir merdivenle erişilebilir. Bina kabuğu; çatıda 0,101 W/m²K, dış duvarlarda 0,16 W/m²K, bodrum kat ve döşemelerde 0,217 W/m²K ve çatıda 0,71 W/m²K sağlayarak ısı penetrasyonunu (U) maksimuma çıkarmaktadır. Bina dış cephesinde çevre dostu malzeme olarak kabul edilen sedir ağacı seçilmiştir. Bu ahşap malzeme neme dayanıklı olması ve yerel iklim koşullarına uygun olması açısından önemlidir. Binada yapılan hava sızdırmazlık testi ölçüm sonuçlarına göre 50Pa basınç farkı altında hava değişim oranı 0,14h⁻¹ olarak ölçülmüştür. Mekanik havalandırma sisteminde çapraz ters akışlı ısı eşanjörleri sayesinde %90 oranında ısı geri kazanımı sağlanmaktadır. Bina ısıtılması ve soğutulması klima ile sağlanmaktadır. Bina mekanik havalandırma sisteminde havadan havaya ısı eşanjörleri ve ısıtma sistemleri kullanılması nedeniyle yıllık ısıtma talebi 15 kWh/m² olarak ölçülmüştür. Bina ısıtılması, sıcak su, elektrik ve gerekli yardımcı elektrik için toplam birincil enerji talebi yıllık 113 kWh/m² olarak hesaplanmıştır. Geleneksel Japon evleriyle karşılaştırıldığında bina %85 enerji tasarrufu sağlamaktadır. [11]

- Tıkr, İstanbul ili Ataköy bölgesindeki bir yapı bloku üzerinde yüksek lisans tez çalışması yapmış, yapıyı DesignBuilder yazılım programıyla modelleyip EnergyPlus

yazılım programıyla değerlendirilerek enerji tüketimi ve CO₂ salımını belirlemiştir. Projenin ilk aşamasında ihtiyaç duyulan enerji miktarının azaltılması amacıyla farklı dış tasarım seçenekleriyle iyileştirmeler ve ekonomik değerlendirmeler yapılmıştır. İkinci aşamada ise güneş enerjisinden etkin bir şekilde yararlanmak amacıyla bina cephesine fotovoltaik panel, çatısına ise güneş kollektörü yerleştirerek bu bileşenlerin binanın enerji tüketimi ve CO₂ üretimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. İlk aşamada referans binanın dış kabuğunun ekonomik verimliliği artırılarak binanın enerji tüketiminde %54, CO₂ salım değerinde ise %39 oranında azalma sağlanmıştır. İkinci aşamada cepheye fotovoltaik panel eklenmiş ve çatıya güneş enerjili kolektör yerleştirilmiştir. Bina kabuğuna yapılan bu eklemeler ile enerji tüketiminde %61, CO₂ salımında ise %50 azalma sağlanmıştır. [13]

Karbon ayak izi ile ilgili ulusal ve uluslararası bazı çalışmalar aşağıdaki gibidir:

- Rippon, Cape Town Üniversitesi'nde sürdürülebilir üniversite yaşamı üzerine yaptığı araştırmalarda karbon ayak izini hesaplaması yapmıştır. 2013 ve 2012 yıllarında yapılan çalışmaları üç bağlamda değerlendirerek karbon emisyonları doğrudan ve dolaylı emisyonlar olarak sınıflandırmıştır. Üniversite filosundaki araçlardan kaynaklanan emisyonları ve LPG kullanımını değerlendirerek 2012 yılına kıyasla %12,7'lik bir azalma elde edildiği görülmüştür. 2. Aşamada ise kampüsteki elektrik tüketimini eklemiştir. Son olarak iş veya okul için seyahat eden insanların ulaşımından kaynaklanan CO₂ emisyonunu, gıda ve su tüketimleri de dahil olmak üzere diğer kaynakların CO₂ emisyon miktarlarını da eklemektedir. 2013 yılı CO₂ emisyon değerini 85.360 tCO₂e olarak hesaplamış ve bu değeri 2012 yılı değeriyle karşılaştırdıklarında %2,7'lik bir azalma olduğunu ispat etmiştir. Emisyon yoğunluğu kişi başına 2,87 ton CO₂'den 2013 yılında 2,75 ton karbondioksit düşmüştür. Emisyonları etkileyen ana faktörler, tıp kampüsü tarafından kullanılan elektrik ve insanların iş ve seyahat amaçlı ulaşımından kaynaklanan emisyonlar olarak belirlenmiştir. Raporlara göre toplam emisyonların %76,07'si elektrik tüketiminden kaynaklanmıştır. Cape Town Üniversitesi'nin emisyon değerleri Kaliforniya Üniversitesi (2,74 ton CO₂) ve Monash Üniversitesi (2,47 ton CO₂) ile kıyaslanmış ve daha yüksek olduğu belirtilmiştir. [14]

- Özçelik, yapmış olduğu araştırmasında üniversite kampüslerindeki çeşitli kaynakların karbon emisyon miktarlarını hesaplamıştır. Bu hesaplama kampüste üniversite

yönetiminin filosunun ulaşım için kullandığı yakıt sonucu oluşan karbon emisyonu miktarı, üniversitenin tükettiği elektrik, su ve kampüste oluşan atık miktarı ile akademik personelin, idari personelin ve öğrencilerin ulaşım kaynaklı karbon emisyonları da dahildir. Ulaşımın karbon ayak izini tahmin etmek için iki yöntem geliştirilmiştir. Birinci yöntem akademik, idari personel ve öğrencilerle anket yapmak, ikinci yöntem ise kameralar kullanarak kampüse giren ve çıkan ortalama araç sayısını belirlemektir. Hesaplanan verilere göre yöntem 1'e göre hesaplanan karbon ayak izi 19.706.084 ton CO₂, yöntem 2'ye göre hesaplanan karbon ayak izi ise 10.122.154 ton CO₂'dir. Bulunan değerler arasındaki fark, Tier 1'de ulaşım emisyonları hesaplamasına kayıtlı tüm öğrenciler için yapılması olduğu ifade edilmiştir. Yöntem 2'nin sonuçlarına göre, enerji tüketimi kampüs ayak izinin en büyük girdisi olmuştur ve bunu kampüs ulaşımı takip etmektedir. [15]

- Bonamente ve Cotana, yaptıkları çalışmada prefabrik endüstriyel binaların yaşam döngüsü boyunca sera gazı emisyonlarını (karbon ayak izi) ve birincil enerji tüketimini (enerji ayak izi) analiz etmişlerdir. 4 farklı binanın 50 yıllık hizmet ömrü değerlendirilmiştir. Bina taban alanı 1048 m²'den 21.910 m²'ye çıktıkça dört bina için sonuçlar 1446 kg CO₂/m²'den 1235 kg CO₂/m²'ye ve 6495 kWh/m²'den 5568 kWh/m²'ye düşmektedir. Bina kullanım aşamasının karbon ve enerji ayak izine etkisi yaklaşık %76'dır. Kullanım ömrünün 50 ve 20 yıl olduğu varsayılan 10.000 m²'lik bir bina için karbon ayak izi sırasıyla 2.608 kg CO₂/m²/yıl ve 3.516 kg CO₂/m²/yıl olarak belirlenmiştir. [16]

- Binboğa ve Ünal yaptıkları çalışmada Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin karbon salımı miktarını hesaplamıştır. Bu sayede sürdürülebilir kaynak kullanımına ve küresel iklim değişikliğiyle mücadele için alınması gereken tedbirlere dikkat çekmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda Üniversitenin 2016'daki ana karbon ayak izi değeri 8.953.906 ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. [17]

- Koller, Stucki, Mathez, Itten ve Frei, yaptıkları çalışmada İsviçre'nin Zürih, Davos ve Locarno bölgelerindeki fotovoltaik ve PV/T modüllerinin karbon salımlarını hesaplamak için bir yöntem geliştirmişlerdir. Geleneksel fotovoltaik modüller yalnızca elektrik üretirken, hibrit fotovoltaik/güneş modülleri hem ısı hem de elektrik üretmektedir. Bir PV/T modülünün karbon salımı 245 kgCO₂/m² iken, geleneksel bir güneş enerjisi

sisteminin karbon salımı $276 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ olarak hesaplanmaktadır. Geleneksel modüllerle karşılaştırıldığında PV/T sistemleri daha küçük modül alanlarına ihtiyaç duymaktadır. Davos'taki düşük ortam sıcaklığı fotovoltaiik termal verimliliğini azaltmaktadır. Ancak Davos'taki yüksek güneş radyasyonu, genel elektrik verimliliğinin Kloten'e göre daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Araştırmalar PV/T'yi geleneksel sistemlere göre daha yüksek karbon ayak izi azaltma potansiyeline sahip bir teknoloji olarak tanımlamaktadır. [18]

- Mataracı, ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Türkiye'nin sanayileşmiş bir bölgesinde yer alan bir limanın karbon ayak izini araştırmışlardır. Karbon ayak izini azaltmak için LED ve fosil yakıtlı aydınlatma kullanan kargo ekipmanlarının yerine elektrikli ekipmanlar kullanmışlardır. Bunun sonucunda karbon emisyonunun %14 oranında azalttığı görülmüştür. [19]

Bu çalışmalar göstermektedir ki CO_2 salımı dünya genelinde önemli bir tehdit oluşturmaktadır ve önlem alınması gerekmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015 yılında yapmış olduğu araştırmada toplam 353.594 TEP'lik elektrik enerjisinin 66.620 TEP'lik kısmına karşılık gelen yaklaşık %20'lik kısmı kamu yapıları tarafından harcanmaktadır. Kamu yapılarının uzun süreli ve çok sayıda insan tarafından kullanılıyor olması, bu verilerin ortaya çıkmasına sebep olurken, enerji verimliliğini artırmak için öncelik verilecek grubun olması gerekliliğini göstermektedir. [20]

Ülkemizin de 2016 yılında imzaladığı ve 2021 yılında yürürlüğe aldığı Paris Sözleşmesi, gelişmekte olan ülkeler statüsünde olan bütün ülkelere hedefler tanımlamaktadır. Ülkemiz için karbon emisyon miktarını 2030 yılına kadar %21 düşürülmesi hedefi verilmiş, Cumhurbaşkanlığı tarafından yayınlanan genelge ile bu oran %41'e yükseltilmiştir. 2053 yılında ise sıfır emisyon hedeflenmektedir. Cumhurbaşkanlığı genelgesine uygun olarak tüm sektörler tarafından çalışmalar yapılacak olup, örnek olması açısından üniversiteler ve devlet kurumlarında öncelikli olarak başlayacaktır.

Enerji etkin tasarıma uygun olmayan yapılar enerji tüketimi arttırmakta ve yapıların üretiminde kullanılan doğal kaynaklar hızla tüketilmesine sebep olmaktadır. Binalar için

hammadenin üretiminden, yapının tamamlanıp kullanıcıya teslimine kadar devam eden süreçte ortaya çıkan karbon salımı göz ardı edilemeyecek seviyelerdedir. [21] Öyle ki Erciyes Üniversitesi Kampüsü özelinde yapılmış olan bir çalışma bize yılda yaklaşık 25721 ton CO₂ salımının olduğunu göstermektedir. [10] Simülasyon programları sayesinde bu aşamadaki karbon salımları hesaplanabilmekte ve malzeme seçimi, tedarik yeri vb. konularda önlem alınabilmektedir.

Enerji verimliliğinde ve atmosfere karbon salımı konusunda sayısal veriler bize mevcut durum analizi ve iyileştirme projeleri hazırlanması gerekliliğini göstermektedir. Kamu yapıları arasında da enerji harcamasının yaklaşık %44 oranının eğitim yapıları tarafından kullanılıyor olması, araştırmamızda bu alana yönelmeyi gerektirmiştir. [20]

Bu tez kapsamında Kamu yapıları arasında yer alan Üniversitelerin, Kütüphane Binaları üzerinde inceleme ve değerlendirmeler yapılmış, iyileştirme önerileri sunulmuştur. 2023 yılı itibariyle ülkemizde YÖK'e bağlı 208 Üniversite bulunmakta ve toplam 6.950.142 öğrenci eğitim görmektedir. [22] Kayseri ilinde bulunan Erciyes Üniversitesi'nde 2023 yılı itibariyle toplam 48.741 öğrenci bulunmaktadır. Üniversite merkez kütüphanesi haftanın 7 günü 8.30-23.00 saatleri arasında hizmet vermektedir. Yerinde yapılan incelemeler sonucunda floresan lambalar ile aydınlatılmakta olan yapıda öncelikle aydınlatma için kullanılan enerji ve CO₂ salımı açısından ve mimari tasarımı açısından durum analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, kütüphanelerin 7/24 esasına göre çalışabileceği de göz önünde bulundurularak, görsel konfor şartlarını sağlamasını temel alan, mimari aydınlatma tasarımı ile enerji verimi yüksek ve daha az CO₂ salımı yapacak şekilde revize edilmesine yönelik öneri projesi sunulmuştur. Farklı armatür ve aydınlatma sistemlerinin, mevcut duruma göre sağlayacağı faydalar, mekâna ait yeni bir aydınlatma tasarımı ile ortaya koyulmuştur. Yapılmış olan analiz ve önerilerde EN-15193 standardından yola çıkarak Türkiye için hazırlanmış olan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinin parametreleri temel alınmıştır.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2022 yılında yayınlanan Türkiye Ulusal Enerji Planına göre 2053 yılında net-sıfır emisyon hedefi belirlenmiştir. Ayrıca 2011 yılı başlangıç sayılarak yapılan çalışmalar, analiz ve eylem planları da hem enerjiyi verimli kullanmanın hem de CO₂ salım miktarlarının azaltılmasına yönelik

olduğunu göstermektedir. Bakanlık tarafından enerji verimliliği çalışmaları ile Türkiye'nin Enerji Yoğunluğunun (milli gelir başına tüketilen enerji) 2030 yılına kadar, 2011 yılına göre en az %41 azaltılması hedeflenmiştir. Bu konuda “Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) Destekleri” yayınlanmış ve 2009 yılından 2021 yılına kadar toplam 571 proje desteklenmiştir. [23] (Tablo 1)

Tablo 1: Verimlilik Artırıcı Proje Destekleri(Güncellenme: 31 Aralık 2021) [23]

	Proje Sayısı	Yatırım Bedeli (TL)	Destek Tutarı (TL)	Parasal-mali Kaynak Tasarruf (TL/yıl)	Enerji Tasarrufu (TEP/yıl)
Destek Verilen	346	189,40 milyon	47,20 milyon	137,10 milyon	75.751
Uygulaması Devam Eden	225	305,70 milyon	91,50 milyon	111,40 milyon	35.916
TOPLAM	571	495,10 milyon	138,70 milyon	248,50 milyon	111.666

Binaların enerji tüketimini analiz etmek ve Enerji Sınıfı Sertifikasını düzenleyebilmek için uluslararası standartları ve bu standartlara dayanarak hazırlanmış bilgisayar programlarını kullanmak gereklidir. Bu tez çalışmasında, kütüphanelerin mevcut aydınlatma sistemleri, görsel konfor şartlarının yeterliliği ve yıllık enerji tüketimi hesapları için DiaLUX programı, karbon salımı hesaplaması için ise DiaLUX programının yanında Tier yaklaşımı ve DEFRA yaklaşımları ile değerlendirme yapılmıştır. Seçilen kütüphane yapılarının okuma salonu, çalışma salonu, ofis vb. gibi kapsamında değerlendirme yapılmıştır. Seçilen örnek yapılarda yalnızca aydınlatma enerjisi ve aydınlatmanın oluşturduğu CO₂ salımı üzerinden değerlendirilmiş olup, havalandırma, ısıtma-soğutma vb. enerji tüketen parametreler bu tez çalışması için kapsam dışı olarak kabul edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamındaki birincil hedef; aydınlatma için harcanan enerjinin belirlenmesi, bu enerjinin üretiminden tüketimine kadar olan süreçte ortama yaymış olduğu CO₂ miktarının tespit edilmesidir. İkincil hedef ise görsel konfor koşullarını

sağlamaya yönelik EN-15193'ye göre hazırlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği parametreleri ile CO₂ salımı hesaplama yöntemleri esas alınarak enerji verimliliğinin artırılması ve CO₂ salım miktarının azaltılması için öneriler sunmaktır. Çalışma alanı ve ana örneklem yapı olarak Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi seçilmiştir. Çalışma alanındaki görsel konfor koşullarının düzeyi, üzerinde durulması ve sağlanması gerekli olan en önemli ölçütlerdendir. Tez kapsamında ele alınan yapının öncelikle mevcut durum analizi yapılmıştır. Kullanılan armatürler, cephe açıklıkları, iç mekanda kullanılan yüzey renkleri gibi veriler simülasyon programlarına girilmiş ve harcanan enerji ile atmosfere yayılan CO₂ miktarı hesaplanmıştır. İlgili referans standardına göre belirtilmiş olan kütüphane binalarındaki görsel konfor koşulları düzeyine uygunlukları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak, yapı içindeki hacimlerin kullanım türlerine göre görsel konfor düzeyleri yeniden belirlenmiştir. Her kullanım alanı için standartlarda belirtilen aydınlık düzeyi, parlıltı, yansıma vb. değerlerine uygun olacak şekilde, doğal aydınlatmaya destek olacak yapma aydınlatma sistemleri seçilmiştir. Enerji verimliliğini en iyi düzeye getirecek, CO₂ salımını en az seviyeye indirecek armatür tipolojisi, armatür sayısı ve yüzey renkleri gibi kombinasyonlar simülasyon programlarına girilmiştir. Simülasyon programlarından çıkan sonuçlara göre iyileştirme önerileri üzerinde çalışılmıştır. Mevcut tüm değerlendirmeler yapılırken seçilen referans bina ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi üzerine yapılan önerilerin, başta incelenmiş olan referans kütüphane binasında olmak üzere tüm kütüphane binalarına örnek teşkil edecek durumda olması hedeflenmiştir.

2. BÖLÜM

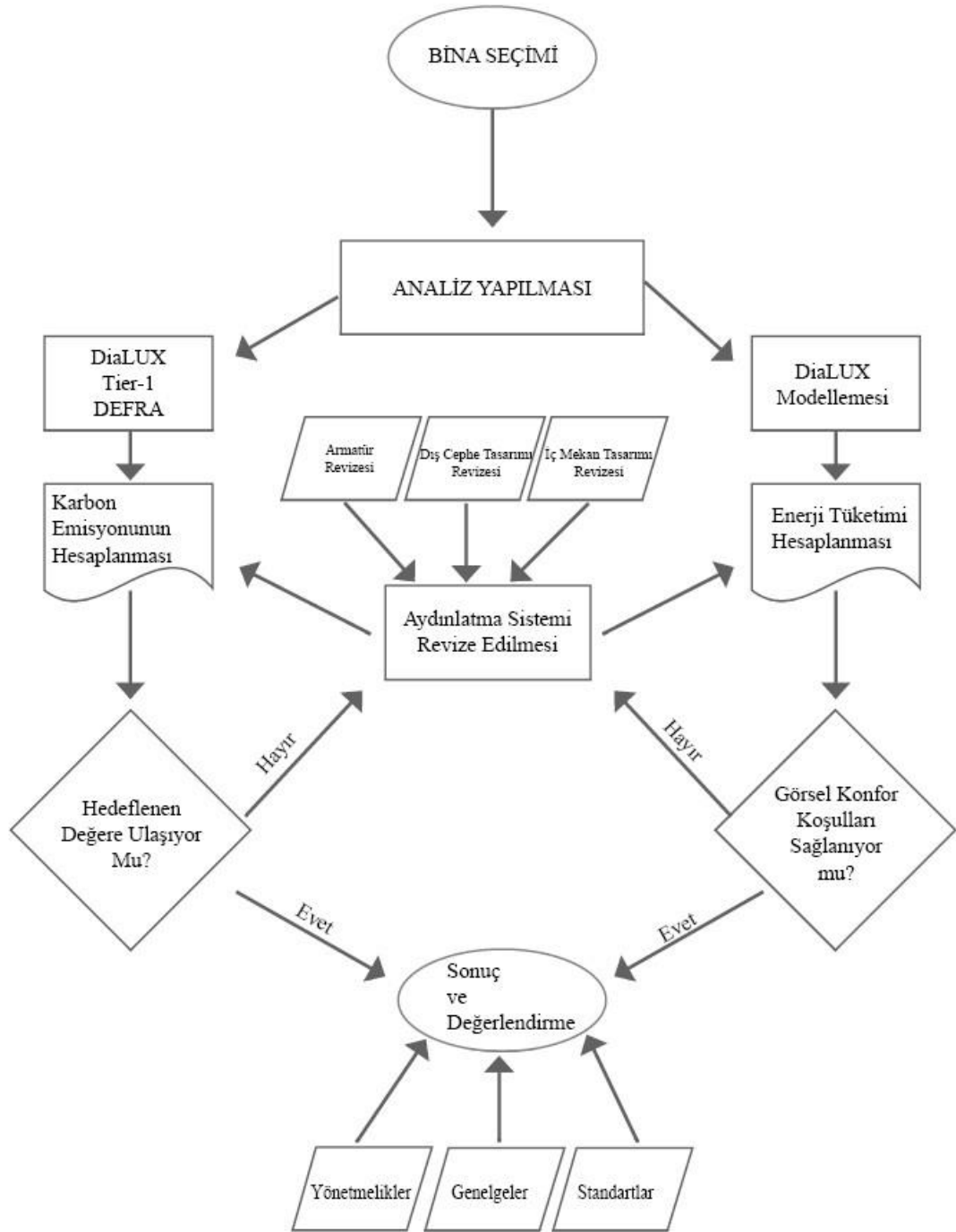
YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem

Günümüzde, yapı sektörünün güçlendirilmesi ve yenilenmesi için çeşitli müdahaleler yoluyla enerji tüketiminin ve CO₂ salımının azaltılmasının önemi iyi bilinmektedir. Bu doğrultuda bu çalışma, inşaat sektörünün toplam elektrik tüketiminin yaklaşık %20'sini oluşturan bina aydınlatma enerjisine ve CO₂ salımına odaklanmıştır. [24] EN 15193-1:2007 “Binaların enerji performansı Aydınlatma için enerji gereksinimleri” standardında, yapay aydınlatmanın enerji tüketimini değerlendirmek için farklı hesaplama yöntemleri mevcuttur. Dönemindeki adı Bayındırlık ve İskân Bakanlığı olan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından binalarda enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılması, çevre kirliliğinin ve enerji israfının önlenmesi amacıyla 05 Aralık 2008 tarih 27075 sayılı resmi gazete ile “Binalarda Enerji Performans (BEP) Yönetmeliği” yayınlanmıştır. 5 Aralık 2009’da ise yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikten hareketle de 7 Aralık 2010 tarihinde BEP-Tr “Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliği” adı altında yürürlüğe girmiştir. Bu tez kapsamında Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği parametreleri esas alınarak veriler elde edilmiştir. Bu çerçevede gün ışığı ve bina içi aydınlatma sistemlerinin aydınlatma tüketimleri üzerindeki etkisini anlamak için bir kamu yapısı olan Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binası örnekleme üzerinden aydınlatma enerjisi ve buna bağlı CO₂ salımı analiz edilmiştir. Simülasyonlar için DiaLUX programı, karbon emisyonları hesaplaması için ise DiaLUX Programının yanında Tier Yaklaşımı ve Defra Yaklaşımı kullanılmıştır. Yapının tüm hacimleri, mevcut aydınlatma armatürleri, yüzey renkleri, cephe açıklıkları vb. girdilerine göre modellenmiş, bina çevresinde bulunan ve aydınlık

düzeyine etki eden etmenler girilmiş, sonuçlar analiz edilmiştir. Aynı zamanda bu elde edilen verilerden hareketle aydınlatma sistemindeki enerji tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan CO₂ salımı miktarı hesaplanmıştır. Bu tez çalışmasının sonucu olarak ise mevcut yapıya mimari olarak aydınlatma tasarımı yapılarak görsel konfor koşullarının sağlanması, aydınlatma enerji verimliliği sağlanması ve CO₂ salım miktarının azaltılması hedeflenmiştir. Bulunan enerji tüketim değerleri Türkçe adı “Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği” olan ASHRAE’nin(American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) yayınlamış olduğu standarda göre değerlendirilmiştir. Karbon salımı ile ilgili ise Şekil 14’te verildiği gibi en 2033 ve 2053 hedef değerlerine uzaklığı karşılaştırılmıştır. Karbon salımı ile ilgili olan tüm çalışmalarda standart birim olarak kişi başına düşen toplam(ısınma-soğutma, aydınlatma, ulaşım giderleri vb. dahil) karbon emisyon miktarı alınmaktadır. Bu çalışmada ise yalnızca aydınlatma için kullanılan enerji ve buna bağlı olarak ortaya çıkan karbon emisyonu hesaplanmaktadır. Ülkemizdeki kamu yapılarının enerji tüketim ve karbon salımı azaltılmasına yönelik genelgelerde hedeflenen oranlara göre karşılaştırma yapılmaktadır.

Yapılan çalışmaların iş akışını gösteren şema Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: İş Akış Şeması

3. BÖLÜM

ENERJİ ETKİN BİNA VE KARBON AYAK İZİ KAVRAMLARI

3.1 Enerji Etkin Bina Kavramı

İçinde bulunduğumuz çağda hızla gelişen teknoloji, enerjilerin tüketimindeki artışı da beraberinde getirmektedir. Gelecek nesillere yaşanılabilir bir Dünya bırakma amacı küresel bir sorun haline gelmiştir. Doğal döngüyü bozmadan yaşamak ve yapılaşmak adına küresel boyutta çalışmalar hız kazanmış durumdadır. Yapılarda ilk hammadde temininden başlayarak, yapının ömrünü tamamladığında ortaya çıkan atıkların imhasına kadar geçen süre de bu döngünün içindedir. Özellikle yapının ısınma-soğutma ve aydınlatma ihtiyacı çoğunlukla yenilenemeyen ve/veya fosil kaynaklardan sağlanmaktadır. Sürdürülebilir kaynaklara yönelim yapının mimari tasarım aşamasında da etkisini göstermeye başlamış ve enerji etkin binalara yönelim artmıştır.

Enerji etkin bina; ön tasarım aşamasından başlayarak, yapımı, kullanımı ve kullanım sonrası yıkım aşamalarında doğal döngüye zarar vermeyecek biçimde tasarlanan yapılar olarak tanımlanır. Bu tür yapılar ihtiyaç duydukları enerjiyi doğal yollardan ve geri dönüştürülebilir kaynaklardan karşılamaya çalışmakta ve tükenbilir enerji kaynaklarına minimum düzeyde bağlı kalırlar. Enerji etkin binalar tasarlanırken; yapı, yapı aralıkları, yer, su ve malzeme korunumu, iklimsel veriler, yapının kabuk ve/veya cephesine ilişkin parametreler göz önüne alınmaktadır. [25]

3.1.1 Enerji Etkin Bina Kavramında Etkili Olan Parametreler

Bir yapının “Enerji Etkin Bina” olabilmesi için çeşitli parametrelere ihtiyaç vardır. Parametreler binaların enerji tüketimini minimum seviyeye indirmeyi amaçlar ve birbirleriyle ilişkili şekilde tasarım yapılması gereklidir. Bu parametreleri, dış çevreye ilişkin parametreler ve binaya ilişkin parametreler olarak sınıflandırmak mümkündür.

3.1.1.1 Dış Çevreye İlişkin Parametreler

- Topografya

Bir yapının ön tasarım aşamasından ve uygulama kararları alınıncaya kadar ilk yapılan analiz, konumlandırılacak arazinin yapısı ve özellikleridir. Topografya olarak karşımıza çıkan bu parametre arazinin yüksekliği, eğimi, engebeleri, reliyef etkisi, yeraltı madenleri, su kaynakları, zemin taşıma değeri ve fay hatlarının durumu gibi yapısal koşulları karşılamaktadır. [26] Arazinin topografik yapısına göre yönelim belirlenecek ve kütle oluşumunun kararları verilecektir. Hakim rüzgar yönü, Güneş yönü ve ısınımı gibi temel veriler bu parametre içinde incelenerek tasarıma yansıtılmaktadır.

- İklim

Geleneksel mimariden başlamak üzere, neredeyse tüm yapılarda iklim şartları göz önüne alınarak tasarım yapılmaktadır. İklim şartları ve iklim bölgeleri bu başlık altında incelenmektedir. Enerji etkin binaların tasarruf sağlama özelliği büyük ölçüde mevcut iklim koşullarının doğru analiz edilerek, malzeme seçimi, cephe açıklığı, yapının formu vb. ile ortaya çıkar. Türkiye’de beş ana iklim bölgesi görülmektedir. Bunlar;

- * Sıcak-nemli iklim bölgesi
- * Sıcak-kuru iklim bölgesi
- * Soğuk iklim bölgesi
- * Ilımlı-kuru iklim bölgesi
- * Ilımlı-nemli iklim bölgesi’dir.

- Peyzaj ve Bitkisel Ögeler

İklim bölgeleri ile de ilişkilendirilebilen bu parametre, enerji etkin binaların enerji tasarrufu sağlaması açısından ek olarak kullanılabilir. Geniş yapraklı bitkilerin yoğunlukta olduğu iklim bölgelerinde bitkiler güneşi kırmak ve fazla ısınmayı engellemek amaçlı yapının güney cephesinde konumlandırılabilir. Soğuk iklimin

ağırlıkta olduğu bölgelerde ise daha kısa boylu ve çalı türü bitkilendirme tercih edilerek güneşin yapıya ulaşmasına izin verilmelidir.

- Binanın Çevresindeki Yapılar

Yapıların bulunduğu çevrenin yoğunluğu hakim rüzgarı ve güneş ışınımını etkilemektedir. Yapıların yoğun veya yüksek olduğu alanlarda hava sirkülasyonu daha az olmaktadır. Bununla birlikte hava sıcaklığı artmakta ve yapıların soğutması ve havalandırması için ek yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Doğal aydınlatmaya engel olacak düzeydeki yakın veya yüksek yapılar görsel konforu da azaltmakta, yapma aydınlatma sistemlerine ihtiyaç duyarak enerji etkin bina hedefine ulaşılmasını olumsuz etkilemektedir.

3.1.1.2 Binaya İlişkin Parametreler

Enerji etkin bina tasarımında bina ile ilişkili parametreler, bina yeri, bina formu, bina kabuğu, dış cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler ve yükseklik durumu, binaların iç mekân çözümlemesi olmak üzere 6 başlık altında incelenebilir. Binanın kendi yapısıyla ilgili olan bu parametreler, iklim şartları gibi dış parametrelerden de etkilenmektedir. Enerji etkin olarak sınıflandırılabilmesi için aydınlık düzeyi ve ısıtma-soğutma için harcanan enerjilerin en az düzeyde tutulmasını sağlayacak tasarımlar yapılması gereklidir. Yeterli aydınlatmanın ve havalandırmanın sağlanamayacağı yerlerden, yüksek bina çevrelerinden ve iç mekân çözümlemelerinden kaçınmak gerekecektir.

3.1.2 Enerji Etkin Binalarda Kullanılan Sistemler

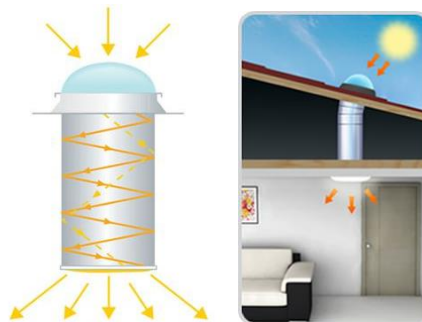
Enerji etkin binalar, ihtiyaç duyduğu enerjiyi kendi bünyesinden sağlamaya çalışan yapılardır. Enerjinin binanın kendi bünyesinden sağlanması da doğal ve yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde mümkün olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji olarak sıralanabilir.

Güneş Enerjisi, yapılarda en çok tercih edilen ve yapıya en kolay uyum sağlayabilen tükenmez enerji kaynağıdır. Enerji etkin binaların tasarımındaki birçok parametrenin asıl kaynağı Güneş enerjisidir. Binalarda pasif olarak kullanılabildiği gibi, teknolojik sistemlerle de desteklenerek mimari çözümler sunabilmektedir.

3.1.2.1 Pasif Sistemler

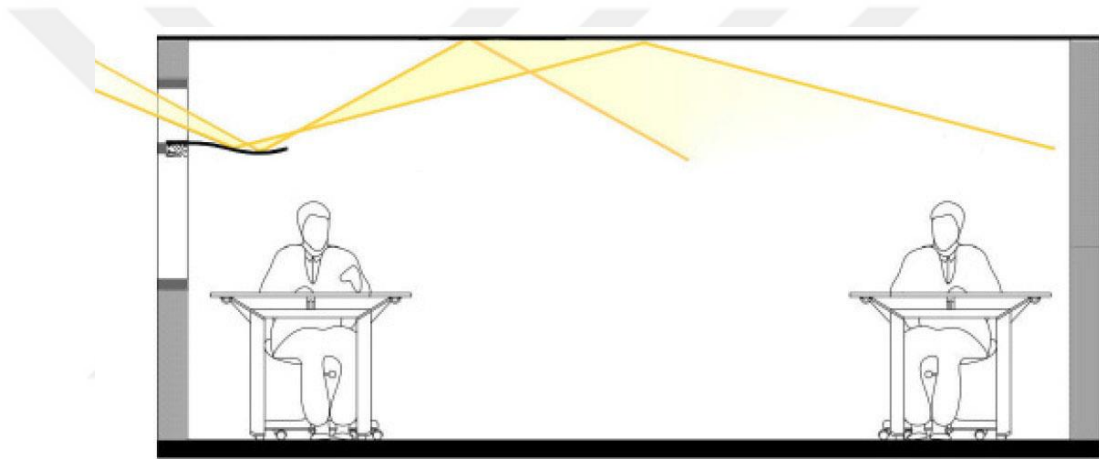
Pasif olarak gün ışığının binaya girişi doğrudan veya dolaylı yollarla sağlanabilmektedir. Mimari olarak bakıldığında pasif sistemlerdeki amaç soğuk günlerde Güneş'ten ısı kazanımı sağlamak ve sıcak günlerde ise aydınlatma, doğal havalandırma, soğutma sağlayabilmektedir. Sistem, ısıнын güneşli günlerde cephe açıklıkları sayesinde bina içinde toplanması, depolanması ve dağıtılması şeklinde gerçekleşir. Güneş ışığından pasif olarak doğrudan faydalanılması cephedeki pencereler ve ya çatı ışıkları sayesinde olduğu gibi, pasif olarak ve dolaylı yünden faydalanılması için güneş kırıcılar, güneş rafları, ısı bacaları ve ışık bacaları gibi elemanlar kullanılabilir. [27]

- Güneş Tüpleri: Doğrudan gün ışığı almayan mekanlarda doğal aydınlatma sağlamaya yararlar (Şekil 2). Güneş tüplerini 3 bölümde incelemek gerekirse;
 - Gün ışığıyla direk temas eden yerde –genelde çatıda- özel akrilik kubbe bulunur. Kubbe gün ışığını toplayarak ikinci bölüm olan reflektif kanala iletir.
 - Reflektif kanal içi ayna veya yansıtıcı malzemelerle kaplı bir tüptür. Bu kanala giren gün ışığı, aynalar veya yansıtıcı yüzeyler tarafından yansıtılarak taşınır ve son aşama olan difüzere ulaşır.
 - Difüzör aydınlatılması istenen mekanın içinde bulunan, güneş tüpünün en son kısmıdır. Difüzöre gelen gün ışığı homojen bir şekilde mekana aktarılarak aydınlatma sağlanmış olur.



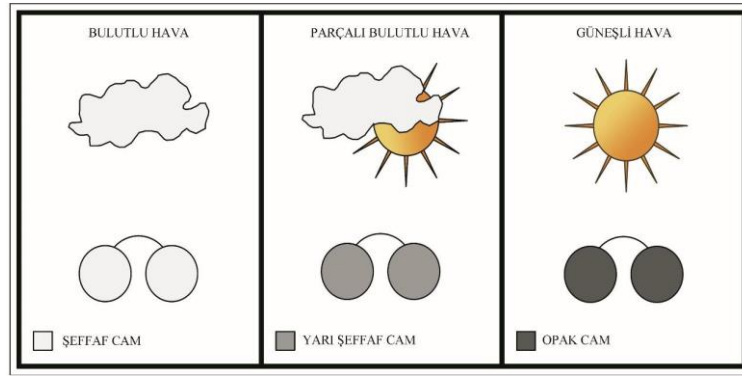
Şekil 2: Güneş Tüpü (<http://www.sunvia.net/nasil.php>)

- Işık Rafları: Bir mekana direk olarak alınan gün ışığının yeteri kadar hacmin sonuna ulaşamaması veya homojen olmaması durumlarında ışık rafları kullanımı tercih edilir. Genellikle dar cepheli ve derin mekanlar ile güney cephede bulunmasından dolayı çok fazla direkt gün ışığı alan mekanların homojen olarak doğal aydınlatılması amacıyla kullanılır. Işığı homojen olarak dağıtabilmek için gün ışığının yüzeylere çarparak yansıtılması istenir. Direkt gün ışığı genellikle kamaşmaya sebep olur. Işık rafları kamaşmayı önlerken, ışığı yukarı yansıtarak hacmin derinliklerine erişimini ve dağılımını güçlendiren elemanlardır (Şekil 3). [27]



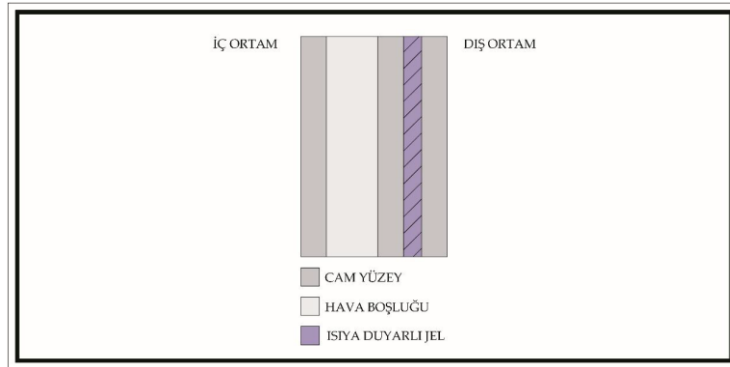
Şekil 3: Işık Rafı (<https://www.gunisigiaydinlatma.com/Product/SkyboxShelf>)

- Pasif Cam Sistemleri: Harici bir elektriksel kontörle gerek duymaksızın, tamamen çevresel ve doğal etmenlere tepki vererek ısı ve ışık kontrolü sağlayan cam sistemleridir. Herhangi bir kullanıcıya ve enerjiye gerek olmaması enerji etkin binalarda tercih edilme sebepleri arasında sayılabilir. Kendi içinde farklı teknolojik türleri bulunmaktadır.
 - Fotokromik Camlar: Işğın etkisiyle saydamlığı ve rengi değışerek ısı ve ışık kontrolü sağlayan camlardır. Güneşten gelen ultraviyole (UV) ışınların etkisiyle koyulaşarak zararlı UV ışınlarının karşı tarafa geçişini sınırlar. Yoğun ışık etkisi geçtiğı zaman tekrar şeffaf halini alır. Parıltıya, kamaşmaya ve aşırı ısınmaya yönelik olumlu çözümler sunmasına karşılık maliyeti ve dış ortam şartlarına karşı dayanma güçlüğü sebebiyle yapılarda nadiren ve bölgesel olarak kullanılmaktadır (Şekil 4). [28]



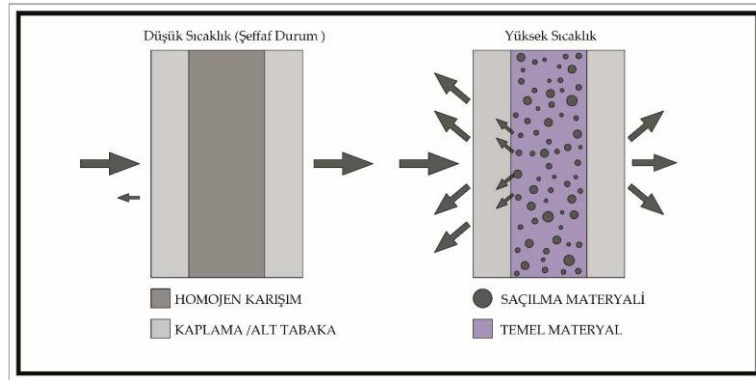
Şekil 4: Fotokromik Camların Şeffaflık Değişimi Gösterimi [28]

- Termokromik Camlar: Güneş ışınlarından kaynaklanan sıcaklığın etkisiyle şeffaflığı değişim gösteren cam türüdür. Çift camdan oluşur ve camların arasındaki özel jelin günışığı sıcaklığıyla tepki vererek opaklaşması, ısı düştüğünde yeniden şeffaflaşması şeklinde çalışır. Genellikle binalarda ısı kontrolü sağlamak için kullanılırlar. Kışın günışığının sürekli olarak düşük sıcaklıkta, yazın ise sürekli olarak yüksek sıcaklıkta gelmesi, çalışma performansını olumsuz etkileyerek istenilen sonuca ulaşılmasını engelleyebilmektedir (Şekil 5). [28]



Şekil 5: Termokromik Cam Kesiti [28]

- Termotropik Camlar: Çalışma prensipleri bakımından termokromik camlar benzerler (Şekil 6). Aralarındaki fark ise jel yerine sıcaklığı etkisiyle homojen yapıdan agregalı yapıya geçiş yapan su ve plastik bazlı polimer malzemeden kaynaklıdır. Bu malzeme normal sıcaklık altında homojen bir yapıda iken sıcaklığın etkisiyle ısıyı ve ışığı yansıtan tanecikli bir yapıya dönüşerek beyaz opak cam görüntüsünü alır. Işığa tepki durumu termokromik camlardan daha hassas olduğu için mimaride kullanımı daha yaygındır. [28]



Şekil 6: Termotropik Cam Kesiti [28]

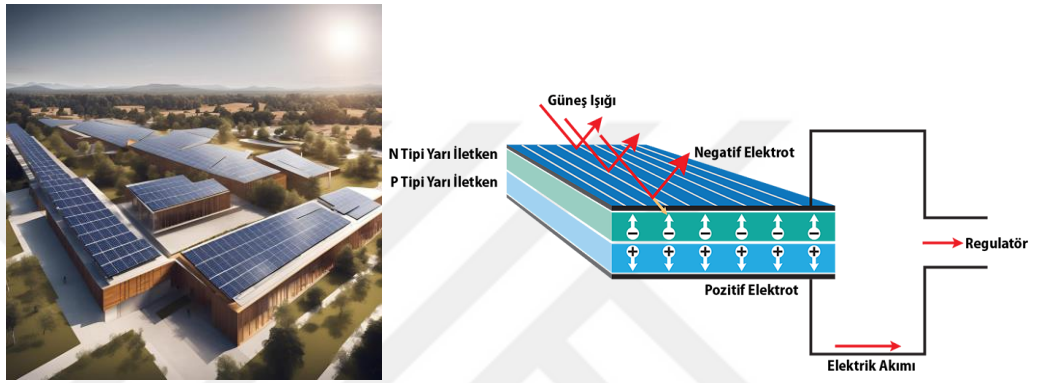
- Faz Dönüştürücü Camlar: Çift camlı pencerelerin arasına faz dönüştürücü malzeme doldurulmasıyla oluşturulan cam türüdür. Bu malzeme sıcaklık arttığında katı halden sıvı hale, azaldığında ise sıvı halden katı hale geçiş yaparak ısı ve sıcaklığın geçişini düzenlemiş olur. Genellikle parafin ve benzeri malzemelerin kullanıldığı bu cam türü maliyet açısından diğerlerinden daha uygun olmasının yanında sürekli faz değiştirmesinden kaynaklı hacim değişiklikleri camın kullanım ömrünü kısaltmaktadır. Yeni teknolojiler ve yeni maddelerin bulunmasıyla hacim değişikliği en aza indirilebilirse tercih edilme sıklığı artacaktır. [28]

3.1.2.2 Aktif Sistemler

Teknolojik gelişmelerin yardımıyla ortaya çıkan sistemler ise “Aktif Güneş Enerji Sistemleri” olarak adlandırılır. Bu sistemler güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılması esasına dayanır. Aktif sistemler denildiğinde akla ilk gelen sistem Fotovoltaik Sistemlerdir. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürerek, başta aydınlatma ve ısıtma-soğutma için gerekli olan enerjiyi sağlama prensibine dayanır. En fazla verimi elde edebilmek için panellerin birbirlerine gölge yapmayacak şekilde yerleştirilmeleri gerekmektedir. [25]

- Fotovoltaik Sistemler: Fotovoltaik hücrelerden oluşan cam yüzey üzerine gelen güneş ışıklarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren panellerden oluşan sistemdir. Yüzey alanına ve teknolojisine göre çok farklı ölçeklerde enerji üretebilen bu sistemler son zamanlarda günlük yaşamdan endüstri yapılarına kadar her alanda kullanılabilmektedir. Güneş ışığını en verimli alabilmesi için

bölgeye göre değişen en uygun eğim ile monte edilmeli gerekse de gün ışığının yansıdığı her açıda elektrik üretebilmektedirler. Yakın gelecekte en çok tercih edilen sistem olacağı öngörülmektedir. Binalarda yoğun olarak çatılarda kullanılmaktadır. Üretilen elektrik akümülatör gibi kaynakları da doldurabilmesinden dolayı, sadece gün ışığının olduğu zamanlarda değil, gün ışığı olmadığı zamanlarda bile elektrik tesisatına bağlı tüm cihazlarda kullanılabilmektedir (Şekil 7 ve Şekil 8). [25]



Şekil 7: Fotovoltaik Panel Genel Prensip Gösterimi ve örnek Uygulaması (Yapay zeka ile hazırlanmıştır.)



Şekil 8: Fotovoltaik Paneller- The Solar Settlement in Schlierberg, Freiburg, Germany [29]

Günümüzde güneşin en temiz ve en ucuz enerji kaynağı olduğunun anlaşılmasından dolayı fotovoltaik paneller sıklıkla tercih edilmektedir. Hızlı şekilde teknolojik gelişmelerle kendini geliştiren bu sistemde monokristal ve polikristal hücreler kullanılmakta ve nanokristal hücrelerin üretilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Monokristal hücreli paneller ilk çıkan sistemler olup günümüzde piyasada en çok tercih edilen sistem olmaya devam etmektedir. Geliştirme çalışmaları devam etmekte ve panellerin verimleri sürekli olarak artırılmaktadır. Polikristal paneller ise ribbon silisyum teknolojisiyle yapılmakta olup, monokristal sistemden daha yeni olmasına karşılık verimi daha düşük değer aralığında çıkmaktadır. Polikristal sistemler de ribbon silisyum teknolojisinin yanında amorf silisyum, kadmiyum-tellür vb. teknolojilerle geliştirilmeye devam etmektedir. [25]

- Rüzgar Tribünleri: Alternatif enerji kaynaklarına yönelik küresel eğilim, rüzgar enerjisinin doğası ve kullanımına ilişkin soruların yanıtlanmasını zorunlu kılmaktadır. Rüzgâr, uygun araştırma ve planlamalar yapıldığı sürece ekosistem için de faydalı, temiz, sürdürülebilir ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Hidroelektrik enerjinin su kaynaklarında yarattığı değişimlerin yanı sıra nükleer enerji ve termik enerjinin çevre ve doğaya yönelik tehditleri dünyanın her bölgesinde alternatif enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Güneş enerjisiyle beraber rüzgar enerjisi de sıklıkla kullanılmaya başlanan temiz ve ucuz enerji kaynağı haline gelmiştir. Güneş panelleri kadar boyutlarının kolay değiştirilememesinden dolayı daha çok kurumlar tarafından endüstriyel olarak kurulmaktadırlar. Özellikle sürdürülebilir proje yatırımlarında giderek daha önemli hale gelmektedir. Kullanılan başlıca alanlar; Bahçe, park ve sokak aydınlatmaları, Su depolama sistemleri, Soğutma sistemleri, Su pompalama sistemleri, Soğutma, Lojistik ve Zirai öğütme işlemleri olarak sıralanabilir. Rüzgar tribünlerinin eksenlerine göre sınıflandırılması yapılmakta, dikey eksenli ve yatay eksenli tribünler olarak adlandırılmaktadır (Şekil 9 ve Şekil 10). [30]



Şekil 9: Rüzgar Tribünleri-Strata Tower,Londra [31]

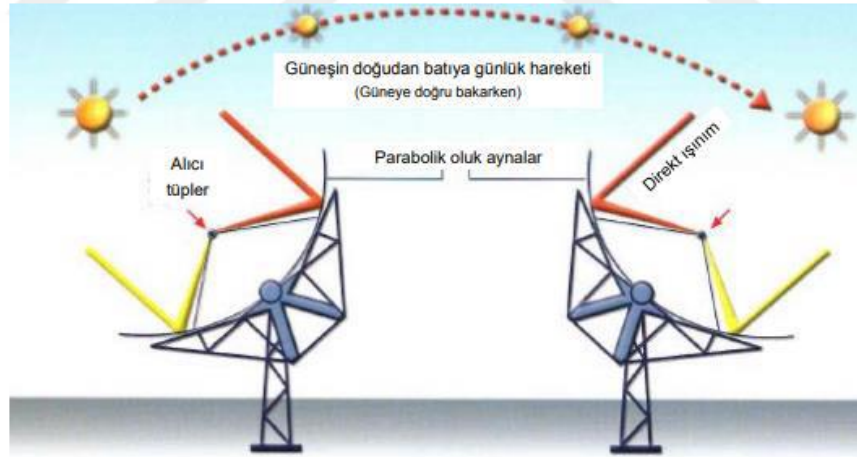


Şekil 10: Yatay Eksenli ve Dikey Eksenli Rüzgar Tribünleri [32]

- Isı pompaları: Temel prensip hacimler arasında ısı taşınmasına dayanır. Sistem çalışması için dışarıdan enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Örneğin kış aylarında dış hava, toprak, nehir suyu, göl suyu gibi ortamlardan alınan ısıyı, ısıtılması istenilen alana taşıırken, yaz aylarında ise serinletilmek istenilen alandan alınan ısı dış hava, toprak, nehir suyu, göl suyu vb. ortamlara aktarılır. Sıcaklık kaynağı olarak kullanılacak ortamın seçilmesi ise iklim şartları, coğrafik yerleşim, ilk yatırım maliyeti gibi pek çok faktöre bağlı olmaktadır. Isı pompaları kaynaklarına göre dört ana gruba ayrılır. Bunlar; toprak, hava su ve diğer kaynaklardır. [26]

- Isıl Güneş Teknolojileri: Temel prensibi güneş ışınlarının ısınıpı direk kullanmak veya elektrik enerjisine çevirerek kullanmak olan bu sistemler en basit haliyle sıcak su temin etmek için kullanılan sistemlerdir. Sıcak su temin etmek için kullanılan sistemler basit olarak depodaki suyun güneş panellerinin içindeki borulardan geçerek ısınmasının yanında daha büyük ölçekli yapılar ve kullanıcı gruplarında da pompalı sistemler olarak kullanılır. Elektrik enerjisiyle depodaki suyun sirkülasyon yapmasını sağlayan pompalı sistemler açık sistem veya kapalı sistem olarak farklı şekillerde kullanılabilir. Açık sistemlerde kolektörlerin içindeki su direk olarak güneş ışığı tarafından ısıtılırken kapalı sistemlerde güneşin ısıttığı su kolektörlerdeki suyu ısıtacak şekilde çalışmaktadır. Bu sistemlerde ortak olarak düzlemsel paneller kullanılır ve tek yönden gelen ışığın etkisiyle çalışır. [26]

Güneş ışığından daha fazla yararlanabilmek için ise düzlemsel paneller yerine yoğunlaştırıcı paneller tercih edilebilir. Bu sistemlerde güneş ışığı tek bir noktada toplanarak yoğunlaştırılır ve daha yüksek ısı enerjisi vermesi sağlanır (Şekil 11).



Şekil 11: Yoğunlaştırıcı Güneş Sistemi Örneği [26]

- Jeotermal Enerji Kullanımı: Yer altından sondajlar ile çıkarılan sıcak sudan elde edilen enerjidir. Jeotermal su olarak adlandırılan bu su direk olarak döşeme arasından geçirilerek yerden ısıtma şeklinde mekanların ısıtılmasında kullanılabilir gibi, yüksek derecede buhar üretmesi sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülerek de kullanılabilir. Yüksek yoğunluklu buhar jeneratörleri çalıştırarak elektrik enerjisine dönüştürülür ve tesisata aktarılmasıyla yapının tümünde kullanılabilir duruma gelir. [26]

3.2 Enerji Etkin Bina Kapsamında Etkili Olan Karbon Ayak izi Kavramı

Karbon ayak izi, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının tarifiyle, kurumların veya bireylerin her türlü enerji tüketimi faaliyetlerinden kaynaklanan, karbondioksit gazı ile ölçülen toplam sera gazı emisyonu miktarıdır. [33]

M. Wackernagel ve W.Rees 1998 yılında, ekolojik ayak izinin bir alt grubu olduğunu ifade etmiştir. İnsanların yaşamları boyunca ürettikleri karbondioksiti benimsemesi için gerekli arazi alanı karbon ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Özetle karbon ayak izi için bir varlığın faaliyetleri sonucu küresel ısınmaya etkisi denilmiştir. [34]

Özer 2002 yılında, herhangi bir canlının ayak büyüklüğüyle ve kütlesiyle ilgili olarak zamanla değişebilen bir iz şeklinde tanımlamıştır. [35]

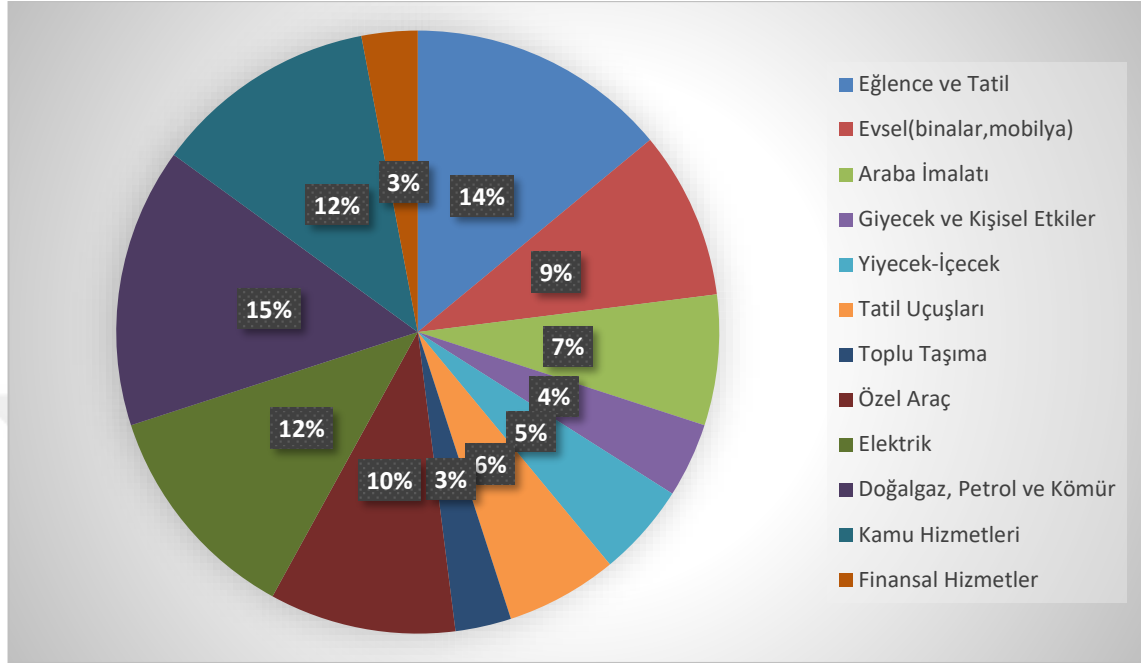
Balta 2020 yılında, insanların hayatları boyunca ihtiyaçlarını karşılamak için tüketeceği veya kullanacağı; ürünlerin ise üretim aşamasından, kullanımının sonlandırılmasına kadar geçen sürede tüketeceği enerjinin emisyonlarının atmosfere yayılmasıyla oluşan karbon miktarlarına karbon ayak izi denileceğini belirtmiştir. [36]

Karbon ayak izi literatürde, sera gazı ayak izi, iklim ayak izi, gömülü karbon ve sanal karbon gibi olarak da ifade edilmektedir.

3.2.1 Karbon Ayak İzini Oluşturan Bileşenler

Karbon ayak izi, insan faaliyetleri sonucunda oluşan sera gazı miktarıdır. Sera gazlarının da bir bölümü atmosferde doğal olarak bulunur ve atmosferin ısınarak Dünya’da yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştirilebileceği ortamı sağlar. CO₂, NO_x ve CH₄ gazları atmosferde doğal olarak bulunan gazlardır. Yeni oluşan bu tür gazların yüzyıllarca ömrü olduğu tespit edilmiştir. [37] Doğal olarak bulunan gazların yanında tamamen insan faaliyetleri sonucu oluşan gazlar da bulunmaktadır. Bu gazlara örnek olarak HFC(Hidroflorokarbon), HCFC(Hidrokloroflorokarbon), CFC(Kloroflorokarbon) ve CO(Karbonmonoksit), NO₂(Azotdioksit), SO₂(Kükürtdioksit) ve O₃(Troposferik Ozon) gazları örnek verilebilir. Bunlara genel olarak “halokarbonlar” denilir. Ömürleri kısadır ancak hava kirleticidirler. Genel olarak, sera gazlarının kontrolsüz artışı iklim dengesini bozmakta ve atmosferin sıcaklık düzeyini arttırmaktadır. Su buharı ise doğada bulunan

ve sera etkisine katkısı olmasına rağmen, bir geri besleme yardımcısı olarak kabul edilmekte ve iklim değişikliğine katkısı ihmal edilmektedir. [38]



Şekil 12: Karbon Ayak İzini Oluşturan Bileşenler ve Oranları [39]

3.2.2 İklim Değişikliği Çalışmalarının Tarihsel Gelişimi

5-16 Haziran 1972 tarihlerinde, Stockholm’de BM İnsan Çevresi Konferansında (Stockholm Konferansı) gerçekleştirilmiştir. Bu konferans ile Sosyal yapıları, Ekonomik yapıları ve gelişmişlik düzeyleri farklı olan birçok ülke, “çevre” konusunda ilk kez bir araya gelmiştir. Konferansın sonunda “Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Bildirisi” kabul edilmiştir. [40]

1987 yılında ise Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından Brundtland Raporu hazırlanmıştır. Bu raporda ilk kez “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı ortaya koyulmuş ve tanımı "Günümüzün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeksizin karşılayan kalkınma" olarak belirtilmiştir. [40]

Rio Konferansı: 3-14 Haziran 1992 tarihlerinde, Rio’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio Konferansı), ülkelerin çevreye duyarlı yönetim şekilleri oluşturmaları doğrultusunda önemli bir adım olmuştur. [40] 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren BMİDÇS(Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)’nin amacı atmosferde biriken ve doğa için tehlike arz etmeye başlayan sera

gazlarının olumsuz etkisini önlemek ve sera gazı seviyelerinin 1990 yılı düzeyinde tutmaktır. Katılan ülkeler gelişmişlik düzeylerine göre iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta yer alan ülkeler sera gazı salımlarının azaltılmasına yönelik politikalar belirleyecek ve uygulamaya çalışacak, ikinci gruptakiler ise buna ilave olarak finansman ve teknoloji transferi konularında diğer dünya ülkelerine destek vereceklerdir. [41]

Kyoto Protokolü: 11 Aralık 1997’de Kyoto’da 3. Taraflar Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansta Dünya genelinde sera gazı salımlarının azaltılmasına yönelik hedefler ve önlemler ele alınmıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerin bu konuda çalışmalara ağırlık vermeleri, CO₂ emisyon değerlerini azaltmaları ve bu konuda sınırlamalar getirmeleri konularında anlaşılmıştır. Protokolde imzası olan ülkeler 2008-2012 yılları arasında, 1990 yılındakine göre %5 oranında azaltma yapacaklarını taahhüt etmişlerdir. Kyoto Protokolü 2005 yılında yürürlüğe girmiş, Türkiye ise 2009 yılında bu protokolde taraf olmuştur. [42] Türkiye hedefini 2020-2030 yılları arasında CO₂ emisyon oranını %21 azaltmak olarak belirlemiştir. [21]

Paris Anlaşması: 12 Aralık 2015’te Paris İklim Zirvesinde 195 ülke tarafından kabul edilmiştir. 1997 Kyoto Protokolü’nden sonra küresel ölçekte ve tüm ülkelerin ortak noktada buluşabildiği bir anlaşma olmuştur. Küresel bir anlaşma niteliği taşıyan Paris Anlaşması şu şekilde özetlenebilir;

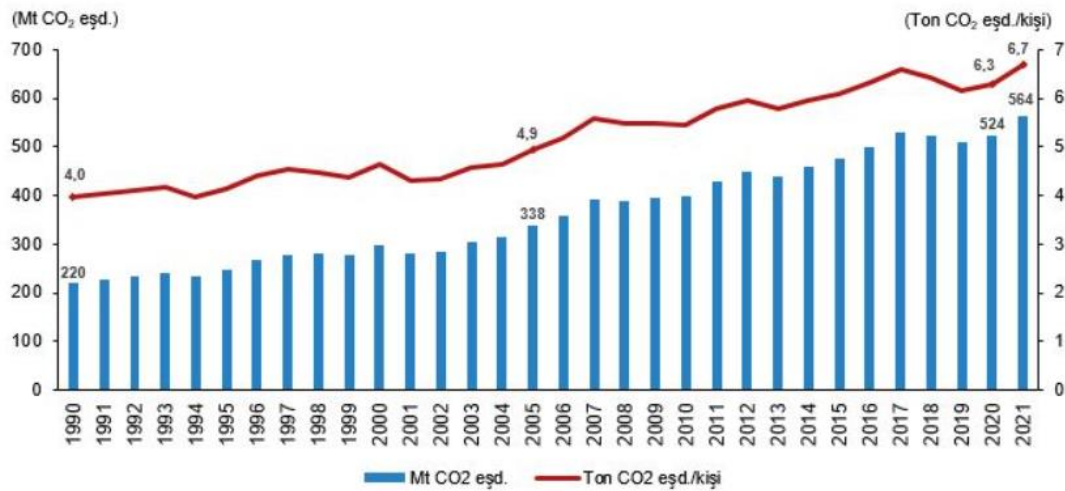
- Tüm tarafların emisyon oranını azaltma konusunda sorumluluk alması kabul edilmiştir. Ancak gelişmiş ülkelerde karbon salımı daha fazla olduğundan dolayı (sanayileşmeden kaynaklı olarak) geliştirmekte olan ülkelere daha fazla çalışma yapması beklenmektedir.
- 2050 yılına kadar özellikle gelişmiş ülkelerin sıfır emisyonu (carbon neutral) ulaşmaları beklenmektedir.
- Sanayi devriminin ardından 1°C kadar ulaşan yerkürenin ısınmasının, 2°C ‘nin altına (well below 2c) düşmesi için ve mümkün oldursa 1,5°C seviyelerinde tutulması için çalışılmasına karar verilmiştir.
- Gelişmiş ülkelerin geliştirmekte olan ülkelere “düşük-karbonlu kalkınma” ve “iklime dirençli kalkınma” projeleri için gereken finansmanı, teknolojiyi ve gerekli diğer destekleri sağlamaları gerekmektedir. Bu desteğin 2020 yılına kadar 100 Milyar \$, 2025 yılı sonrası için ise tekrar gündeme alınarak belirlenmesi kararlaştırılmıştır.

- Ülkelerin emisyon oranlarını azaltma konusunda koymuş oldukları hedefler ve geliştirdikleri politikalar şeffaf olarak ve hesaplanabilir bir yöntemle yapılması gereklidir.
- Süreç boyunca yapılan bilimsel çalışmaların göstergelerine göre ülkelerin her beş yılda bir düzenli olarak, daha fazla azaltım sorumluluğu almaları istenmektedir.
- Paris Anlaşması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum (adaptasyon) sağlanması konusunda özellikle az gelişmiş ülkelere destek verilmesi taahhüdünde bulunmaktadır. [43]

Temel maddeleri yukarıda sıralanmış olan ve 2020 sonrası iklim değişikliği rejiminin çerçevesini oluşturan 9 sayfalık Paris Anlaşması 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Türkiye 20 Eylül 2015 tarihinde, 2030 yılı itibariyle gerçekleşmesi öngörülen “Niyet Edilen Ulusal Katkı” beyanını %21’e varan artıştan azaltım olarak açıklamış, 22 Nisan 2016 tarihinde, New York’ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni’nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalamıştır. Ulusal Beyanımızda Anlaşmayı geliştirmekte olan bir ülke olarak imzaladığımız vurgulanmıştır. (2015 yılında Paris Anlaşmasına henüz taraf olmadığımız için anılan beyan ‘Niyet Edilen’ olarak adlandırılmaktadır.) [44]

3.2.3 Karbon Ayak İzine Yönelik Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Sera gazı emisyonları hesaplanması için, ülkemizin de tarafı olduğu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) gereği her yıl çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar 2006 IPCC (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli) Rehberlerinde yer alan hesaplama yöntemlerine göre yapılmaktadır. Ülkemizde hesaplamalar TÜİK tarafından hazırlanmaktadır. [45] En son çalışma 2021 yılı için yapılmış ve 2023 yılı Mart ayı içerisinde yayınlanmıştır. Bu çalışmaya göre ülkemizin 2021 yılındaki toplam karbon salım miktarı 564,4 MtCO₂ eşdeğer olarak gerçekleşmiştir. Bu değer 2020 yılında ölçülmüş olan 524,00 Mt CO₂ eşdeğer karbon salım miktarında %7,7 fazladır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu ise 2020 yılında 6,3 ton CO₂ ve 2021 yılında 6,7 ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. 1990 yılından 2021 yılına kadar geçen sürede ölçülmüş olan karbon salım miktarları Şekil 13’de gösterilmektedir. 2021 yılı için hesaplanmış olan toplam sera gazının en büyük payı yüzde 71,3 ile enerji kaynaklı emisyonlar, yüzde 13,3 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, yüzde 12,8 ile tarım ve yüzde 2,6 ile atık sektörü oluşturmaktadır [46]. 1990 ile 2021 yılları arasındaki Türkiye Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu miktarlarını gösteren grafik Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13: Türkiye Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu miktarları, 1990-2021 [46]

Ülkemizde karbon ayak izi miktarını düşürmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına bağlı İklim Değişikliği Başkanlığı, 29 Ekim 2021 tarihli 85 numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kurulmuştur. Bu kurum ülkemizin 2053 yılında net sıfır emisyona ulaşabilmesi için ve yeşil kalkınma hedefleri kapsamında iklim değişikliğini azaltmak için gerekli her tür çalışmayı yapmakla, görevlendirilmiştir.

Ülkemizin karbon ayak izini azaltma çalışmalarında hedefleri şu şekilde sıralanabilir;

- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” ilkesi uyarınca ve özel koşulları çerçevesinde, iklim değişikliğine müdahale ve uyum sağlamaya yönelik politika ve önlemleri ulusal kalkınma planlarına dahil edilmeli, Sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun kalkınma planlarını aksatmadan, sera gazı emisyonlarının artış hızını sınırlandırarak, yeteneklerimiz dahilinde sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik küresel politika ve önlemlerin oluşturulmasına katkıda bulunulmalıdır.
- Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması ve bu etkilere uyum sağlanmasına yönelik ulusal hazırlık düzeyleri kapasitesini artırılmalı, bu çalışmalarda elde edilen deneyim ve sonuçları bölge ülkeleriyle paylaşılmalı, ikili ve çok taraflı ortak azaltım ve uyum araştırma projeleri geliştirilmelidir.
- Azaltım, uyum, teknoloji transferi ve finansman ana başlıkları altında “Tarafların Küresel Stratejik Hedeflere Yönelik Sorumlulukları” uluslararası etkinliklerin tasarım ve icrasına uygunluğu sağlamak ve uluslararası etkinliklerde aktif rol oynanmalıdır.

- Azaltma ve uyum faaliyetlerini yürütmek için gereken mali kaynaklara erişimi artırılmalıdır.
- Mevcut teknoloji ve gelişmişlik seviyemizi dikkate alarak temiz üretime yönelik Ar-Ge ve inovasyon yeteneklerini geliştirilmeli, bu alanda rekabeti ve üretimi artıracak ulusal ve uluslararası mali kaynaklar ve teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- İklim değişikliğiyle mücadele ve uyum kapsamındaki faaliyetleri şeffaf, katılımcı ve bilimsel araştırmaya dayalı karar alma süreçleriyle, etkin ve sürekli koordinasyonu sağlayarak yürütülmelidir.
- Kamu ve özel sektör, üniversiteler ve STK'ların ortak çabaları yoluyla kamuoyunun farkındalığını artırmak ve tüketim kalıplarını iklim dostu hale getirilmelidir.
- Ulusal iklim değişikliği araştırmalarına yönelik bilgi akışını ve paylaşımını artırmak için bütünsel bir bilgi yönetim sistemi oluşturulmalıdır. [45]

Cumhurbaşkanlığı tarafından yayınlanan 12. Kalkınma Planında (2024-2028 yılları arasındaki 5 yıllık kalkınma planında) da “Yeşil Dönüşüm” başlığı altındaki 28-36. Maddeler de iklim değişikliğinin kötü yönde ilerlemesinin engellenmesi için alınması gereken önlemler sıralanmaktadır. 2050 yılında tamamen net sıfır emisyonlu binaların olması hedeflenmektedir.

Global Gridded Model of Carbon Footprints (GGMCF) 2023 yılı verilerine göre ülkemizin karbon ayak izi yoğunlukları Şekil 14’te gösterilmektedir.



Şekil 14: Türkiye Toplam Karbon Ayak İzi Yansımaları Haritası [47]

İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından hazırlanan, kısa-orta-uzun vadedeki karbon emisyon hedeflerini gösteren tablo Şekil 15'te verilmiştir.

Hedefler	Mevcut Durum	Kısa Vade (2033)	Orta Vade (2043)	Uzun Vade (2053)
Yeni binalardan kaynaklı operasyonel karbon emisyonlarının azaltımı	Yeni binalar için Toplam inşaat alanı <2000m ² , EKB C sınıfı Toplam inşaat alanı >2000m ² NSEB	Yeni binaların NSEB'e göre 40% daha az enerji tüketimi ve emisyon salımına sahip olması	Yeni binaların NSEB'e göre 70% daha az enerji tüketimi ve emisyon salımına sahip olması	Yeni binaların net sıfır operasyonel emisyonu na sahip olması
Mevcut binalardan kaynaklı operasyonel karbon emisyonlarının azaltımı	Mevcut binalar için EKB alma zorunluluğu var, EKB sınıfı zorunluluğu bulunmuyor.	Mevcut binaların %40'nın NSEB hedefi ile tadilat yapılması	Mevcut binaların %70'nın net sıfır operasyonel emisyonu sağlama hedefi ile tadilat yapılması	Mevcut binaların tamamının Net sıfır operasyonel emisyonu sağlama hedefi ile tadilat yapılması
Binalardan kaynaklı tüm yaşam döngüsü emisyonlarının azaltılması	Binalardan kaynaklı tüm yaşam döngüsü emisyonlarına yönelik yasal düzenleme bulunmuyor.	Binalardan kaynaklı tüm yaşam döngüsü emisyonların %30 azaltılması	Binalardan kaynaklı tüm yaşam döngüsü emisyonların %60 azaltılması	Binalardan kaynaklı tüm yaşam döngüsü emisyonların sıfırlanması

Şekil 15: Mevcut ve yeni binalara yönelik karbonsuzlaşma hedefleri [48]

3.2.4 Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemleri

Karbon ayak izi hesaplamasında DEFRA ve IPCC gibi uluslararası düzeyde kabul gören yöntemler kullanılmaktadır.

3.2.4.1 IPCC Tier Yaklaşımları

IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) tarafından önerilen Tier yaklaşımları, Tier 1, Tier 2 ve Tier 3 yaklaşımlarından oluşmaktadır. Tier-1 yaklaşımı daha sık kullanılan bir yöntemdir. Genellikle yakıt temelli hesaplamalarda kullanılmasına rağmen diğer alanlarda yapılan hesaplamalar için de doğru sonucu vermektedir. Yanma sonucunda ortaya çıkan emisyon miktarı, yakılan yakıtın türüne ve miktarına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Diğer yöntemler olan Tier-2 ve Tier-3 yaklaşımları ise daha fazla özelleşmiş, daha fazla veri gerektiren ve daha fazla uzmanlık gerektiren yöntemlerdir.

(IPCC, 2006) Bu yöntemlerde en basit haliyle, kullanılacak parametreler arttıkça ve özelleştikçe bir üst yönetime geçiş olmaktadır.

3.2.4.2 DEFRA Yaklaşımı

İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı (DEFRA) Yaklaşımının amacı doğal çevreyi korumak, desteklemek ve sürdürülebilirlik sağlamaktır. Bu kurum özellikle sera gazı emisyonu ve küresel ısınma kapsamında sürdürülebilirlik açısından çalışmalar yapmaktadır. Bundan dolayı her yıl düzenli olarak ulaşım araçları, emisyon gazları, enerji tüketimleri ve gıda tüketimleri gibi çok geniş bir alanda karbon emisyonu katsayılarını yayınlamaktadır. Bu katsayılar ışığında karbon ayak izi hesaplamaları yapılmaktadır. [49]

4. BÖLÜM

KÜTÜPHANE BİNALARI İÇİN ENERJİ ETKİN AYDINLATMA YÖNTEMLERİ – ÖNERİLERİ

4.1 Uluslararası Standartlar ve Sertifika Sistemleri

1990’lı yıllardan itibaren mevcut binaların çoğunda yasal gereksinimlerden dolayı uygulanan çevreyi koruma uygulamalarından daha üst seviyede standartlara ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Bu ihtiyaç zorunlu olmamasına rağmen, çevreye duyulan hassasiyetin değerlendirildiği ve ödüllendirildiği “Uluslararası Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin” ortaya çıkmasını sağlamıştır. Gönüllülük esası ile uygulanan bu sistemler, gönüllülerin birbirleriyle yarışarak kalite düzeyi yüksek yapılar yapılmasını sağlayabilmektedir. Dünya genelinde birçok farklı yeşil bina sertifikasyon sistemleri bulunmaktadır. Bu sertifika sistemlerinden ilki, İngiltere’de 1921 yılında kurulan Bina Araştırma Enstitüsü (BRE) (Building Research Establishment) tarafından 1990 yılında BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) adıyla oluşturulmuştur. 1993 yılında ise Amerika’da binaların sürdürülebilirliği artırmayı hedefleyen Yeşil Bina Konseyi (USGBC) (United States Green Building Council) kurulmuş ve 1998 yılında LEED Sertifika Sistemi (Leadership in Energy and Environmental Design) oluşturulmuştur.

Avrupa Birliği 2002 yılında Bina Enerji Performansı Direktifi (EPBD)’ni yayınlamıştır. Bu direktif, dış iklim koşullarını, iç mekan konfor gerekliliklerini ve yerel koşulları dikkate alarak yenilenebilir enerji kaynakları ile binalardaki enerji hizmetlerinin iyileştirilmesine yönelik ilgili standartları değerlendirmeyi, sera gazı emisyonlarını sınırlamayı ve enerjinin verimli ve etkili kullanımı yoluyla çevreyi korumayı

amaçlamaktadır. Aynı şekilde Direktif kapsamında, yeni veya mevcut binaların kanunla belirlenen asgari enerji performansı gereklerini karşılamasını sağlamak, binaların enerji performansını hesaplamak için ulusal bir yöntem geliştirmek, tüm binaları bu şekilde belgelendirmek ve düzenli olarak denetlemek gibi yükümlülükler bulunmaktadır. EPBD kapsamında, AB üye ülkeleri ve aday ülkeler kendi yasa ve yönetmeliklerini geliştirmekte ve sertifikasyon amacıyla ulusal bina enerji performansı hesaplama yöntemleri oluşturmaktadır. Avrupa tarafından oluşturulan ve geliştirilen standartlar içinde aydınlatma için harcanan enerjinin hesaplanması amacıyla 2007 yılında tam adı "EN 15193-1:2007 - Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting" olan EN 15193-1 standartları yayınlanmıştır. Bu standart, binalardaki aydınlatma sistemlerinin enerji tüketimini belirlemek için kullanılmaktadır. Aydınlatma, bir binanın enerji performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve enerji tasarrufu sağlanması için belirlenen gereksinimleri karşılamak amacıyla standartlar geliştirilmiştir. EN 15193-1, aydınlatma sistemlerinin tasarımından kaynaklanan enerji tüketimini hesaplamak ve değerlendirmek için bir çerçeve sağlamaktadır.

Avrupa başta olmak üzere gelişmiş ülkeler de LEED ve BREAM sertifika sistemlerini temel ve örnek olarak birçok sertifika sistemi geliştirmişlerdir.

4.2 Türkiye’de kullanılan Standart ve Yönetmelikler

Avrupa’nın yayınlamış olduğu EN 151931 standardını temel alarak ülkemizde de 2017 yılında TS EN 15193-1 standardı oluşturulmuştur. Bu standardın amacı, binalarda kısmi ısıtma ve serinletme sistemleri için enerji performansı hesaplamalarını standartlaştırmaktır.

TS EN 15193-1, binalarda enerji tüketimini belirli bir sistemin özelliklerine ve kullanım amacına göre hesaplamak için kullanılan yöntemleri tanımlar. Sistemin sınıflandırılması, modellenmesi ve enerji gereksinimlerinin belirlenmesi gibi konuları içerir. Bu standart, enerji verimliliği açısından binaların tasarımı ve kullanımı için rehberlik sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. 2021 yılına kadar yürürlükte kalan bu standart 2021 yılında yerini TS EN 15193-1+A1 standardına bırakmıştır. Bu standart da, konut ve ticari binalarda genel aydınlatma sağlayan aydınlatma sistemlerinin enerji performansını değerlendirmek için bir metodoloji belirtir ve binalardaki aydınlatma için gerekli veya kullanılan enerji miktarını hesaplamak veya ölçmek için kullanılır. Bu yöntem yeni,

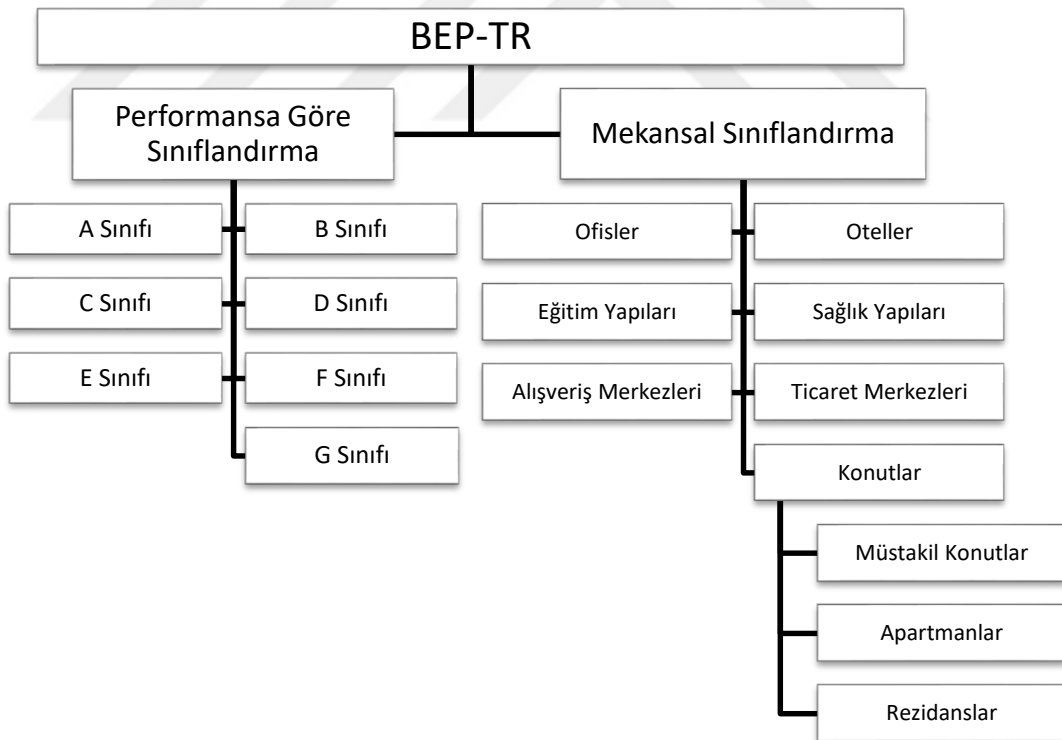
mevcut veya yenilenmiş binalara uygulanabilir. Ayrıca, binalardaki aydınlatma sistemlerinin enerji verimliliğini ölçmek amacıyla LENI (Aydınlatma Enerji Sayısal Göstergesi) adlı bir metodoloji sağlar. Bu standart, aydınlatma gereksinimlerini, aydınlatma sistemlerinin tasarımını, aydınlatma kurulumlarını planlamayı, aydınlatma ekipmanlarının (ampuller, kontrol donanımı ve aydınlatma armatürleri) ve sergi aydınlatması, masa lambaları veya mobilyalara entegre edilen armatür sistemlerinin özelliklerini kapsamaz [50].

Ülkemizdeki binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla 5/12/2008 yılında Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayınlanmıştır. Bu yönetmelik 18/4/2007 tarihli ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununa dayandırılarak hazırlanmıştır. Bu yönetmelik;

- Mevcut ve yeni yapılacak binalarda Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına,
- Standartlara, yöntemlere ve asgari performans ölçütlerine,
- Enerji kimlik belgesi düzenlenmesine,
- Bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,
- Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,
- Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına,
- Toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine,
- Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini arttırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsamaktadır.

Sanayi alanlarında üretim faaliyetleri yürütülen binalar, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar, toplam kullanım alanı 50 m² 'nin altında olan binalar, seralar, atölyeler ve münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl gibi binalar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin uygulanabilmesi için gerekli hesaplamaları yapacak ve sonuçları ortaya koyacak BEP-Tr yazılımı geliştirilmiştir. 2010 yılında ilk sürümü yayınlanmış ve bu yazılımdan elde edilen sonuçlar ışığında konut haricindeki binalara Enerji Kimlik Belgesi verilmesi zorunlu hale getirilmiştir. Mevcut binaların 10 yıl süre içinde Enerji Kimlik Belgesi almaları zorunlu tutulmuştur. 2017 yılında ise güncel sürüm olan BEP-Tr 2 sürümü yayınlanmıştır. 2020 yılı itibariyle konutlarda da Enerji Kimlik Belgesi alınması zorunlu hale getirilmiştir. [51] BEP-TR'ye ait sınıflandırmaları gösteren şema Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16: BEP-Tr Sisteminin Sınıflandırması [51]

Bir binanın aydınlatma enerji performansının belirlenmesinde doğal aydınlatma sistemlerine ilişkin tasarım kararlarının etkisi, yapay aydınlatma sistemleri üzerindeki yükün azaltılması açısından önemlidir ve bu durum, yöntemin çeşitli alt adımlarında ele

alınmaktadır. Ayrıca binanın bulunduğu yerdeki dış aydınlatma koşulları da binanın gün içerisinde doğal ışıktan yararlanabilmesine etki etmektedir. Denklem-1 ile verilen t_D ve t_N değerleri hesaplama yapılan yapının kullanıldığı saatlerde gün ışığı alıp almadığını göstermektedir. Bir yapının içerisindeki herhangi bir hacim veya bölümün aydınlatma hesaplamaları yapılırken EN 15193 standardı referans alınarak oluşturulmuş olan Binaların Enerji Performansı - Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri hesaplanması için Denklem-1 kullanılır.

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

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

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

F_c : Sabit aydınlık faktörü

t_D : Gün saatleri kullanımı (h)

F_o : Kullanıma bağlı faktör

F_D : Güneş ışığı bağımlılık faktörü

t_N : Gün saatleri dışında kullanım (h)

Yıllık toplam aydınlatma enerjisi esas alınarak aydınlatma enerjisi sayısal göstergesi için Denklem-2 kullanılır.

$$AESG = W / A \text{ (kWh/m}^2 \times \text{yıl)}$$

W: Aydınlatma için kullanılan toplam yıllık enerji

A: Binanın toplam kullanılan alanı

Binada acil aydınlatma ve otomatik kontrol sistemleri varsa, Denklem 1'de hesaplanan parazit enerjisi $W_{P,T}$ 'nin $W_{L,T}$ 'ye eklenmesiyle aydınlatma için toplam yıllık enerji tüketimi W elde edilebilir, böylece BEP-Tr'deki toplam aydınlatma enerji tüketimi elde edilir. [52]

Ülkemiz için geliştirilen BEP-Tr yönteminde t_D ve t_N değerleri bölgelere göre belirlenmiştir. t_D ve t_N değerleri her şehir için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu hesaplama yapılırken her ayın 15. Gününün değerleri ortalama değer olarak kabul edilmektedir.

4.3 Aydınlatma için Kullanılan Enerji ve Ortaya Çıkan Karbon Salımı

Aydınlatma için kullanılan enerji, genellikle elektrik enerjisi formunda olup, aydınlatma sistemlerinin çalışması için elektrik enerjisi gerekir. Aydınlatma enerjisi, geleneksel lamba türleri (örneğin, akkor lambalar), flüoresan lambalar, LED (Light Emitting Diode - Işıldayan Diyot) lambalar gibi çeşitli aydınlatma kaynakları tarafından tüketilir. Günümüzde, enerji verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla daha enerji verimli aydınlatma teknolojilerine geçiş yapılmaktadır. Özellikle LED lambalar, geleneksel lambalara göre daha az enerji tüketir ve daha uzun ömürlüdür. Bu, genel enerji tüketimini azaltarak çevresel sürdürülebilirliği artırabilmektedir. Aydınlatma enerjisi tüketimi, binalar, sokak aydınlatmaları, endüstriyel tesisler ve diğer aydınlatma uygulamalarında kullanılan lamba ve armatür sayısına, aydınlatma süresine, günışığı alımı ve kullanılan aydınlatma teknolojilerine bağlı olarak değişebilmektedir.

4.4 Görsel Konfor Kriterleri

Görsel konfor ifadesini anlamlandırabilmek için öncelikle algılama ve ardından görsel algılama tanımlarının incelenmesi gerekmektedir. Göz ve kulak başta olmak üzere duyu organlarımıza ulaşan uyarıların beynimizde anlamlandırılması algılama olarak tanımlanabilir. Bu uyarıların ağırlığının göz ile beynimize ulaşarak anlamlandırması ise görsel algılama olarak tanımlanır [53].

İnsan yaşamının her döneminde gerekli olan, psikolojik ve fizyolojik olarak etkilerinin olduğu bilimsel araştırmalarda yer alan görsel konfor, eğitim mekânlarında ihmal edilemeyecek bir ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanıcının görsel konforu söz konusu olduğunda, bulunduğu ortamın aydınlık düzeyi, ışığın rengi, sıcaklığı, gölge alan oluşumları ve kamaşma önemli ölçütleri oluşturmaktadır. Bu değerlerin optimum seviyelerde tutulması, kullanıcının görsel konforu hissetmesini, fizyolojik, psikolojik ve en önemlisi göz sağlığının korunmasını ve sonuç olarak performans ve iş veriminin artırılmasını sağlamaktadır [54].

4.4.1 Aydınlık Düzeyi

Yüzeydeki bir noktaya yakın küçük bir parçacığın aldığı, birim alana düşen ışık akısının oranı, aydınlık düzeyi (E ; lm/m^2) olarak kabul edilir. Genel olarak kullanılan birimi Lux

olarak ifade edilir. Aydınlik düzeyi armatür, lamba, hacim boyutları, ışık yansıtma katsayıları vb. gibi birçok parametreye bağlıdır.

Belirli büyüklükteki bir bölgeye düşen ışığın hacmi değiştirilmeden aydınlatma kalitesi ve yüzeydeki ışığın dağılımı değiştirilebilir. Sonuçta, o alan üzerindeki ortalama ışık seviyesi aynı kalsa da, ışık seviyelerinin dağılımı tekdüze, değişken veya bölgesel olabilir. Bu nedenle alanın aydınlatılan bölgesinin tasarımı ve kullanımına bağlı olarak alan üzerindeki aydınlatma dağılımındaki değişikliklerin hesaba katılması ve alanın mimari özelliklerine ve kullanımına göre düzenlenmesi gerekmektedir.

Aydınlik düzeyi ancak nicel ölçüm yöntemleri ile ve nesnelerin sahip olduğu yansıtma çarpanı kullanılarak belirlenebilir. Belirli bir alandaki aydınlık düzeyi düşerse yüzey daha karanlık görünür.

4.4.2 Parıltı

Parıltı, yüzeydeki ışık yoğunluğu, yansıtma derecesi ve görme olayı ile alakalıdır [55]. Işık yüzeyden yansiyarak göze gelir. Parıltı, ışığın yansiyarak göze gelmesinden doğan ışık miktarı olarak da tanımlanabilir. Tüm yüzeylerin, malzemesinden kaynaklı kendine özgü parıltıları vardır. Parıltı kontrastı olarak adlandırılan tanım ise yüzeyler arasında ışık etkisi kullanılarak ayırt edicilik oluşturmaktır. Sonuç olarak parıltısı daha yüksek olan yüzeyler, daha belirgin olur ve aynı alan içinde daha önce dikkat çeker.

Göz yorulmasının asıl sebeplerinden birisi de kamaşma veya aşırı kontrast olmasıdır. Karanlık ortamda az ışık ile çalışmak veya çok aydınlık ortamda çalışmak okuyucunun sağlığı açısından olumlu değildir. Aydınlatma açısından en ideal çalışma ortamının sağlanabilmesi için yapılan araştırmalarda kitap ile masa yüzeyin ve kitap ile oda yüzeyinin parıltı düzeyleri arasında bir oran olduğu sonucuna varılmıştır. En ideal oranların masa yüzeyi ile kitap arasında 3/1 parıltı ve oda yüzeyi ile kitap arasında 5/1 parıltı oranı olduğu belirtilmektedir. 5/1 parıltı oranından fazlasının sürekli olarak çalışmaya uygun olmadığı belirtilmiştir [56].

Kamaşmayı kontrol edebilmek için kullanılacak en önemli yöntem, güneş kırıcılar gibi yapısal elemanlar ile veya gün ışığının hacim içerisinde homojen yayılmasını sağlayacak indirekt armatürler gibi sistemler olmaktadır. Kullanıcı ışık geliş yönüne göre

konumlanmalıdır. Bölgesel aydınlatma yapan armatürler kullanılmış ise diğer kullanıcıları etkilemeyecek şekilde yerleşim yapılması gerekmektedir.

4.4.3 Renk

Çalışma ortamlarındaki konforunun iyileştirilmesi iş kalitesini ve performansı artırır. Işığın parlaklık seviyesindeki ve renk sıcaklığındaki değişiklikler konfor koşullarını etkileyen parametreler olarak incelenebilir. Bir çalışmada, renksel geriverim, renk sıcaklığı ve aydınlık düzeyi ölçülmüş, çalışma ortamındaki parlaklık hissinin kuvvetlenmesinde ışık kaynağının sağladığı renk sıcaklığının parlaklık hissini değiştirmedığı ama renksel geriverimden dolayı algılamaya etki ettiği görülmüştür [57].



Şekil 17: Renk Sıcaklığı Cetveli

Işık renk sıcaklığı 1000°K - 10.000°K arasında değişmektedir. Işık kaynaklarının renkleri ve türleri de bu sıcaklık değerlerine göre farklılaşmaktadır. Lambalar 2700°K’de sıcak renkli iken 6500°K’de soğuk renkli olarak ışık vermektedir (Şekil 17). Soğuk ışık yayan ışık kaynakları mekanı daha ferah gösterirken sıcak ışık ile aydınlatılan mekanlar daha dinlendirici hissettirmektedir ve yüksek aydınlık düzeylerinde tavan ve duvarlar aydınlatıldığında, mekân ‘ferah’ olarak tanımlanmış ve ‘görsel netlik’ artmış, düşük aydınlık düzeyleri ve sıcak ışık kaynakları kullanıldığı koşulda aynı mekân ‘rahat’, ‘hoşagiden’ ve ‘dinlendirici’ olarak tanımlanmıştır. (Manav & Yener, 1999)

Renksel geri verim ise farklı ışık değerlerinin altında algılanan rengin değişiklik göstermesini ifade eder. Algılanan rengin, gerçek renge oranıyla belirlenir. “Ra” ile ifade edilir. Ra değeri %100’e yaklaştıkça renksel geri verimin gerçekçiliği artmaktadır.

4.4.4 Kütüphanelerde Görsel Konfor Kriterleri

Kütüphanelerde kullanıcılara okuma ve araştırmaya uygun görsel ortamın sağlanması gerekmektedir. Çalışanlar görsel eylemleri hızlı, sorunsuz ve rahat bir şekilde

gerçekleştirebilmelidir. Bilgisayar ağları da dahil olmak üzere çeşitli görsel etkinliklerin verimli bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Kütüphanelerin hacimlerinin standartlardaki aydınlık değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Önerilen bazı aydınlık düzeyleri. [58]

İşlevler	Önerilen Aydınlık Düzeyleri (Lux)	Kamaşma İndeksi Limiti
Okuma Odaları (Gazete ve Dergiler)	200	19
Okuma Masaları(Ödünç Verme)	400	19
Okuma Masaları(Referans Verme)	600	16
Kapalı Kitap Rafları	100	-----
Ciltleme	600	22
Kataloglama, Tasnif etme, Depolama Odaları	400	22

İzleme eylemi için parlaklık ve renk kontrastındaki farklılıklar gereklidir. Beyaz kağıt ile siyah yazı arasındaki parlaklık farkından dolayı kitaptaki yazı çıplak gözle görülebilmektedir. Aynı şekilde yüzey parlaklığındaki farklılıklar nedeniyle iç mekanların algılanması değişebilmektedir. Parıltı farkı, yüzeylerin toplam yansıma ve spektral yansıma değerleri ile bu yüzeylerdeki ışık dağılımının bir oranıdır. Kütüphane yapılarındaki bazı yüzeyler arasında olması gereken standart oranlar Tablo 3’de verilmiştir. [59]

Tablo 3: Örnek Alanların Parıltı Oranları [58]

Parıltı Alanı	Parıltı Oranı
Bilgisayar Ekranı/ Kağıt Basılı Yüzeyi	1/3
Çalışma Alanı/Yakın Karanlık Ortam	1/3
Çalışma Alanı/Uzak Karanlık Ortam	1/10
Genel Alanlar	1/40

Kütüphane mekanlarının önerilen ışık yansıtma katsayıları Tablo 4’te verilmiştir.

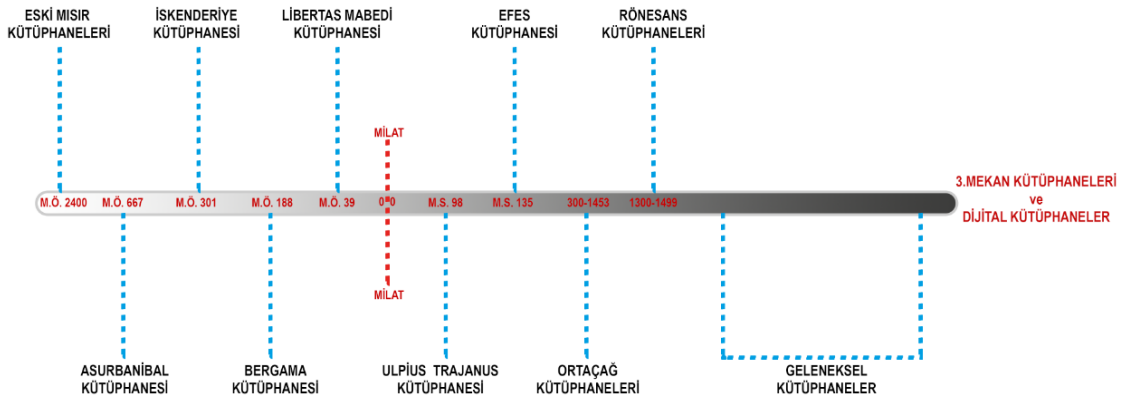
Tablo 4: Örnek Yüzeylerin Yansıtma Katsayıları [58]

Kütüphane Mekanı	Yansıtma Katsayısı
Tavan	%70 - %90
Duvar	%40 - %60
Döşeme	%30 - %50
Eşya	%35 - %50
Yazı Tahtası	%20

Bir bina içerisinde kullanıcıların konforlu ve verimli şekilde işlerini yapabilmeleri ve mimari olarak ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için farklı aydınlatma tasarımlarına ve sistemlerine gerek duyarlar. Bu ihtiyaçların tamamına karşılık verebilmek için ise aydınlatma türleri iyi derecede bilinmeli ve işlevsel bir aydınlatma tasarımı yapılmalıdır. Aydınlatma tasarımı, binanın veya hacmin işlevine göre değişiklik gösterebilir. Yapılan aydınlatma ile ortamın algılanış düzeyi, ergonomisi, kullanışlılığı ve etkileşimi düzenlenebilir. Aydınlatma tasarımı yapılırken kullanılacak armatür seçimi, konumlandırılması, yönü, aydınlık düzeyi, renk sıcaklığı ve ışığın şiddeti gibi unsurlar dikkate alınmalıdır

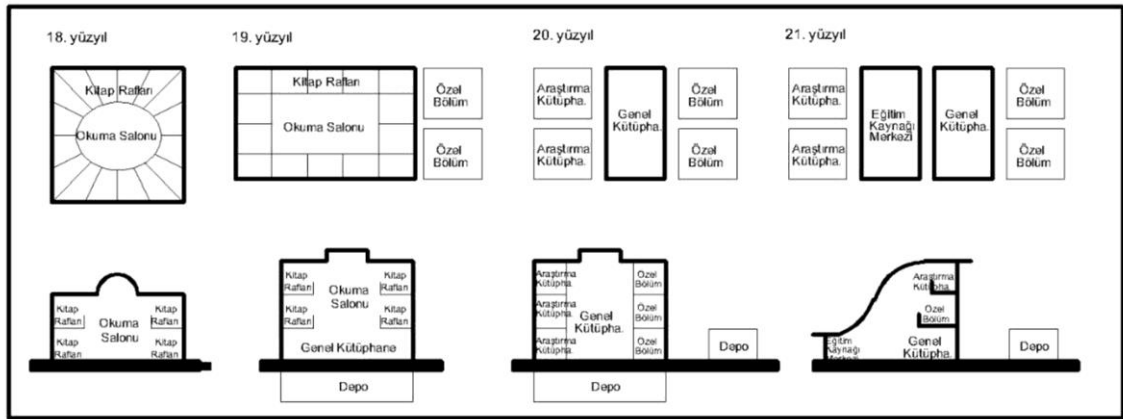
4.5 Kütüphane Türleri-Tipoloji Gelişimi

Kütüphane yapıları M.Ö. 2500-3000 yılları arasında Fırat, Dicle ve Nil Nehirleri arasında bulunan bölgede kurulan medeniyetlerin, resmi yazışmalarını, anlaşmalarını, kanunlarını vb. saklamaya başlaması ile ortaya çıkmıştır [60]. İlk kütüphane binalarının tarihsel sıralaması Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18: İlk Kütüphane Binalarının Tarihsel Sıralanması

18. yüzyılda etrafı kitap raflarıyla çevrili, kubbe tavanlı, dairesel, merkezi okuma salonlu plan şeması; 19. yüzyılda özel bölüm ve zemin altına eklenen depo kısmı ile büyüyen fiziksel ortam; 20. yüzyılda ana okuma salonuna eklenmiş araştırma kütüphanesi bölümü ve bodrum kat haricinde dış mekanda da depo birimi oluşturulması; 21. yüzyılda ise merkezi okuma salonunun yerini çok fonksiyonlu mekana bırakması, katlar arası görsel iletişimde sürekliliğin sağlanması dikkat çekmektedir (Şekil 19). [61]



Şekil 19: 18-21. yy arasında kütüphane yapılarının organizasyon şemalarının değişimini gösteren plan ve kesitler [61].

Kütüphane binası, kütüphanenin temel bileşenlerinden biridir; kütüphaneye hizmet vermek için gerekli fiziksel alanı sağlayan ortamdır. İnternet kullanımının yaygınlaşmaya başlamadığı yakın tarihimize kadar hem bilgi kaynaklarına erişim hem de bilginin toplanması, düzenlenmesi ve erişim sürecini sağlayan bir yer olarak kütüphaneler kabul edilmiştir. Kütüphaneler genellikle odak kullanıcı grupları ve onlara bağlı kurumlar

aracılığıyla çalışır. Kütüphaneler; “Halk kütüphanesi”, “çocuk kütüphanesi”, “üniversite kütüphanesi”, “okul kütüphanesi”, “özel kütüphane”, “milli kütüphane” vb. olarak konumlandırılmaktadır. Temelde ise akademik kütüphaneler, halk kütüphaneleri ve okul kütüphaneleri olarak 3 kategoride değerlendirilebilmektedir.

Akademik kütüphaneler, bir yükseköğretim kurumuna bağlı olan, bilginin kişisel olarak keşfedilmesine, hem araştırmacıların hem de öğrencilerin koleksiyonlardan yararlanmasına fırsat sunan öğrenme merkezleridir. Kütüphane bünyesindeki kaynaklardan en iyi şekilde yararlanılması ve kütüphane hizmetlerine kolayca erişilmesi için sunulan öğretim materyallerinin ve kursların işlevi elektronik kaynakların yayılmasıyla daha da artmıştır. Bu durum kütüphanelerin öğrenme sürecinde hala önemli bir role sahip olduğunun da önemli bir göstergesidir (Watson, 2017).

Dijital arşivleme kavramının ülkelerin gündemine girmesiyle basılı belgelerin elektronik ortama aktarılması kütüphaneler için de yeni bir gelişim kaynağı olmuştur. Bilgiye uzaktan erişim imkanı kütüphanelerin kullanılmasını azaltmak yerine bilgisayarlı ve teknolojik ekranlı envanterlerin olduğu yeni mekanların oluşturulmasını sağlamıştır. Kütüphanelerden toplu veya bireysel çalışma alanı olarak kullanılmaya ve bu yeni fiziksel mekanlarda konfor şartlarını sağlayacak yeniliklere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha önce kullanılan internet bağlantılı bilgisayar odaları gerekliliğini kaybederek yerini kablosuz internet alanları almış, kullanıcıların kütüphane hizmetlerine bilgisayar ve cep telefonları üzerinden erişmesine olanak sağlamıştır.

Günümüzde kütüphane hizmetlerine uzaktan ve daha hızlı erişilebiliyor olmasından dolayı kütüphaneyi fiziksel olarak kullanan kullanıcı sayısında azalma beklenmektedir. Ancak kütüphaneleri fiziksel olarak kullananları azalmaması için kütüphane binalarının estetik ve işlevsel bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Kullanıcının dikkatini çekmeli ve görsel konfor koşullarını sağlamalıdır. Kütüphane iç tasarımı aynı zamanda pratik ve işlevsel olmalıdır. Bina tasarımı işlevsel, yenilikçi, çevreyle uyumlu, ilgi çekici ve kullanıcılarla etkileşimli olmalıdır. [62] Bilgi toplama, düzenleme ve erişilebilir alanlar sağlamanın yanı sıra kütüphaneler, kullanıcıların ve personelin ihtiyaçlarını işlevsel olarak karşılamalıdır. Aydoğan ve Tokman 2015 yılında yapmış oldukları bir çalışmada

geleneksel kütüphaneler ile modern kütüphaneler arasındaki farklara değinmişlerdir. Bu farklar özet olarak Tablo 5’de yer almaktadır.

Tablo 5: Geleneksel ve Modern Kütüphane Farkları [63]

Geleneksel Kütüphane Binaları	Modern Kütüphane Binaları
Bireysel ve izole çalışma alanları bulunur	Sosyal çalışma düzeni ve grup çalışma alanları bulunur
Sessiz olma durumu ön plandadır	Tartışma odaları, seminer salonları gibi ortamlar bulunur
Erişim belirli günler ve saatler ile sınırlıdır	7/24 Erişim olanağı sağlanmaktadır
Yalnızca bilgi toplamak için kullanılır	Bilgi toplama alanı, Öğrenme Merkezi, Çalışma Alanı vb. olarak kullanılır
Klasik, sabit tek tip mobilyalar tercih edilir	Esnek, hareketli, farklı tip mobilyalar tercih edilir
Dar ve sık cam yüzeyleri ile doğal aydınlatma ağırlıklıdır.	Geniş ve duvar boyunca yapılan cam yüzeylerle aydınlatma sağlanmaktadır.
Sadece çevresel veriler dikkate alınarak tasarlanmıştır	Çevre, enerji, ulaşım, geri dönüşüm, sürdürülebilirlik kavramları dikkate alınarak tasarlanmaktadır
Belirli ve kısıtlı sayıda renkler kullanılır	Canlı ve karışık renkler kullanılmaktadır

Bilimsel ilerleme ve teknolojik gelişmeler, geleneksel kütüphanelerin mimari planlama özelliklerinin ve faaliyet yeteneklerinin yetersiz kalmasına yol açmıştır. Geleneksel kütüphaneler toplumun bilgiye erişme ve kullanma ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu durum kütüphane tasarımlarında da kendisini göstermektedir. Bilgi teknolojisindeki gelişmeler bilgi ortamını, kullanıcıları ve bilgi akışını önemli ölçüde etkilemektedir. Geleneksel kütüphanelerde yer alan büyük raflara ve depolama alanları yerine ses, video, animasyon gibi ürünlerin multimedya formatında sergilenmesi için farklı alanlar ve donanımlar oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmıştır [64]. Günümüzde yazılı materyallerin depolama alanında birçok değişiklik meydana gelmiş ve kütüphaneler gelişimlerine göre otomatik depolama sistemlerine yönelmiştir. Gelecekte bilgi teknolojisinin yüksek düzeyde gelişmesiyle birlikte bilgi ortamının da gelişmesi, depolama alanının şeklinin değişmesi ve boyutlarının küçülmesi beklenmektedir.

Kütüphaneler fiziksel materyallerin bulunduğu bilgi depoları yerine dijital bilgi materyallerine ulaşım sağlayan sosyal mekânlara dönüşmektedir. [65]

4.6 Kütüphane Yapılarında Aydınlatma Yöntemleri

Kütüphaneler, kullanıcıların sessiz ve iyi aydınlatılmış ortamlarda çalışma ve araştırma yaptıkları yerlerdir. Dolayısıyla bu ortamlarda kütüphanelerin tasarımı öğrencilerin dikkatli ve konforlu bir şekilde çalışmasını desteklemelidir. Bunun için gölgeleri ve karanlık noktaları önlemek adına ışığın dengeli bir şekilde dağılımı sağlanması gerekir. Özellikle kütüphanelerde, kitap rafı bölümlerinde 200 lux aydınlatma yeterli iken, okuma alanlarında 500 lux aydınlatma seviyesi kullanılmalıdır. Bunun yanı sıra Ra ise ortalama 80 ve üzeri olmalıdır. Kütüphaneler için aydınlatma armatürü seçerken homojen ışık yayan ve enerji verimli armatürler tercih edilirken aynı zamanda çıkış rotaları ve acil çıkış noktaları içinde, acil aydınlatma armatürleri tercih edilmelidir.

Günümüzde LED teknolojisi, esnekliği, farklı renk sıcaklıkları ve aydınlatma kontrol seçenekleri sunabilmesinden ve düşük enerji tüketimi, uzun ömür, yüksek renk doğruluğu, çevre dostu olmalarından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir.

Gelişen teknoloji ile birlikte yapay aydınlatma sistemleri ve otomasyonlara entegre sistemler yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu sistemlerin kullanımları kütüphaneler için de görsel konforu sağlama açısından verimli olmaktadır. Aydınlatma otomasyon sistemleri, isteğe bağlı herhangi bir binada kullanılan ve uzaktan kumanda ve akıllı ışıklandırma şeklinde hayata geçirilen sistemlerdir. Bu sistemlerin ana hedefi enerji tasarrufunda etkili olmalarıdır. Enerji tasarrufu doğrudan karbon salımını da düşürmektedir. Enerji tasarrufunu ön plana alan kütüphaneler, ilk yatırım maliyetlerini, tasarruf oranına göre kıyaslayarak uygun sistemlere karar vermektedirler. Uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen aydınlatma sisteminin tasarımı yapılırken uygun armatür seçimi ile aydınlatma kontrolü için tasarlanmış bir aydınlatma otomasyon sistemi ile kurulum sağlanır. Böylece hem isteğe bağlı aydınlatma kullanılır hem de enerji tasarrufu sağlanmış olacaktır. Aydınlatma otomasyonu uygulama yöntemleri de, sistemin kurulacağı alana göre değişkenlik gösterir. Çevredeki ışığın şiddetine göre çalışan sistemler gün ışığı azalınca devreye girmektedirler. Kütüphaneler gibi uzun zaman diliminde çok sayıda kullanıcının görsel konforu ön planda tuttuğu yapılarda bu sistemler tercih edilmektedir. Aynı şekilde kütüphaneler gibi giriş ve çıkış saatleri sabit olan binalarda zaman ayarlı aydınlatma

sistemleri kullanılmakta, kullanım dışı zamanlarda tüm aydınlatma sistemi otomatik olarak kendini kapatır duruma geçer şeklinde düzenlenmektedir.

Bir kütüphanede aydınlatma sisteminin birbirinden tamamen farklı birçok amaca hizmet edebilmesi gerektiği için aydınlatma sistemi seçmek oldukça karmaşık bir durumdur. Konforlu bir ortamda okuma işlevselliğinin sağlanması, mekanın iç görünümünü ve binanın dış görünüşünü etkiler. İç mekanın görsel konfor kalitesinde (doğal aydınlatma veya yapma aydınlatma) aydınlatma sistemi etkilidir. Doğru düzenlenmeyen bir yapay aydınlatma mekanı rahatsız edici duruma getirebilir. Ayrıca, tüm kağıt türleri, yazı ve semboller ışıktan zarar görebilir. Bu hasar tamamen beyaz yüzeyin emdiği UV (ultraviyole) ışınından değil doğal aydınlatmadan kaynaklı Güneş ışığından dolayı da olabilir. Bozulma oranı ışığın yoğunluğuna, nesneye olan mesafeye ve etkinin süresine bağlıdır. Yüksek ışık yoğunlukları ve uzun pozlama süreleri daha fazla bozulmaya neden olur [56]. Bir kütüphanede aydınlatma seviyesi, kullanıcının konforunu ve performansını desteklemek ve artırmak için önemli bir unsurdur (Samani, 2011).

Armatürlerin doğrusal olarak rafların ve koridorların üzerlerine monte edilmeleriyle oluşan aydınlatma sistemi tasarımı Paralel Aydınlatma olarak tanımlanır. Bu sistem hem ışık sayesinde yönlendirici etkiye sahip olduğu gibi aynı zamanda rafların arasında gezen kullanıcıların da gölgesinin kitapların üstüne düşmesini engellemiş olur. Işık kaynaklarının yine kitap raflarına ve koridor başı-sonu duvarlara dikey olarak monte edilmesiyle oluşan aydınlatma sistemi de Dikey Aydınlatma olarak tanımlanır. Bu sistem ise yatay cephe açıklıklarının raflar ile kapatılması zorunlu olduğu durumlarda tercih edilir, ancak paralel aydınlatma kadar olumlu sonuçlar vermediği kaynaklarda belirtilmektedir [65].

Kütüphanelerde birçok farklı işleve yönelik özelleşmiş alanlar bulunmasından dolayı, her bölüme özel aydınlatma tasarımı oluşturmak gereklidir. Kitap rafları, okuma ve çalışma masaları, bilgisayarlı çalışma odaları, özel koleksiyonların bölümleri, el yazması eser bölümleri ve arşivler için ayrı ayrı aydınlatma sistemi kurulmalı ve bu alanlara uygun aydınlık düzeyi, ışık rengi ışık alma süresi gibi parametrelere dikkat edilmelidir.

Kitap raflarındaki aydınlatmanın homojen şekilde olmasına dikkat edilmektedir. Yatay raf yüzeylerinde 30 cm yükseklikteki aydınlık düzeyinin 65-380 lüks arasında ölçülmesi gereklidir. Raflarda bulunan kitapların sınıflandırılmasının yer aldığı raf başı ve raf sonu

bölümleri ise ayrıca ışıklandırılması veya kontrastının artırılmasıyla kullanıcıların ayırt ediciliği artırılabilir. [66]

Okuma ve çalışma masalarının yüzeyleri ile bu amaç için ayrılmış olan alanlarda gerekli olan aydınlık düzeyini(400-500 lüks) yakalamak önemlidir. Bu yüzden yüksek enerji talebini önleyerek gerekli olan aydınlık düzeyini sağlaması için bölgesel aydınlatma tasarımı yapılması önerilmektedir. Bölgesel aydınlatma tasarımı; yönlendirilebilir armatürler ile sağlanabilir. Yönlendirilebilir armatürlerin kullanıldığı durumlarda diğer kullanıcıları rahatsız etmeyecek ve kamaşma yapmasına imkan vermeyecek şekilde tasarlanmalı ve yerleştirilmelidir.

Bilgisayarlı çalışma alanlarında ekrandan ışık yansıması olamayacak ama çok düşük aydınlık düzeyinden dolayı ekran ışığının kullanıcının gözünü rahatsız edecek kadar parlak olmamasını sağlayacak şekilde tasarım yapılması gereklidir. Bunun için genellikle daha az cephe açıklığı bulunan alanlar veya kütüphane binalarının orta bölümleri tercih edilmektedir. Cephe açıklıklarının bulunduğu bölümlerde tasarlanmaları halinde pencere kenarlarından yaklaşık 5-7 m uzaklıkta olması, ana koridor veya ana geçişlerle birlikte çalışma alanlarının derinliğinin ortalama 14-15 m olması önerilmektedir. Gerekli durumlarda gün ışığını iç mekana taşımak için galeri boşlukları veya çatı ışıklıkları gibi mimari öğelerden de faydalanılmaktadır. [61]

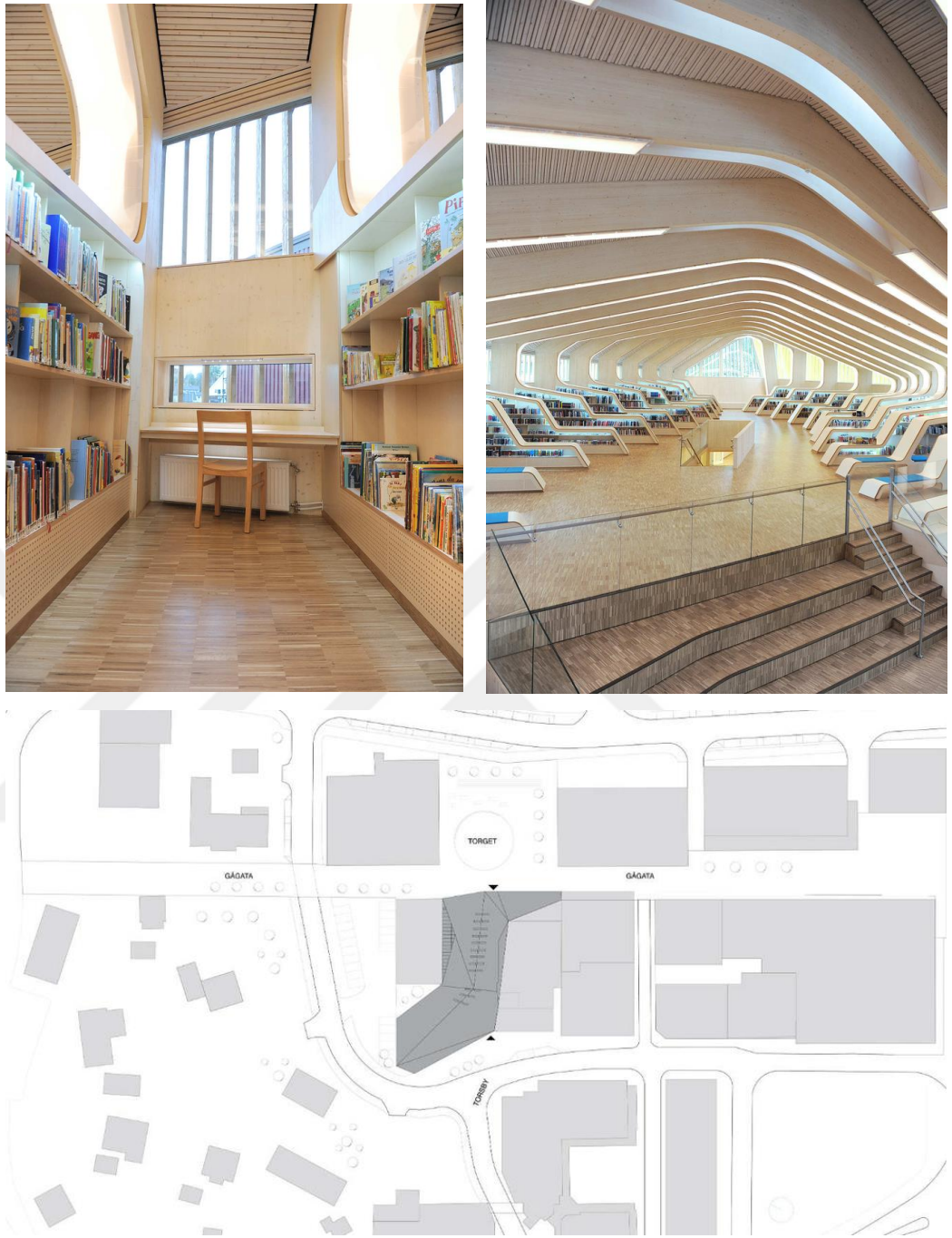
Müze aydınlatmalarında sıklıkla kullanılan, özellikle el yazması eserlerin tahrip olmasını önlemesi amacıyla ışık şiddeti ve ışığın dolaylı olarak yüzeye düşmesini sağlayan aydınlatma sistemleri, kütüphanelerde de özel koleksiyon bölümlerinde kullanılmaktadır. Işığa duyarlılığı yüksek olan el yazması eserlerin yer aldığı bu bölümlerde ICOM (International Council of Museum) tarafından önerilen aydınlık düzeyi, 50 lux ve altındaki değerlerdir. Bu eserlerin yaz aylarında 100.000 lux'e kadar ulaşabilen güneş ışığından korunması ve yalnızca yapay aydınlatma sistemleri ile gerekli durumlarda aydınlatılması gerekir. Yine ICOM tarafından paylaşılan verilere göre renk ayırımı için 10-30 lux yeterlidir [67].

Arşiv alanlarında ise yalnızca ihtiyaç duyulduğu/zamanlarda aydınlatılması ve saklanan eserlerin özelliğine göre aydınlatma sistemi seçilmesi gereklidir.

Yurtiçi ve yurtdışındaki bazı kütüphane yapıları örneklenerek güncel aydınlatma sistemleri hakkında gerçekçi bilgi sahibi olunabilir.

- Vennesla Library: Norveçte bulunan kütüphane binası 1938 m² alana sahip olup, 2011 yılında Helen & Hard Architects tarafından tasarlanmıştır. İlk bakışta geniş ve şeffaf cam yüzeylerin yoğunluğu dikkat çekmektedir. Bu yoğun gün ışığı giriş alanları sık olarak sıralanarak binanın tüm cephesini kaplayan güneş kırıcılar ve uzun cephe sundurmalarıyla, homojen bir geçiş sağlayacak şekilde kontrol edilmiştir. Yapının tamamında enerji tasarrufu göz önünde bulundurarak armatür seçimi sağlanmış, kitap rafları özel olarak aydınlatılmış ve geniş açıklıklara sahip çalışma salonları ışığı olabildiğince yayan, tek nokta üzerindeki parıltı ve kamaşmanın kesinlikle istenmediği aydınlatma elemanları ile aydınlatılmıştır. Yapı Norveç standartlarına göre “A sınıfı düşük enerjili bina” kategorisindedir. İlgili görseller Şekil 20’de sunulmaktadır. [68]



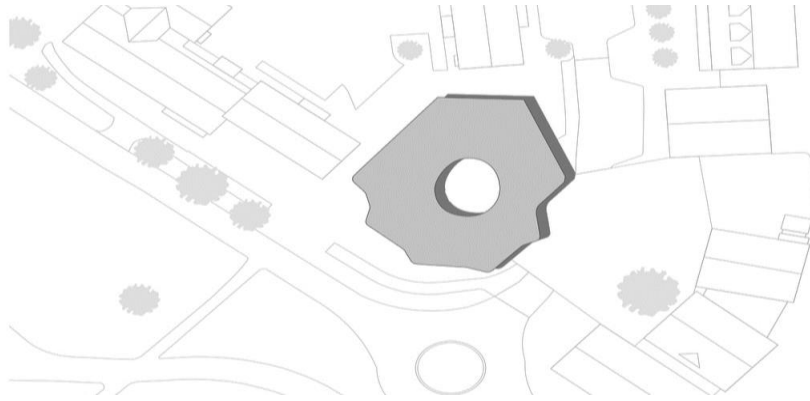


Şekil 20: Vennesla Library/Helen & Hard Arch. [69]

- Samling Library: Norveçte bulunan kütüphane binası 1616 m² alana sahip olup, 2020 yılında Helen & Hard Architects tarafından tasarlanmıştır. Yapının ön tarafı kütüphane iken, arka bölüm konut dairelerinden oluşmaktadır. Geniş giriş atriumu ve tamamen şeffaf camlı ön cephesi gün ışığını oldukça belirgin şekilde kullanmaktadır. Kitaplık bölümü, çalışma alanları, özel çalışma bölümleri ve kafeterya ile hizmet vermektedir. Yapının büyük bölümü ahşap malzemeden

oluşmakta, bu durumda aydınlatmanın yanında sürdürülebilirlik ve karbon salım miktarındaki düşüklüğü sağlamaktadır. Aydınlatma armatürlerinin neredeyse tamamı LED teknolojisini kullanmakta ve ahşap mobilyaların içine entegre edilmiş durumdadır. Bu yapıda, yapı formundan ve cam cephelerden dolayı kitap rafları aydınlatması gibi özel aydınlatma tekniklerine girilmemiş, yalnızca özel çalışma bölümlerinde kişiye odaklı armatürler kullanılmıştır. Yapının tamamında kullanılan güneş kırıcı olarak tasarlanmış ahşap bloklar sayesinde giriş atriumu hariç, çalışma alanlarında homojen bir ışık dağılımı oluşturulmuştur. İlgili görseller Şekil 21’de sunulmaktadır. [70]





Şekil 21: Samling Library / Helen & Hard [71]

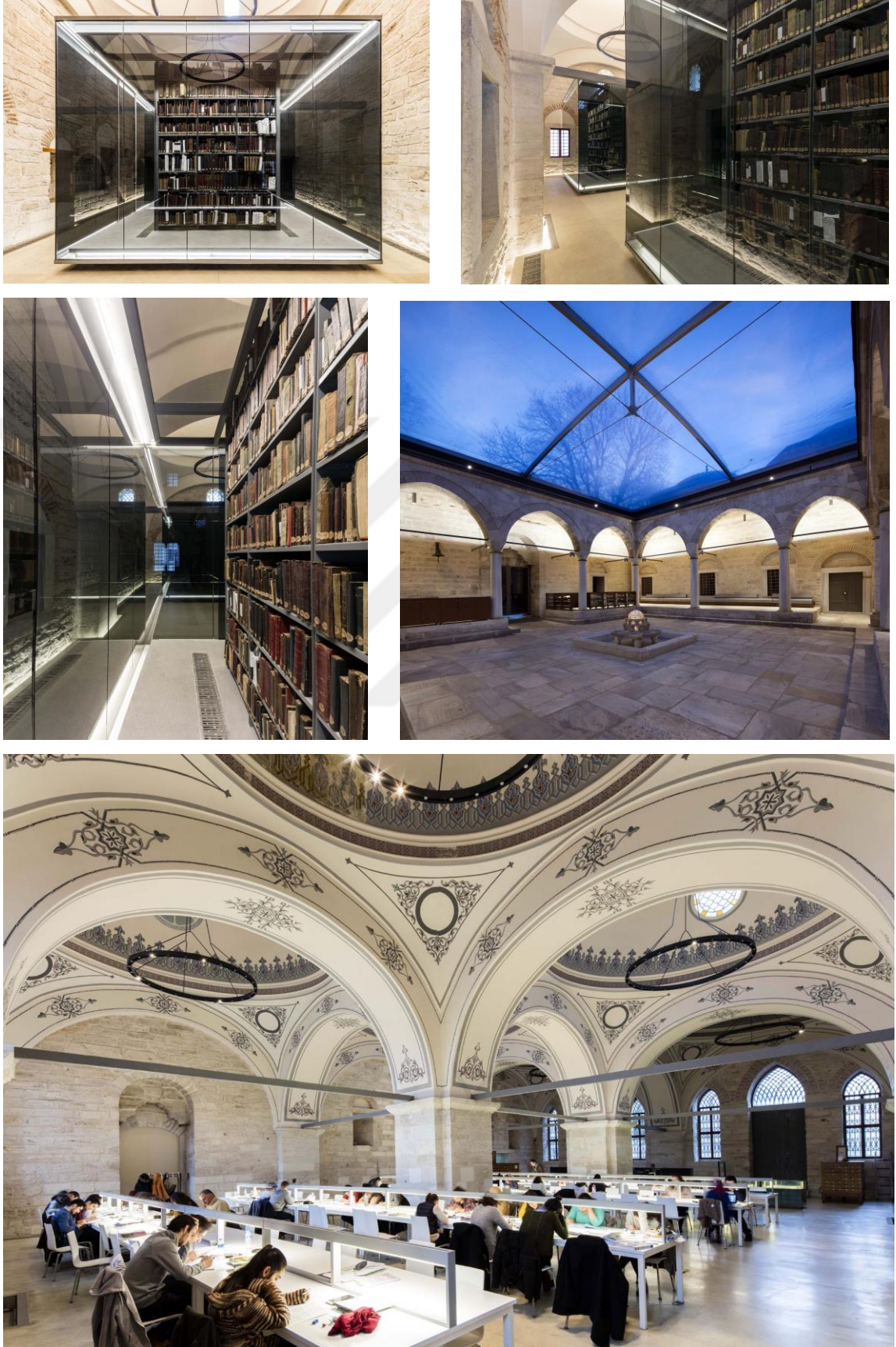
- Varina Area Library: Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan kütüphane binası 4087 m² alana sahip olup, 2016 yılında BCWH Architects tarafından tasarlanmıştır. Bulunduğu doğaya dokunmayı ve yerel öğeleri betimleyerek hacimler oluşturmayı hedeflediği, tasarımı yapan mimarlık firması tarafından belirtilmektedir. İçinde çocuk bölümü, halk bölümü, dijital bölüm, özel loca bölümleri, kafeterya gibi birçok farklı hacim barındırmaktadır. Geniş ve şeffaf cepheler ile gün ışığı yoğun olarak alınmaktadır. Hatta geniş cam cepheler çalışma alanlarının odak noktası olacak şekilde kullanılmış, kullanıcıların kendilerini açık alanın içinde hissetmeleri sağlanmak istenmiştir. Tepe ışıklıkları sayesinde gün ışığının binanın tamamına homojen şekilde girmesi sağlanmış, cephenin yakınlığında oluşan yüksek aydınlık düzeyi önlenmiştir. Doğal aydınlatmanın yanında yoğun olarak yapma aydınlatma sistemlerine de yer verildiği görülmektedir. LED armatürler, aydınlatma tasarımı yapılmış şekilde, kitap ve raf bölümlerinde düzlemsel, çalışma alanlarında sarkıt ve yaygın olarak yerleştirilmiştir. Özelleştirilmiş alanlarda ve özel loca bölümlerinde kullanıcının odaklanmasını artıracak şekilde noktasal ışık yayan armatürler tercih edilmiştir. İlgili görseller Şekil 22’de sunulmaktadır. [72]



Şekil 22: Varina Area Library [73]

- Yazma Eserler Kütüphanesi ve Beyazıt Devlet Kütüphanesi: İstanbul'da bulunmaktadır. 2000 m² alana sahip olup, 2016 yılında Tabanlıoğlu Mimarlık tarafından renovasyon projesi olarak tasarlanmıştır. Aydınlatma projesi Studio Dinnebir tarafından yapılmıştır.

Beyazıt Devlet Kütüphanesi, 1884 yılında "Kütüphane-i Umumi-i Osmani" adıyla kurulan, İstanbul'un en eski devlet kütüphanelerinden biridir ve nadir kitaplardan oluşan bir koleksiyona ev sahipliği yapmaktadır. Beyazıt Camii'nin yanındaki Kapalıçarşı girişine yakın yapı, 1506 yılında seyyahların sığınağı olarak inşa edilmiş ve birçok amaca hizmet etmiştir. Tabanlıoğlu Mimarlık tarafından titiz bir yenileme çalışmasıyla, 17 kubbeli etkileyici iç mekan özenle restore edilmiştir ve balkonlar yeniden hafif çatı yapısıyla tasarlanmıştır. Değerli kitapların saklanması için klimalı kitaplık üniteleri ve büyük cam pencerelerle donatılmıştır. Aydınlatma tasarımı konsepti, dolaylı aydınlatmayla büyük kubbeleri vurgulamaktadır. Bu amaçla dinamik askılı bir çember halinde LED armatür yapılarak kubbenin ortasına asılmıştır. Doğrudan ve dolaylı bileşenlere sahip sarkıt ve aydınlatma armatürleri tonozların algılanmasını güçlendiren tarihi çelik braketlere monte edilmiştir. Masalara, vitrinlere ve raflara minimum yüzeye monte armatürler yerleştirilmiştir. El yazması eserler arasında da en özel koleksiyonların bulunduğu kitaplık bölümleri, hiçbir şekilde yansıma ve parlama yapmayacak, UV ışıklarını içeriye geçirmeyecek, extra clear olarak isimlendirilen cam türü kullanılarak cam fanus içine alınmıştır. Giriş ve çıkışların otomasyon sistemi ile kontrol edildiği bu bölümlerde kitap yüzeylerine ışık düşmeyecek ve ortamın görünürlüğünü sağlayacak, ısı yayımı olmayan LED armatürler tercih edilmiştir. İlgili görseller Şekil 22'de sunulmaktadır. [74]



Şekil 23: Yazma Eserler ve Beyazıt Devlet Kütüphanesi [75]

5. BÖLÜM

ALAN ÇALIŞMASI: ERCİYES ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ

Bu çalışma kapsamında, önceki bölümlerde bahsedilmiş olan Enerji Etkin Binalar ve Karbon Ayak İzi kavramlarının mevcut yapılar üzerinde alan çalışması yapılarak veriler, karşılaştırmalar ve öneriler sunulmuştur. Alan çalışması olarak seçilen yapı Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphane Binası'dır. Bu yapının mevcut aydınlatma performansı ortaya koyulmuş, iyileştirme önerileri sunulmuş, iyileştirme önerilerinin hayata geçirilmesi durumunda ortaya çıkacak elektrik tüketim miktarı ve karbon salımı belirlenmiştir. Daha sonra kütüphane binasının 7 gün 24 saat çalışma prensibine geçilmesi durumunda ortaya çıkacak elektrik tüketim miktarı ve karbon salımı belirlenmiştir. Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphane Binasının mevcut aydınlatma performansının yeterliliği konusunda referans yapı olan Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphane Binası ele alınmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek, Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphane Binasına yapılacak iyileştirme önerilerine girdi sağlanmıştır. Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi, Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi gibi üniversite kütüphanesi olması, benzer çalışma saatleri arasında hizmet vermesi, Kayseri ilinde olması, aynı iklim ve benzer doğal ışık alma süreleri gibi ölçütler düşünülerek tercih edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan enerji tüketim değerleri, Türkçe adı "Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği" olan, ASHRAE'nin(American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) yayınlamış olduğu standartlarına göre değerlendirilmiştir. Karbon salımı ile ilgili ise Şekil 15'te verildiği gibi 2033 ve 2053 hedef değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan çalışmada Ekinoks tarihleri olan 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri temel alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Binaların enerji performansı yönetmeliğinde ve literatürde bulunan kaynaklarda da ekinoks tarihlerinin hesaplamalar için yeterli olduğu

belirlenmektedir. [76] Bazazzadeh ve arkadaşlarının yapmış olduğu ofis binalarının aydınlatılmasını konu alan çalışmada ve Voll ile Thalfeldt'in Norveç'te ofis binalarının enerji tüketimine yönelik yapmış oldukları çalışmada 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri esas alınmıştır. [77], [78] 21 Haziran tarihi yaz aylarının ortalamasını, 21 Aralık ise kış aylarının ortalaması olarak kabul edilmektedir. BEP-Tr'de bu kabul ile ilgili olarak "AYD Deklinasyon Açısı (δ): Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Ekinoks noktalarında (21 Mart ilkbahar ekinoksu, 21 Eylül sonbahar ekinoksu) deklinasyon açısı sıfır olur. Gün dönümü noktalarında ise (21 Haziran yaz gündönümünde 23.45° ve 21 Aralık kış gündönümünde -23.45°) mutlak değerce maksimum olur." ifadesi yer almaktadır. [79]

5.1 Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Mevcut Durum Analizi

Bu bölümde Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin aydınlatma türü ve sistemine, 2023 yılı esas alınarak yapılan hesaplamalar sonucu ortaya çıkacak olan mevcut elektrik tüketimi ve karbon salımı verilerine yer verilmiştir. Yapılan analizlerde Binaların Enerji Performansı Yönetmeliğinde yer alan standartlara ve görsel konfor koşullarına dikkat edilmiştir. Enerji tüketim hesaplamaları için DiaLUX simülasyon programı, karbon emisyonu hesabı için ise DiaLUX simülasyon programının yanında DEFRA ve Tier Yaklaşımları kullanılmıştır.

5.1.1 Yapının Yerleşimi, Bölümleri ve Mimari Yapısı

Bu tez kapsamında ele alınan kütüphane Kayseri ili Talas ilçesinde bulunan Erciyes Üniversitesi Yerleşkesi içerisinde yer almaktadır. Yerleşkeye ulaşım, tramvay ve otobüs hatları ile gerçekleştirilebilmektedir. Yerleşkenin içinde kütüphane binasına ulaşmak için yaya olarak veya bisiklet vb. gibi kişisel ulaşım araçlarından faydalanmak gereklidir. Yerleşkenin, kuzeyinde yer alan askeri bölgeyle, doğusunda bulunan Erenköy Mahallesi ve batısındaki Yenidoğan Mahallesi ile komşuluk ilişkisi bulunmaktadır.

Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi, aydınlatma performansındaki problemlerin tespit edilmesi, bu problemlerin giderilerek çalışma ortamı görsel konfor şartlarının artırılması ve enerji tasarrufu sağlanabilmesi için öneriler geliştirmek üzere çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi, 5 gün 8.30-23.00 saatleri arasında kullanılan, kitap okuma, çalışma, internet ve basılı kaynaklar aracılığıyla araştırmalar

yapma gibi farklı kullanım amaçlarının bir arada bulunduğu ve görsel konfor koşullarının sağlanmasının önemli olduğu bir kamu yapısı olmasından dolayı tercih edilmiştir.

Yapının aydınlatma enerji performansının incelenebilmesi için gün ışığı parametresi dikkate alınmalıdır. Örnek yapının bulunduğu il olan Kayseri, 38°K Enlemi 35°D boylamında bulunmaktadır. Hâkim rüzgâr yönü güney cephesinden olup ortalama olarak bir günün 6-8 saatinde gün ışığı almaktadır. Deniz seviyesinden 1094 m yükseklikte bulunmaktadır. [80] Yerleşkenin ve kütüphanenin çevre ilişkileri Şekil 24’de yer almaktadır.



Şekil 24: Erciyes Üniversitesi Yerleşkesi ve Kütüphanesi Çevre İlişkileri

(<https://cbs.kayseri.bel.tr/imarplanlari.aspx>)

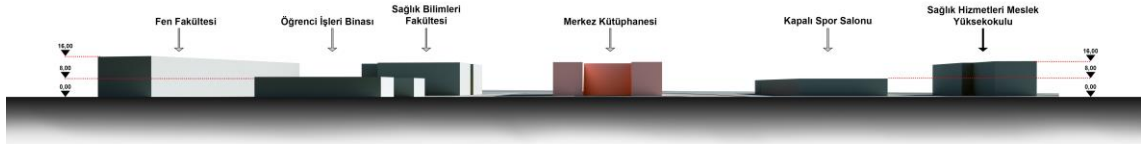
Yapının çevresinde bulunan ağaçlar, diğer binalar ve gölge elemanları doğal aydınlatma oranına etki ederler. Şekil 25’te Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının çevresindeki yapılarla ilişkisi gösterilmiştir. Çevresinde ağaçlık alanlar ve Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı Binası, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Kapalı Spor Salonu, Diş Hekimliği Fakültesi ve Hastanesi ile Enstitüler Binası bulunmasına rağmen aralarındaki mesafeler gün ışığı alınmasını engellemeyecek durumdadır. Binanın çevresinde bulunan ağaçlık alan ise zamanla gelişme göstererek gün ışığı girişini engelleyecek duruma gelebilir. 2023 yılı için yapılan hesaplamalarda ağaçlık alanın, mesafesinden ve boyutlarından dolayı olumlu veya olumsuz etkisi bulunmamaktadır.

Yakın çevresindeki binalar ile mesafeleri ve bina yüksekliği karşılaştırmaları Şekil 26’da arazi kesiti olarak verilmiştir.



Şekil 25: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Vaziyet Planı

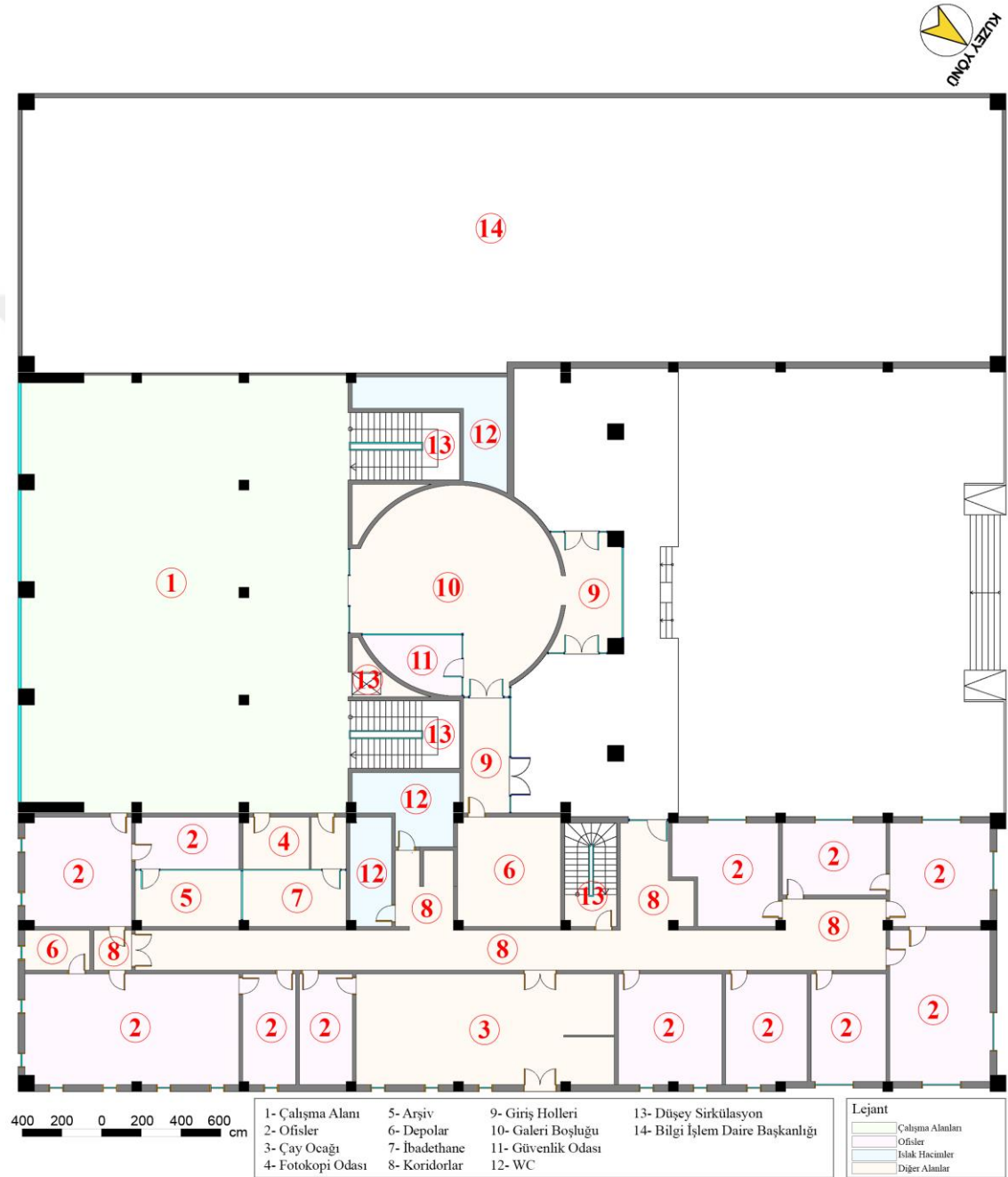
(<https://cbs.kayseri.bel.tr/imarplanlari.aspx>)



Şekil 26: Arazi Kesiti-Şematik Gösterim

Kütüphane binasının mevcut aydınlatma enerji performansını belirlemek, görsel konfor şartlarını değerlendirmek ve yeni öneriler sunabilmek amacıyla Dialux Programı ile modelleme ve simülasyon çalışması yapılmıştır. Yapı zemin + 4 normal kattan oluşmakta olup, giriş katı ve birinci kat çalışmaya dahil edilmiş, benzer nitelikteki katlar, benzer sonuçlar vereceği için kapsam dışı kabul edilmiştir. Kütüphane binası sabah 8.30 da hizmete açılıp akşam 23.00’a kadar hizmet vermektedir. Kullanıcıların gün içerisinde en çok kullandıkları bölümlerin yer aldığı zemin kat ve birinci kat ele alınmıştır. Bu çalışma kapsamında ele alınan katlar toplam 3260 m²’den oluşmaktadır.

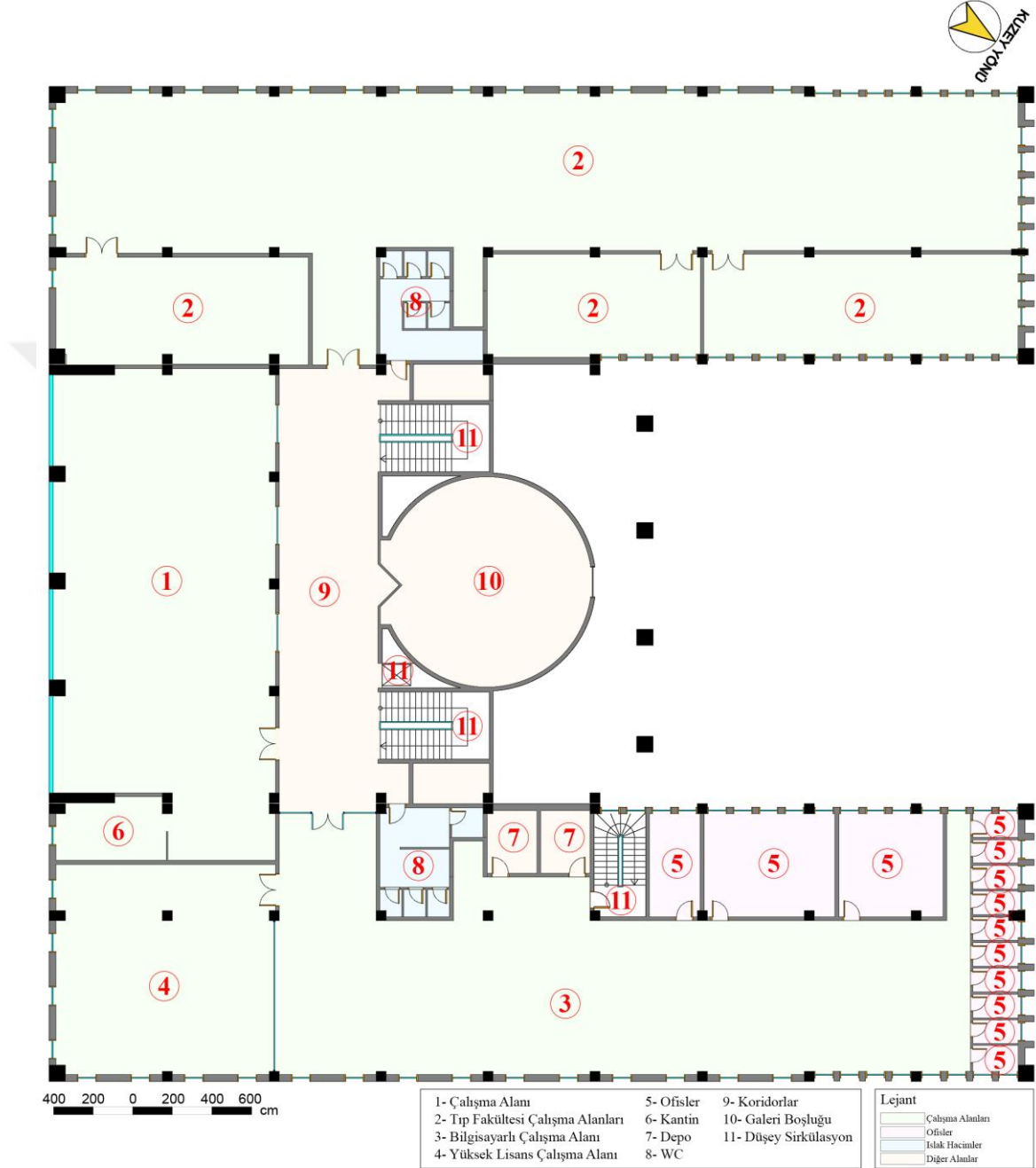
Yapının bölümlerini gösteren kat planları Şekil 27 ve Şekil 28’te verilmiştir. Dialux programı aracılığıyla oluşturulmuş olan perspektif görünümü Şekil 29 ve Şekil 30’da gösterilmektedir.



Şekil 27: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Zemin Kat Planı

Yapının güneyinde kalan bölüm Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından kullanılıyor olmasından dolayı kapsam dışı kabul edilmiştir. Kullanıcıların en yoğun olarak kullandıkları alan 1 numara ile gösterilen kitap okuma ve çalışma bölümlerinin yer aldığı

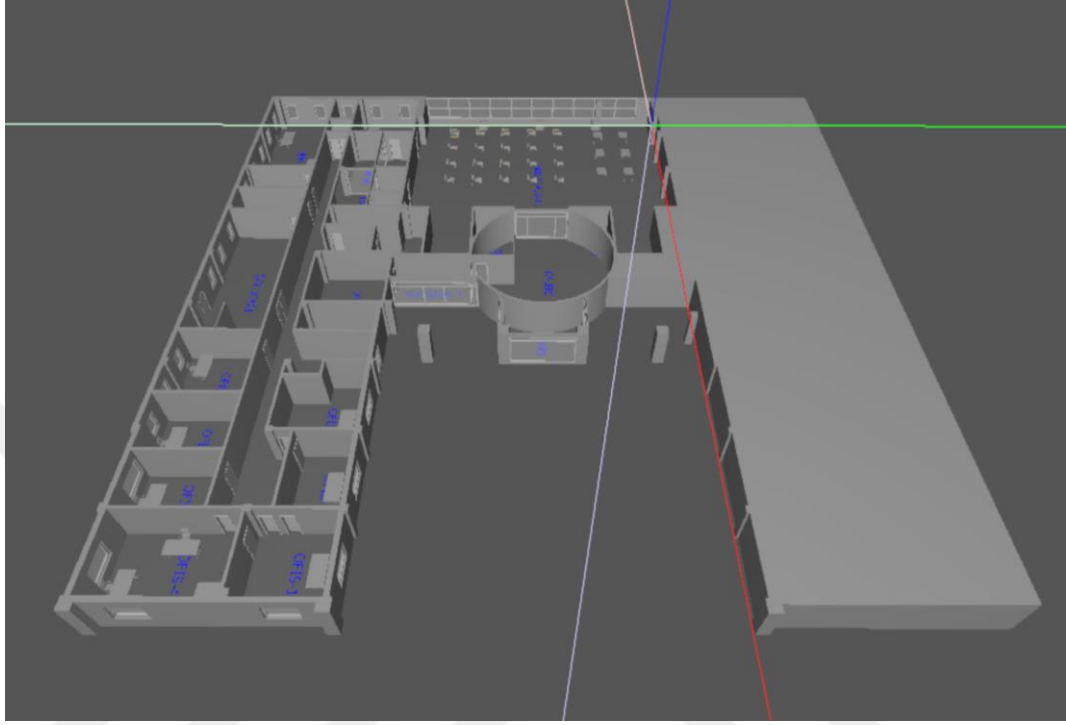
alan ile fotokopi ve kırtasiye alışverişinin yapıldığı 4 numaralı alandır. Yapının kuzey bölümünde ise idari ofisler yoğunluk göstermektedir.



Şekil 28: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Birinci Kat Planı

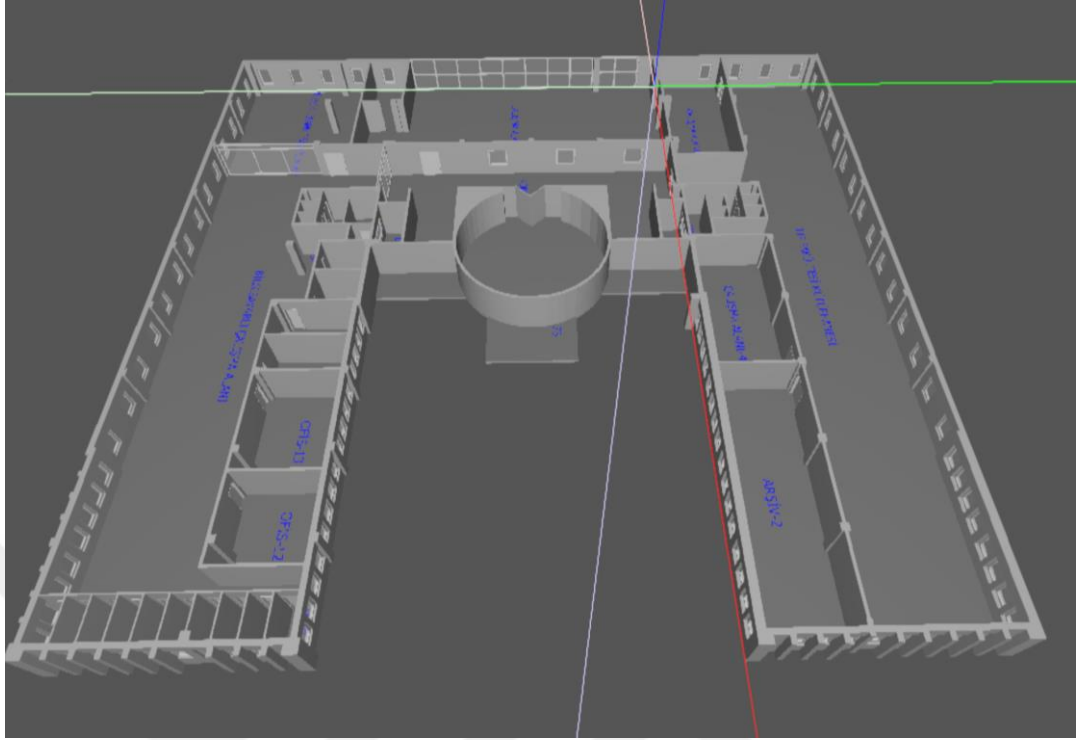
Yapının güneyinde yer alan 2 numaralı bölüm tıp fakültesine ait kaynakların bulunduğu bölüm olmasından dolayı gün içinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Kafeterya ve çalışma alanları 1 numaralı bölümde yoğunlaşmıştır. Yapının kuzeyinde kalan bölümde ise

yüksek lisans tezlerinin arşivlendiği özel depo bölümü ve bilgisayarlı çalışma alanları bulunmaktadır. Bilgisayarlı çalışma alanının içinde ofis odaları da yer almaktadır.



Şekil 29: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Zemin Kat Perspektif Görünüm

Yapının zemin katı (Bilgi İşlem Daire Başkanlığı Hariç) ile birinci mevcut duruma göre modellenmiş ve aydınlatma sistemleri uygulanmıştır. Perspektif görünümleri Şekil 29 ve Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 30: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Birinci Kat Perspektif Görünüm

5.1.2 Mevcut Duruma Bağlı Aydınlatma Enerjisi Tüketiminin Analizi

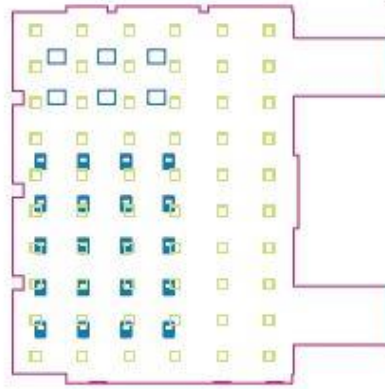
Yapıda incelenecek öncelikli konu, mevcut durumdaki aydınlatma sistemi tarafından kullanılan enerjisi miktarıdır. Yer alan yapma aydınlatma sistemi incelendiğinde 16W/54x4 floresan lambalar kullanıldığı görülmüştür. Şekil 32’de Çalışma Alanı-1 isimli mahalin Dialux programı ile yapılmış hesaplamaları görülmektedir. Program verilerine göre alanda bulunan toplam 60 adet 16W/54x4 lük armatürler, çalışma yüzeyine 368 Lux aydınlık ortam sağlamakta olup (Şekil 31), Tablo 2’de yer aldığı üzere, görsel konfor koşullarının sağlanması için kütüphane yapılarında 500 Lux aydınlık düzeyi gerekmektedir. Hacmin aydınlık düzeyinin yetersiz olduğu yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya konulmaktadır.



Şekil 31: Yapıda Kullanılan Armatür Örneği ve Bilgisayar Laboratuvarı Aydınlatması

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin aydınlatmasında en yoğun olarak kullanılan armatür olan 16W/54x4 lük armatürlerin teknik verileri ve Çalışma Odası-1 olarak isimlendirilen mekanın aydınlık düzeyi Şekil 32’de verilmiştir. Hesaplamalar DiaLUX programı ile yapılmıştır.

ÇALIŞMA ALANI-1

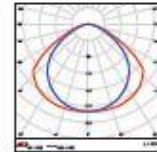


Oda yüksekliği: 3.000 m, Yansıma derecesi: Tavan 70.0%, Duvarlar 50.0%, Zemin 20.0%, Bakım katsayısı: 0.80

Çalışma düzlemi

Yüzey	Sonuç	Orta (Nominal)	Min	Maks	Min/Orta	Min/maks
1 Çalışma düzlemi 75	Orta aydınlık [lx]	368 (500)	0.00	488	0.00	0.00
	Çalışma düzleminin yüksekliği: 0.800 m, Sınır yüksekliği: 0.000 m					

Nr.	Adet	
1	60	SF Filizli 12548 P 204x14-24 T5 HF DA RVS IP54 (14W) Isılama verimi: 61.87% Lamba ışık akısı: 4500 lm Isılama ışık akısı: 2970 lm Güç: 62.0 W Işık verimi: 47.9 lm/W Renk sıcaklığı: 5000 K Renk sıcaklığı: 70



Toplam lamba ışık akısı: 268000 lm, Toplam aydınlatma aygıtı ışık akısı: 178200 lm, Toplam Güç: 3720.0 W, Işık verimi: 47.9 lm/W

Spektrik bağılantı değeri: 9.39 W/m² = 2.55 W/m²100 lx (Zemin yüzeyi 306.34 m²)

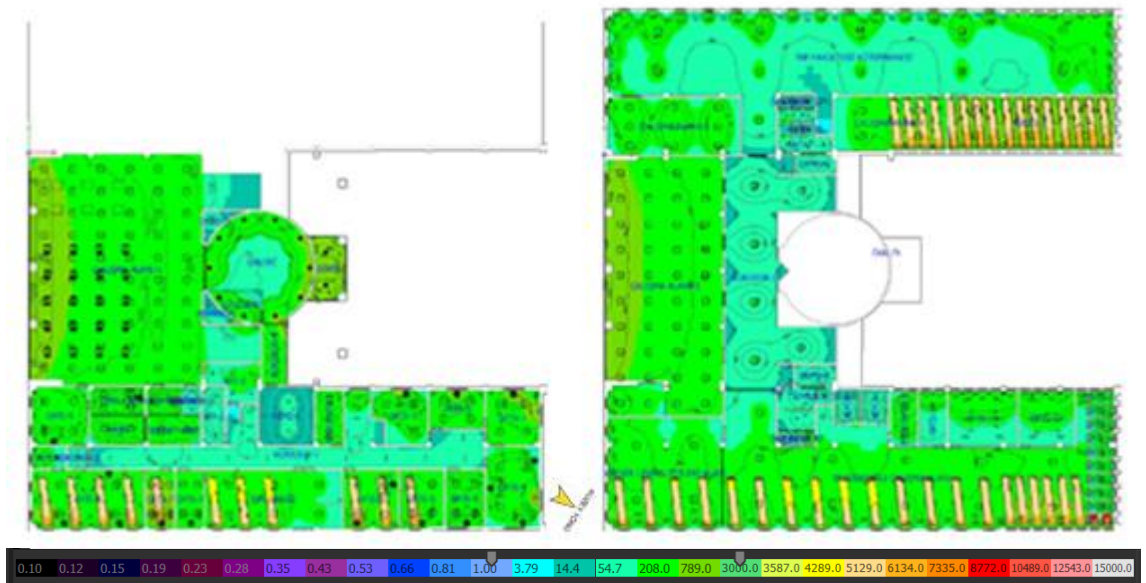
Tüketim: 6450 - 10250 kWh/ile maksimum 13500 kWh/ile

Şekil 32: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Birinci Kat Çalışma Alanı-1 Dialux Hesaplaması



Şekil 33: 21 Haziran Saat: 12.00 Zemin Kat ve Kat-1 Aydınlık Durumu(2023 yılı verileri)

Şekil 33’de kütüphane binasına ait katların 21 Haziran tarihinde saat 12.00’da mevcut aydınlık düzeyleri DiaLux programı ile hesaplanmıştır. Veriler incelendiğinde, gün ışığının dik geliyor olmasından dolayı yalnızca cephe açıklıklarının çevresinde sınırlı bir alanda etkili olmaktadır. Elektrik enerjisi talebinin fazla olmasına rağmen özellikle 1. Katta Tıp Fakültesi Kütüphanesi’nde görsel konfor koşullarına(Tablo 2) göre 400 lux olması gereken çalışma bölümleri 100 lux’te sınırlı kalmıştır. Çalışma Alanı-2 isimli mekanda ise 2000 lux’e kadar aydınlık düzeyi ölçülmektedir.



Şekil 34: 21 Aralık Saat: 12.00 Zemin Kat ve Kat-1 Aydınlık Durumu(2023 yılı verileri)

Şekil 34’de kütüphane binasına ait katların 21 Aralık tarihinde saat 12.00’deki mevcut aydınlatma sistemi performansı DiaLUX programı ile hesaplanmıştır. Veriler incelendiğinde, gün ışığının eğik geliyor olmasından dolayı gün ışığı mekanların derinliklerine kadar etkili olmaktadır. Güney cephedeki görsel konfor koşullarına (Tablo 2) göre 400 lux olması gereken ofis ve çalışma odaları 6000 lux’e varan aydınlık düzeyleri görülmektedir. Çalışma Alanı-2 isimli mekanda ise 2000 lux’e kadar aydınlık değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 6: Kullanılan Armatürlerin Özellikleri ve Enerji Tüketim Miktarları(2023 yılı verileri)

ADET	MARKA	ÜRÜN ADI	P	Φ	IŞIK VERİMİ
217	3F Filippi S.p.A.	P 204x14-24 T5 Hf Da Rvs Ip54 (14w)	62.0 W	2970 lm	47.9 lm/W
53	3F Filippi S.p.A.	3F Linda Inox 1x18 HF	19.0 W	1033 lm	54.4 lm/W
34	AIRAM	Kubo 175 IP20 12W/840 DA2 PCO WH	12.0 W	900 lm	75.0 lm/W
12	LUG Factory	ARCHEO WHITE - 5000 lm, 4000K	48.0 W	4550 lm	94.8 lm/W
TOPLAM			15455 W	784439 lm	50.8 lm/W

Tablo 7: DiaLux programı tarafından hesaplanan tüketim miktarları(2023 yılı verileri)

	21 Haziran	21 Aralık	Toplam (Yıllık)
Enerji Tüketimi	14930 kWh	21078 kWh	36.008 kWh
LENI	5,5 kWh/m ²	7,5 kWh/m ²	13 kWh/m ²
CO ₂	11974 kg	16902 kg	28.876 kg

Tablo 7’de görüldüğü üzere Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin mevcut aydınlatma performansına yönelik yıllık olarak 1 m²’de 13 kWh enerji ihtiyacı bulunmakta ve 8,86 kg karbon salımı olmaktadır. Türkçe adı “Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği” olan ASHRAE’nin yayınlamış olduğu standartlara göre aydınlatma için kullanılan enerjiden ofis ve çalışma alanlarında birim metrekare başına düşecek miktarın 12 kWh/m² olduğu söylenmektedir. [81] Buna göre

birim alandaki toplam enerji tüketimi 13 kWh/m² olan Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının, ortalamanın üstünde olduğu görülmektedir.

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi'ndeki hacimlerin aydınlık düzeyleri Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 2'e yer aldığı üzere çalışma alanlarının aydınlık düzeylerinin 400 lux olması beklenirken ortalama değerlerin 71 lux ile 6828 lux arasında değiştiği görülmektedir. Görsel konfor koşullarının hedeflenen seviyelerde olmadığı bu aydınlık düzeylerinin dengelenmesi ve uygun hale getirilmesi için iyileştirme çalışması yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Tablo 8: ERÜ Kütüphanesi mekanlara göre aydınlık düzeyleri(2023 yılı verileri)

#	Ad	Parametre	Min	Maks	Orta	Min/orta	Min/maks
1	Çalışma düzlemi (TIP FAKÜLTESİ KÜTÜPHANESİ)	Dikey aydınlatma gücü	18.8 lx	1988 lx	335 lx	0.056	0.009
2	Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-3)	Dikey aydınlatma gücü	128 lx	1039 lx	304 lx	0.42	0.12
3	Çalışma düzlemi (Oda 35)	Dikey aydınlatma gücü	79.3 lx	90.6 lx	85.9 lx	0.92	0.88
4	Çalışma düzlemi (Oda 36)	Dikey aydınlatma gücü	81.4 lx	91.8 lx	87.0 lx	0.94	0.89
5	Çalışma düzlemi (Oda 37)	Dikey aydınlatma gücü	81.3 lx	90.6 lx	86.1 lx	0.94	0.90
6	Çalışma düzlemi (Oda 38)	Dikey aydınlatma gücü	77.4 lx	90.0 lx	85.0 lx	0.91	0.86
7	Çalışma düzlemi (Oda 39)	Dikey aydınlatma gücü	80.1 lx	92.0 lx	87.2 lx	0.92	0.87
8	Çalışma düzlemi (WC-4)	Dikey aydınlatma gücü	104 lx	215 lx	166 lx	0.63	0.48
9	Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-4)	Dikey aydınlatma gücü	78.3 lx	2063 lx	403 lx	0.19	0.038
10	Çalışma düzlemi (ARŞİV-2)	Dikey aydınlatma gücü	297 lx	49964 lx	1602 lx	0.19	0.006
11	Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-2)	Dikey aydınlatma gücü	180 lx	2040 lx	758 lx	0.24	0.088
12	Çalışma düzlemi (KORIDOR-5)	Dikey aydınlatma gücü	23.0 lx	210 lx	99.1 lx	0.23	0.11
13	Çalışma düzlemi (DEPO-5)	Dikey aydınlatma gücü	70.4 lx	121 lx	96.3 lx	0.73	0.58
14	Çalışma düzlemi (WC-3)	Dikey aydınlatma gücü	39.9 lx	96.8 lx	71.2 lx	0.56	0.41
15	Çalışma düzlemi (Oda 47)	Dikey aydınlatma gücü	77.2 lx	91.2 lx	85.4 lx	0.90	0.85
16	Çalışma düzlemi (Oda 48)	Dikey aydınlatma gücü	140 lx	162 lx	152 lx	0.92	0.86
17	Çalışma düzlemi (Oda 49)	Dikey aydınlatma gücü	171 lx	197 lx	183 lx	0.93	0.87
18	Çalışma düzlemi (TEMİZLİK ODASI)	Dikey aydınlatma gücü	79.6 lx	121 lx	101 lx	0.79	0.66
19	Çalışma düzlemi (DEPO-4)	Dikey aydınlatma gücü	63.6 lx	97.5 lx	80.4 lx	0.79	0.65
20	Çalışma düzlemi (DEPO-4)	Dikey aydınlatma gücü	66.0 lx	96.5 lx	81.2 lx	0.81	0.68
21	Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1)	Dikey aydınlatma gücü	164 lx	1443 lx	364 lx	0.45	0.11
22	Çalışma düzlemi (OFİS-14)	Dikey aydınlatma gücü	105 lx	1405 lx	347 lx	0.30	0.075
23	Çalışma düzlemi (OFİS-13)	Dikey aydınlatma gücü	145 lx	1185 lx	440 lx	0.33	0.12
24	Çalışma düzlemi (OFİS-12)	Dikey aydınlatma gücü	166 lx	1269 lx	451 lx	0.37	0.13
25	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	762 lx	1508 lx	1060 lx	0.72	0.51
26	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	586 lx	50781 lx	4236 lx	0.14	0.012
27	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	612 lx	50556 lx	4239 lx	0.14	0.012
28	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	661 lx	51810 lx	6828 lx	0.097	0.013
29	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	587 lx	48429 lx	3895 lx	0.15	0.012
30	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	601 lx	49466 lx	6421 lx	0.094	0.012
31	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	633 lx	49472 lx	6418 lx	0.099	0.013
32	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	595 lx	49454 lx	6418 lx	0.093	0.012
33	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	611 lx	49606 lx	6426 lx	0.095	0.012
34	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	1040 lx	2376 lx	1586 lx	0.66	0.44
35	Çalışma düzlemi (YÜKSEK LİSANS TEZLERİ ALANI)	Dikey aydınlatma gücü	101 lx	1565 lx	364 lx	0.28	0.065
36	Çalışma düzlemi (BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA ALANI)	Dikey aydınlatma gücü	53.6 lx	1526 lx	347 lx	0.15	0.035
37	Çalışma düzlemi (DEPO-5)	Dikey aydınlatma gücü	71.3 lx	152 lx	109 lx	0.65	0.47
38	Çalışma düzlemi (Oda 75)	Dikey aydınlatma gücü	0.00 lx	0.00 lx	0.00 lx	-	-

5.1.3 Mevcut Duruma Bağlı Karbon Salımı Analizi

Yapıda kullanılan mevcut armatürlerin harcamış oldukları elektrik enerjisi verisinden yola çıkılarak CO₂ salımı tespit edilmektedir. Hesaplama yöntemi olarak Tier-1 yaklaşımı ve DEFRA yaklaşımı ayrı ayrı kullanılacaktır. Bu yaklaşımlar özetlenecek olursa iki temel veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar “Tüketilen Yakıt Miktarı” ve “Standart Emisyon Faktörü” dür. Standart Emisyon Faktörü her analiz türü için farklılık göstermektedir. Elektrik enerjisi kaynaklı karbon salımı yaklaşımları için kullanılacak formül;

- Emisyon GHG, FUEL (kg GHG) = Yakıt Tüketimi (TJ) x Emisyon Faktörü (Kg GHG/TJ) şeklindedir.

Ancak Tier-1 ve DEFRA yöntemlerinde emisyon faktörleri farklılık göstermektedir. Bu tez kapsamında yapılacak değerlendirme elektrik enerjisi temelli olduğundan dolayı, emisyon faktörü Tier-1 için “0,84”, DEFRA yaklaşımı için de 2023 yılı verilerinde yer alan “0,207074288590604”(yaklaşık 0,21) alınarak, aşağıdaki şekilde uygulanacaktır(IPCC, 2006) [82].

- $=(\text{electricity usage per year in kWh}/1000) \times 0.84$ [83]
- $=(\text{electricity usage per year in kWh}/1000) \times 0.21$ [82]

Bu formülden çıkan sonuçlar yıllık bazda hesaplanmaktadır.

İlgili değerler formül üzerinde yerine koyulduğunda Tier-1 yaklaşımına göre;

- $36.008 \text{ kWh} \times 0.84 = 30.426,72 \text{ kg CO}_2\text{e}=30,25 \text{ t CO}_2\text{e}$ olarak hesaplanmaktadır.

1 m^2 ye düşen karbon miktarı $30.426,72 \text{ kg CO}_2\text{e} / 3260 \text{ m}^2 = \underline{9,33 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2}$ olarak hesaplanmaktadır.

İlgili değerler formül üzerinde yerine koyulduğunda DEFRA 2023 yaklaşımına göre;

- $36.008 \text{ kWh} \times 0.21 = 7.561,68 \text{ kg CO}_2\text{e}=7,56 \text{ t CO}_2\text{e}$ olarak hesaplanmaktadır.

1 m^2 ye düşen karbon miktarı $7.561,68 \text{ kg CO}_2\text{e} / 3260 \text{ m}^2 = \underline{2,32 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2}$ olarak hesaplanmaktadır.

Ülkemiz stratejik hedefleri ve politikaları gereği olarak karbon salım miktarının sadece aydınlatma için değil tüm girdileriyle birlikte 2030 yılına kadar %41 azaltılması ve 2053 yılına kadar sıfır karbon emisyonuna ulaşması beklenmektedir.

Tablo 9: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi CO₂ Salımı Tablosu

	Toplam (Yıllık)	m ² başına (Yıllık)
DiaLUX	28.876 kgCO ₂ e	8,86 kgCO ₂ e/m ²
Tier-1 Yaklaşımı	30.426,72 kgCO ₂ e	9,33 kg CO ₂ e/m ²
DEFRA Yaklaşımı	7.561,68 kgCO ₂ e	2,32 kg CO ₂ e/m ²

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi karbon emisyon miktarları üç farklı yöntem ile hesaplanmıştır. Toplam ve m² başına düşen karbon emisyonları miktarları Tablo 9’da verilmiştir.

5.2 Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Aydınlatma Enerjisine Bağlı Mevcut Durum Analizi

Yapının bulunduğu il olan Kayseri, 38°K Enlemi 35°D Boylamında bulunmaktadır. Hâkim rüzgâr yönü güney cephesinden olup ortalama olarak bir günün 6-8 saatinde gün ışığı almaktadır. (Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2023) Deniz seviyesinden 1094 m yükseklikte bulunmaktadır. (Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2023)

Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi, aydınlatma tasarımının tespit edilerek, örnek yapı olan Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi ile karşılaştırma yapılabilmesi için ve kütüphane yapılarındaki genel aydınlatma sistemlerinin hakkında referans olması açısından seçilmiştir. İkinci örnek kütüphane olarak seçilen Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesinin Kayseri ilinde olması, aynı iklim ve benzer doğal ışık alma süreleri gibi ölçütler düşünülerek tercih edilmiştir. Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi hafta içi 8.00 – 22.00 saatleri arasında, hafta sonu ise 10.00 – 18.00 saatleri arasında hizmet vermektedir. Kitap okuma, çalışma, internet ve basılı kaynaklar aracılığıyla araştırmalar yapma gibi farklı kullanım amaçlarının bir arada bulunduğu bir eğitim yapısı olması ve görsel konfora sahip bir aydınlatma düzenine ihtiyaç duyulmasından dolayı tercih edilmiştir.

Ele alınan yapının yakın çevresiyle olan ilişkisinin gösterildiği uydu görüntüsü (Şekil 35) ve kütüphane binasının kendi içinde bölümlendirilmesinin şematik olarak gösterildiği kesit (Şekil 36) aşağıda yer almaktadır.



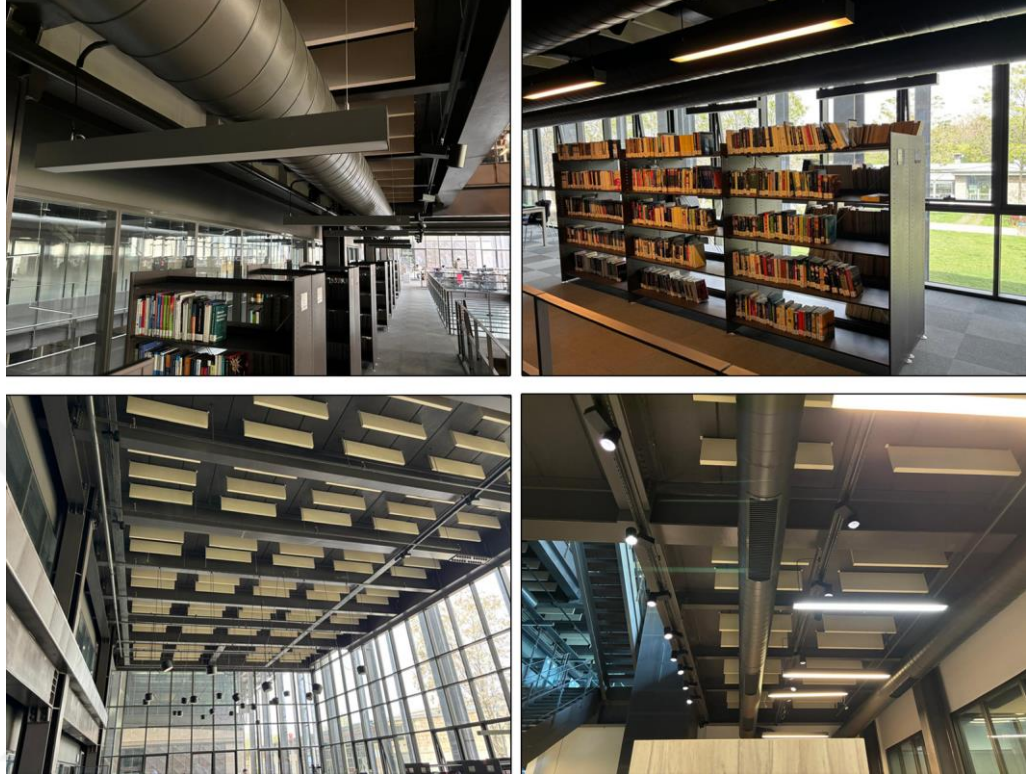
Şekil 35: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi ve Çevre İlişkileri



Şekil 36: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphane Şematik Kesit

Kütüphane binasının mevcut enerji performansını değerlendirmek, görsel konfor koşullarına uygunluğunu değerlendirmek, aydınlatma için kullanılan enerji tüketimini hesaplamak ve buna bağlı olarak karbon salım miktarını ortaya çıkarabilmek için Dialux Programı ile modelleme ve simülasyon çalışması yapılmıştır. Yapı bodrum + zemin + 1 normal kattan oluşmaktadır. Bu çalışma kapsamında ele alınan katlar toplam 1130 m²'den oluşmaktadır. Kütüphane binası hafta içi 8.00 – 22.00 saatleri arasında, hafta sonu ise

10.00 – 18.00 saatleri arasında hizmet vermektedir. Yapılan çalışmalar 2023 yılı verilerine dayanarak oluşturulmuştur.

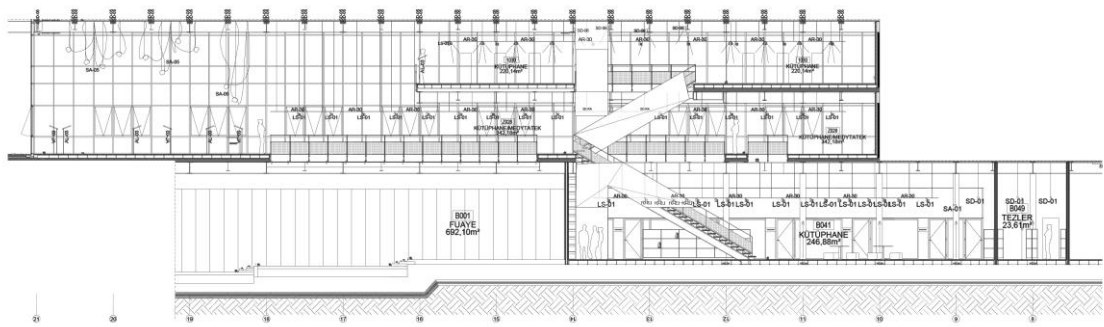


Şekil 37: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Aydınlatma Armatürleri

Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesinin iç mekan ve dış cephe görselleri Şekil 37 ve Şekil 38’de verilmiştir. Tamamen camlı alüminyum giydirme cepheye sahip olması yoğun gün ışığı almasını sağlamaktadır. İç mekanın renk seçimlerinin koyu tonlar olması dolayı ışığın soğurulmasını neden olmaktadır. Her çalışma bölgesine özel LED armatürler ile aydınlatma tasarımı yapılmış olduğu görülmektedir. Aydınlatma tasarımı ve armatürlerin kodlarını gösteren kesit Şekil 39’da verilmiştir. İlgili veriler DiaLUX programına girilerek aydınlatma performansı hesaplamaları yapılmış olup enerji tüketimi verileri 5.2.1 bölümde, karbon emisyonu verileri 5.2.2 bölümde verilmektedir.



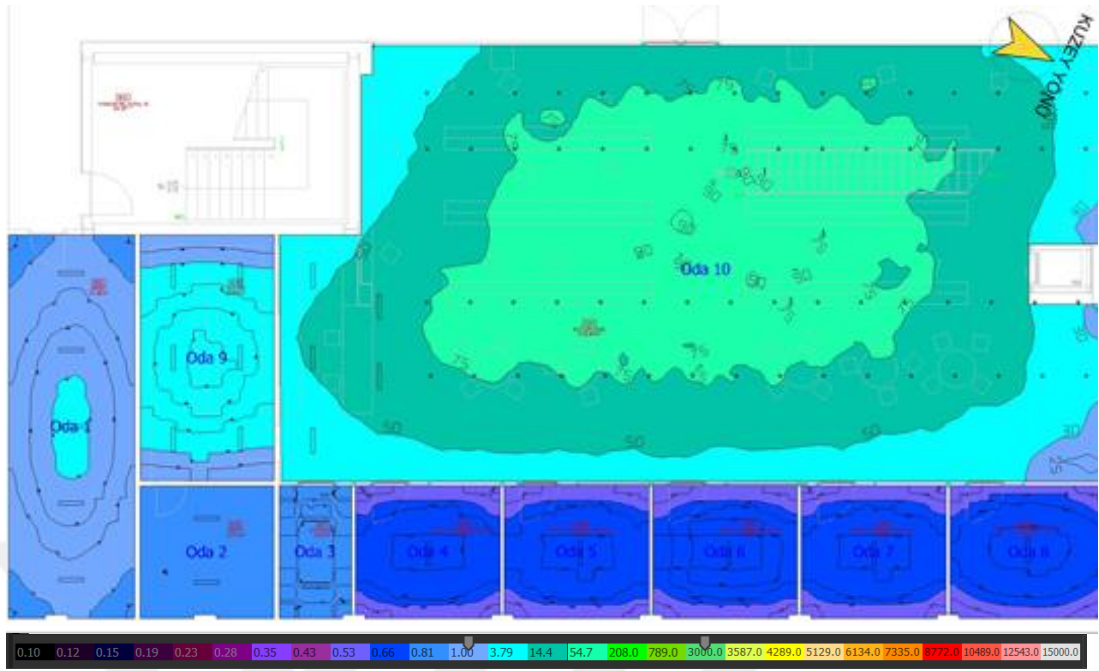
Şekil 38: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Cephesi



Şekil 39: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Aydınlatma Armatürlerini Gösteren Kesiti

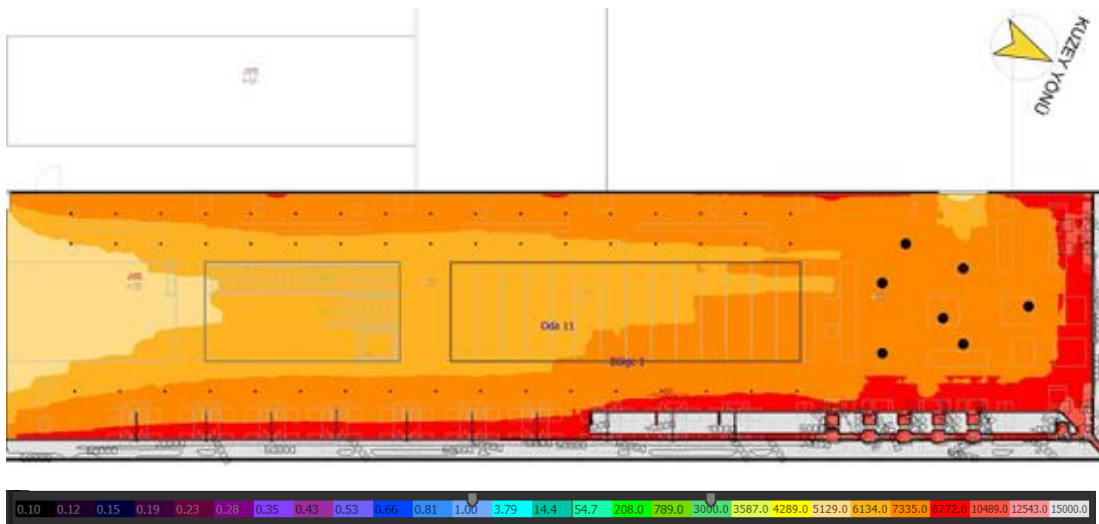
5.2.1 Mevcut Duruma Bağlı Aydınlatma Enerjisi Tüketiminin Analizi

Yapının analiz edilecek ana konusu mevcut aydınlatma sistemi tarafından kullanılan elektrik enerjisi miktarıdır. Aydınlatma sistemi incelendiğinde her bölüme ayrı armatür seçiminin yapıldığı, tamamının LED armatürler olarak kullanıldığı ve homojen sayıda armatür seçildiği görülmektedir. Yapının bölümlerini gösteren kat planları görünümüleri Dialux programı aracılığıyla oluşturulmuş olup görselleri Şekil 40, Şekil 41 ve Şekil 42’de verilmiştir.

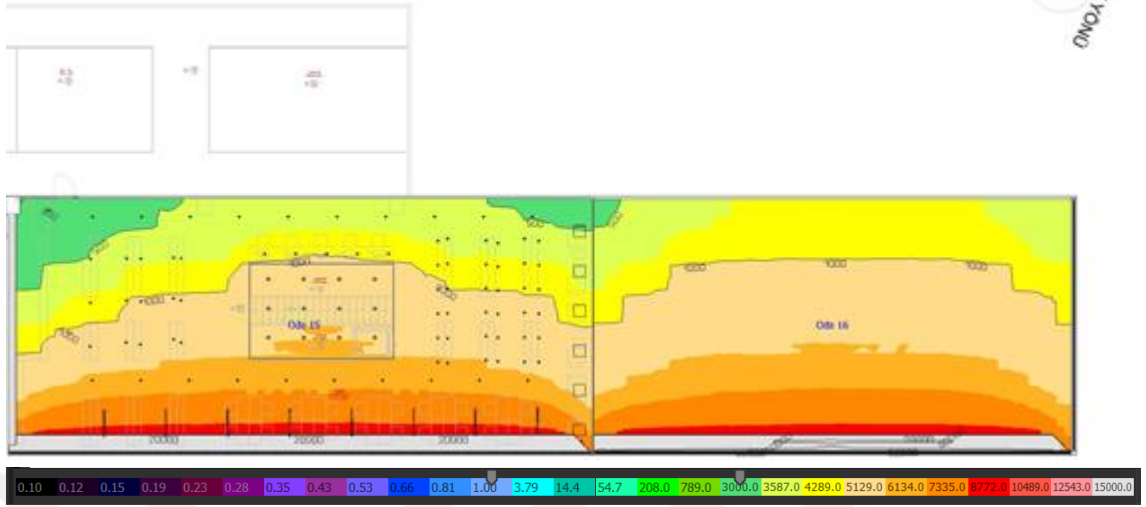


Şekil 40: 21 Haziran Saat: 12.00 Bodrum Kat Aydınlık Seviyeleri(2023 yılı verileri)

Simülasyon programı çıktıları incelendiğinde, bodrum kat bölümlerinde doğal gün ışığı alacak cephe açıklığı bulunmamasının etkisiyle düşük bir aydınlık düzeyi görülmektedir. Aydınlatma tamamen yapay aydınlatma sistemi ile sağlanmasına rağmen tercih edilen iç mekan rengi ve mobilyaların renginden dolayı ışığın soğurulması artmakta, yapay aydınlatma ışığının yeterliliği azalmakta, buna bağlı olarak da kullanım süreleri boyunca yapay aydınlatma ile desteklenme miktarının artırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum da enerji tüketimi ve dolayısıyla karbon salımını artırmaktadır.



Şekil 41: 21 Haziran Saat: 12.00 Zemin Kat Aydınlık Durumu(2023 yılı verileri)



Şekil 42: 21 Haziran Saat: 12.00 Asma Kat Aydınlık Durumu(2023 yılı verileri)

Simülasyon programı çıktıları incelendiğinde, zemin kat ve asma kat bölümlerinde doğal gün ışığı etkisi ve tamamen cam cepheden oluşmasından dolayı standartların üstünde bir aydınlık düzeyi görülmektedir. Tercih edilen iç mekan rengi, giydirme cephede kullanılan fümeli renkli camların ışık kırıcılık değerleri ve mobilyaların renginden dolayı ışığın soğurulması artmakta, gün ışığının yeterliliği azalmakta, buna bağlı olarak da kullanım süreleri boyunca yapma aydınlatma ile desteklenme gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum da enerji tüketimi ve dolayısıyla karbon salımını artırmaktadır. Ortalama verilerin görsel konfor koşullarının gerektirdiği standartlara yakın çıkması olumlu olarak değerlendirilmektedir. Aydınlatma armatürlerinin teknik bilgileri ve hesaplama değerleri Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi Kullanılan Armatürlerin Özellikleri ve Enerji Miktarları(2023 yılı verileri)

ADET	MARKA	ÜRÜN ADI	P	Φ	IŞIK VERİMİ
23	3F Filippi S.p.A.	3F Linda Inox 1x18 HF	19.0 W	1033 lm	54.4 lm/W
2	3F Filippi S.p.A.	3F Linda Inox 1x18 HF	25.0 W	1033 lm	41.3 lm/W
12	AIRAM	Blitz M Ceiling 18W/830 SI	18.0 W	1663 lm	92.4 lm/W
10	AIRAM	Plaza IP66 IK09 42W/740 GLC GR	7.2 W	4141 lm	575.1 lm/W
14	AIRAM	Plaza IP66 IK09 42W/740 GLC GR	42.0 W	4141 lm	98.6 lm/W
18	AIRAM	Vario D/I 1140 33W/830 ACO DA2 WH	33.0 W	4102 lm	124.3 lm/W
7	LUG Factory	ARCHEO WHITE - 5000 lm, 4000K	48.0 W	4550 lm	94.8 lm/W
191	WE-EF	ETC310-FS [EES] VA:IP67:LED-3/6W/2,2K	7.5 W	649 lm	86.6 lm/W
TOPLAM			3725.5 W	374810 lm	100.6 lm/W

Tablo 10’da gösterildiği üzere kullanılan armatürlerin tamamına yakını LED olarak tercih edilmiştir. Erciyes Üniversite Kütüphanesi örneği ile karşılaştırılacak olduğunda önemli miktarda güç tasarrufu sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 11: DiaLux programı tarafından hesaplanan tüketim miktarları- Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi (2023 yılı verileri)

	21 Haziran	21 Aralık	Toplam (Yıllık)
Enerji Tüketimi	7405 kWh	9183 kWh	16.588 kWh
LENI	5 kWh/m ²	6 kWh/m ²	11 kWh/m ²
CO ₂	2969 kg	3682 kg	6.651 kg

Tablo 11’de görüldüğü üzere Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesinin mevcut aydınlatma performansında yıllık olarak 1 m²’de 11 kWh enerji ihtiyacı bulunmakta ve 5,89 kg karbon salımı olmaktadır. ASHRAE’nin yayınlamış olduğu standartlara göre aydınlatma için kullanılan enerjiden ofis ve çalışma alanlarında birim metrekare başına düşecek miktarın 12 kWh/m² olduğu söylenmektedir. [81] Buna göre birim alandaki

toplam enerji tüketimi 11 kWh/m² olan Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi binasının, ortalamanın altında olduğu görülmektedir.

5.2.2 Mevcut Duruma Bağlı Karbon Salımı Analizi

Yapıda kullanılan mevcut armatürlerin harcamış oldukları elektrik enerjisi verisinden yola çıkılarak CO₂ salımı tespit edilmektedir. Hesaplama yöntemi olarak Tier-1 yaklaşımı ve DEFRA yaklaşımı ayrı ayrı kullanılacaktır. Bu yaklaşımlar özetlenecek olursa iki temel veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar “Tüketilen Yakıt Miktarı” ve “Standart Emisyon Faktörü” dür. Standart Emisyon Faktörü her analiz türü için farklılık göstermektedir. Elektrik enerjisi kaynaklı karbon salımı yaklaşımları için kullanılacak formül;

- Emisyon GHG, FUEL (kg GHG) = Yakıt Tüketimi (TJ) x Emisyon Faktörü (Kg GHG/TJ) şeklindedir.

Ancak Tier-1 ve DEFRA yöntemlerinde emisyon faktörleri farklılık göstermektedir. Bu tez kapsamında yapılacak değerlendirme elektrik enerjisi temelli olacağından dolayı, emisyon faktörü Tier-1 için “0,84”, DEFRA yaklaşımı için de 2023 yılı verilerinde yer alan “0,207074288590604”(yaklaşık 0,21) alınarak, aşağıdaki şekilde uygulanacaktır(IPCC, 2006) [82].

- =(electricity usage per year in kWh/1000) x 0.84 [83]
- =(electricity usage per year in kWh/1000) x 0.21 [82]

Bu formülden çıkan sonuçlar yıllık bazda hesaplanmaktadır.

İlgili değerler formül üzerinde yerine koyulduğunda Tier-1 yaklaşımına göre;

- 16.588 kWh x 0.84 = 13.933,92 kgCO₂e=13,93 tCO₂e olarak hesaplanmaktadır.
1 m² ye düşen karbon miktarı 13.933,92 kgCO₂e / 1130 m² = 12,33 kg CO₂e/m² olarak hesaplanmaktadır.

İlgili değerler formül üzerinde yerine koyulduğunda DEFRA 2023 yaklaşımına göre;

- 16.588 kWh x 0.21 = 3.483,48 kgCO₂e=3,48 tCO₂e olarak hesaplanmaktadır.
1 m² ye düşen karbon miktarı 3.483,48 kgCO₂e / 1130 m² = 3,08 kg CO₂e/m² olarak hesaplanmaktadır.

Ülkemiz stratejik hedefleri ve politikaları gereği olarak karbon salım miktarının sadece aydınlatma için değil tüm girdileriyle birlikte 2030 yılına kadar %41 azaltılması ve 2053 yılına kadar sıfır karbon emisyonuna ulaşması beklenmektedir. Günümüz için kıyaslama yapılacak hedef değer veya ortalama değer bulunmamaktadır.

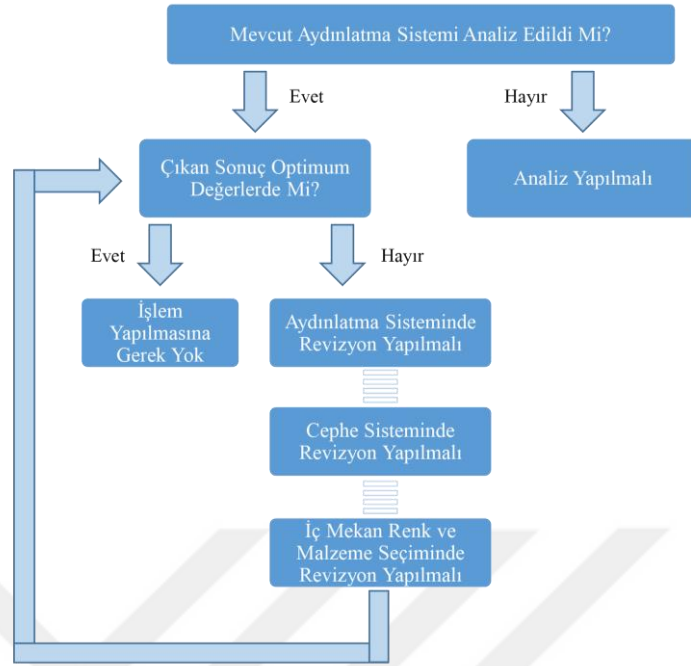
Tablo 12: Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi CO₂ Salımı Tablosu

	Toplam (Yıllık)	m ² başına (Yıllık)
DiaLUX	6.651 kg	8,13 kgCO ₂ e/m ²
Tier-1 Yaklaşımı	13.933,92 kgCO ₂ e	12,33 kg CO ₂ e/m ²
DEFRA Yaklaşımı	3.483,48 kgCO ₂ e	3,08 kg CO ₂ e/m ²

Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesinin karbon emisyon miktarları üç farklı yöntem ile hesaplanmıştır. Toplam ve m² başına düşen karbon emisyonları miktarları Tablo 12’de verilmiştir.

5.3 Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi İyileştirme Önerisi

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binası için simülasyon programları ve görsel analizler yapılmış olup aydınlatma için harcanan enerjinin düşürülmesi ve karbon salımının azaltılması için gerekli öneriler sunulmuştur. Analizlerin yapılmasından, optimum değerlere ulaşana kadar yapılacak işlemler akış şeması Şekil 43’te verilmiştir.



Şekil 43: Aydınlatma Sistemi Revizyonu Süreç Şeması

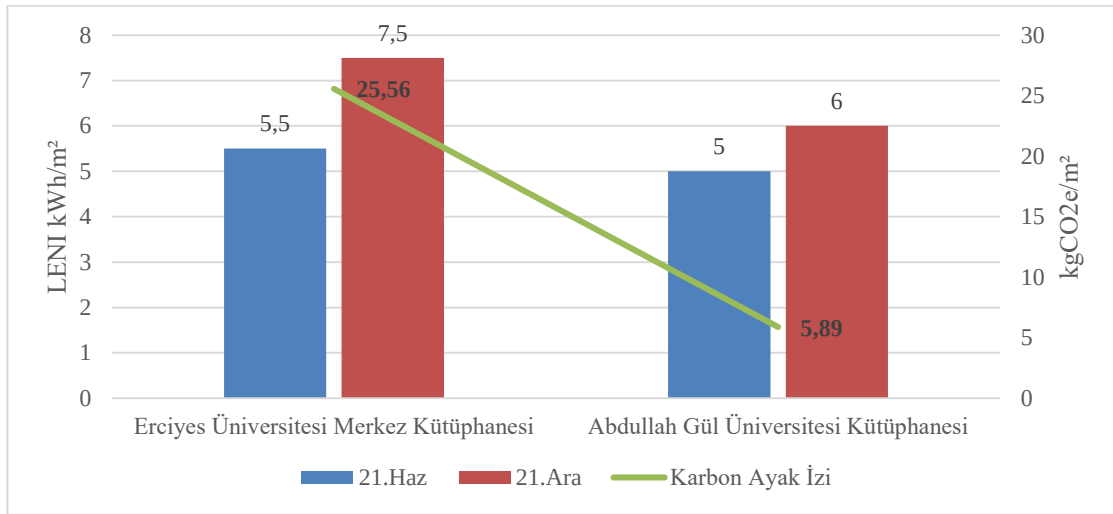
5.3.1 Enerji Tüketiminin Azaltılmasına Yönelik Aydınlatma Sistemine İlişkin Öneriler

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde yapılan simülasyon çalışmalarında ortaya çıkan elektrik tüketim ve karbon salımı miktarları ve karşılaştırmalı örnek oluşturması için seçilen Kayseri ili sınırları içerisindeki diğer bir devlet üniversitesi kütüphanesi olan ve referans oluşturması için seçilen Abdullah Gül Üniversitesi Merkez Kütüphanesi'nin değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 13'de gösterilmektedir. Karşılaştırma yapıldığında yıllık bazda harcanan elektrik enerjisi miktarının %50'den fazla olması kullanılan armatürler ile cephe açıklık miktarlarıyla ve kullanılan alan büyüklüğü ile ilişkilendirilmektedir. LED armatürlerin tercih edilmesi ve kullanım amacına göre mimari aydınlatma tasarımı yapılması bu farkın oluşmasının ana sebeplerindendir. Ortaya çıkan bu sonuç göz önünde bulundurularak Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi için de iyileştirme önerileri yapılmış olup ortaya çıkacak sonuç aşağıdaki şekillerde ve tabloda gösterilmektedir.

Tablo 13: Enerji Tüketimi ve CO₂ Salımı Karşılaştırma Verileri (2023 yılı verileri)

	21 ARALIK	21 HAZİRAN	TOPLAM
Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi	14.930 kWh	21.078 kWh	36.008 kWh
Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi	7.405 kWh	9.183 kWh	16.588 kWh
Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi- LENİ	5,5 kWh/m ²	7,5 kWh/m ²	13 kWh/m ²
Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi- LENİ	5 kWh/m ²	6 kWh/m ²	11 kWh/m ²
	21 ARALIK	21 HAZİRAN	TOPLAM
Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi	11.974 kg	16.902 kg	28.876 kg
Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi	2.969 kg	3.682 kg	6.651 kg
Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi- m ²	10,60 kg/m ²	14,96 kg/m ²	25,56 kg/m ²
Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi- m ²	2,63 kg	3,26 kg	5,89 kg

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde yapılan simülasyon çalışmalarında ortaya çıkan elektrik tüketim ve karbon salımı miktarları ile Abdullah Gül Üniversitesi Merkez Kütüphanesi'nin değerlerinin karşılaştırmalı grafiği Şekil 44'de gösterilmektedir.

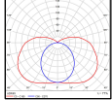
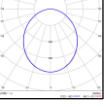
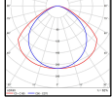
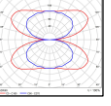
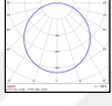
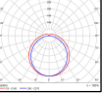
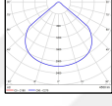


Şekil 44: Enerji Tüketim ve Karbon Salımı Miktarları Karşılaştırma Verileri (2023 Yılı Verileri)

Gözlemsel analizler ve simülasyon çıktıları incelendiğinde Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi mevcut aydınlatma sisteminin ekonomik ömrünü tamamlamış ve yerini yeni teknolojik alternatiflerine bırakmış armatürler kullandığı gözlemlenmiştir. Kat yüksekliği ve iç mekanda bulunan mobilyaların malzemeleri ile iç mekanda kullanılan renklerin ışık dağılımına olumlu etkisi olmasının yanında, yapının yakın çevresinde gün ışığının yapı içerisine girişini engelleyecek bina, bitki vb. bulunmamasından dolayı, özellikle güneş ışığının yatay geldiği kış mevsimlerinde pencere önündeki aydınlık düzeyleri olması gereken değerlerin çok üstünde kalmaktadır. Bu durum aydınlatmanın homojen olmasını engellemekte ve kamaşmaya sebep olmaktadır.

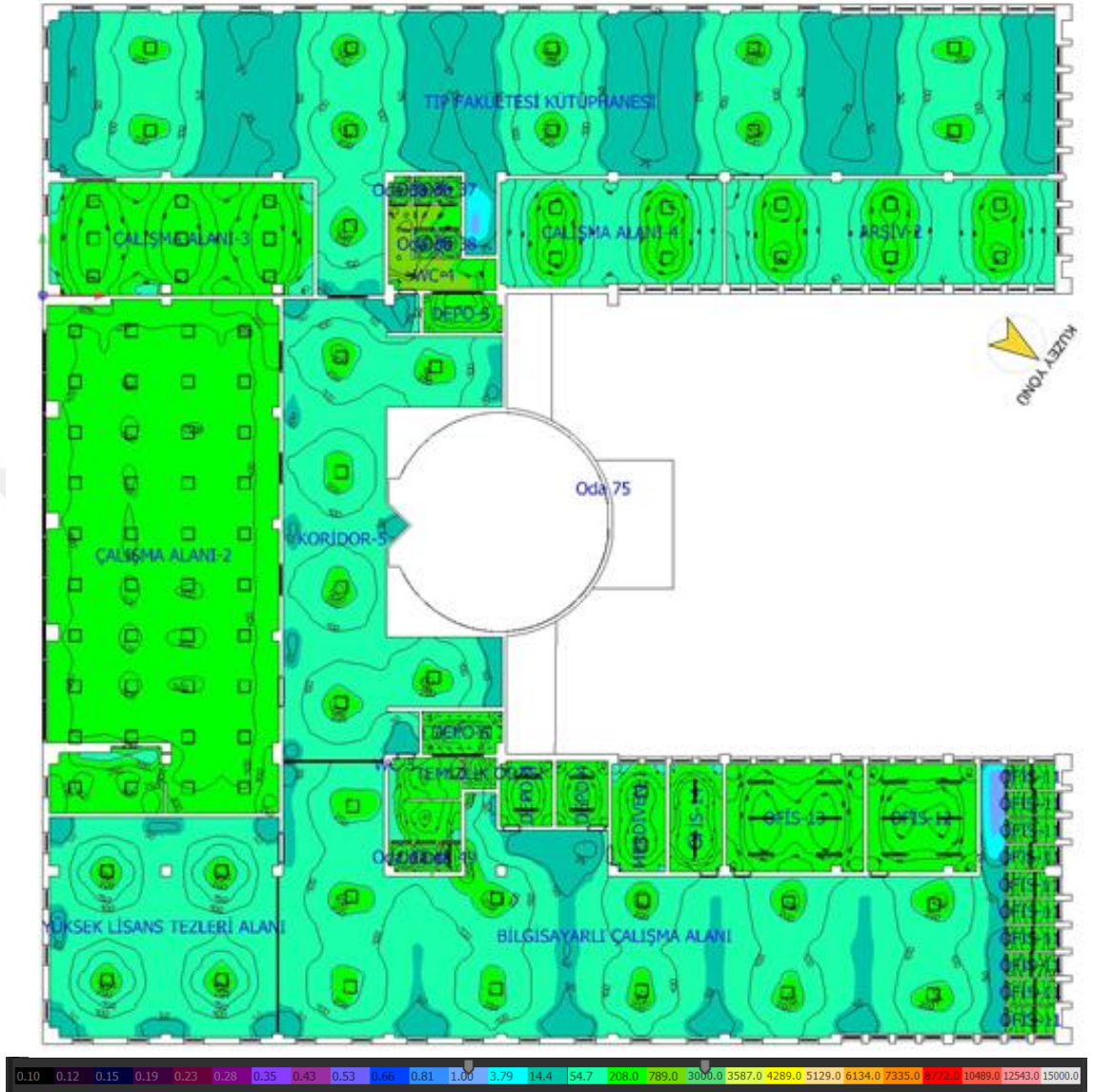
Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının analiz edilen aydınlatma sisteminin, görsel konfor koşullarının sağlanmasına yönelik olarak, armatürlerin LED armatürlere revize edilmesi gerekmektedir. Revize edilen armatürler özellikleri ile birlikte Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14: Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi Mevcut ve Önerilen Armatürlere İlişkin Teknik Veriler

Mevcut Armatürler			İyileştirme Önerisi Armatürleri		
Inox 1x18 HF 4000K			32W/830 ACO 60x60 3000K		
204x14-24 T5 HF DA 14W 3000K			77W/840 HO DA 4000K		
12W/840 DA2 PCO WH 4000K			45W/830 CA PCO WH 3000K		
ARCHEO WHITE - 5000 lm, 4000K			28W/830 DA AL MA 3000K		

Yapının doğal ışık alması enerji tüketimi ve karbon salımı açısından önemlidir. Ancak gün ışığını kontrol edebilmek ve homojen olarak mekana dağılmasını sağlamak gereklidir. Gün ışığının cephe açıklıklarından mekan içine girişini kontrol etmek için camların kombinasyonları değiştirilebilir(Renkli cam kullanmak, kırıcılık endeksi yüksek cam kullanmak, otomatik kararan cam kullanmak vb.) veya cephe açıklıklarının önlerine güneş kırıcılar tasarlanabilir. Ele almış olduğumuz örnekte güneş kırıcıların kullanılması hem maliyet hem yapının estetiği açısından daha uygun görülmüş ve tercih edilmiştir.

Aydınlatma tasarımı güncellenmiş olan Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının Dialux programı ile yapılmış olan simülasyon çıktıları Şekil 45 ve Şekil 46'da verilmiştir.



Şekil 46: İyileştirme Önerisi Yapılmış Aydınlık Durumu- Kat-1(2023 yılı verileri)

İyileştirme yapılmış durumdaki revize edilmiş armatürlerin teknik verileri ve aydınlık düzeylerine ilişkin sayısal veriler Tablo 15’de verilmiştir.

ADET	MARKA	ÜRÜN ADI	P	Φ	IŞIK VERİMİ
217	AIRAM	Clean 600x600 IP65 32W/830 ACO	32.0 W	3786 lm	118.3 lm/W
53	AIRAM	Optimus IP44 45W/830 CA PCO WH	45.0 W	4503 lm	100.1 lm/W
34	AIRAM	Prettus 216 IP40 28W/830 DA AL MA	28.0 W	3300 lm	117.9 lm/W
12	AIRAM	FLY D/I 77W/840 HO DA	77.0 W	7103 lm	92.2 lm/W
TOPLAM			11.237 W	1.261.443 lm	112.3 lm/W

Tablo 15: Erciyes Üniversitesi Kütüphanesi Revize Edilmiş Armatürlerin Özellikleri ve Enerji Miktarları(2023 yılı verileri)

Tablo 16’da görüldüğü üzere Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin iyileştirmeler yapılmış aydınlatma performansında yıllık olarak 1 m²’de 8 kWh enerji ihtiyacı bulunmakta ve 2,77 kg karbon salımı olmaktadır. ASHRAE’nin yayınlamış olduğu standartlara göre aydınlatma için kullanılan enerjiden ofis ve çalışma alanlarında birim metrekare başına düşecek miktarın 12 kWh/m² olması yeterli iken, iyileştirmelerin yapıldığı Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının birim alandaki toplam enerji tüketimi 8 kWh/m² olduğu ve standartı sağlayarak olumlu anlamda değişimin olduğu görülmektedir.

	21 Haziran	21 Aralık	Toplam (Yıllık)
Enerji Tüketimi	7.834 kWh	14.726 kWh	22.560 kWh
LENI	3 kWh/m ²	5 kWh/m ²	8 kWh/m ²
CO ₂	3.141 kg	5.906 kg	9.047 kg

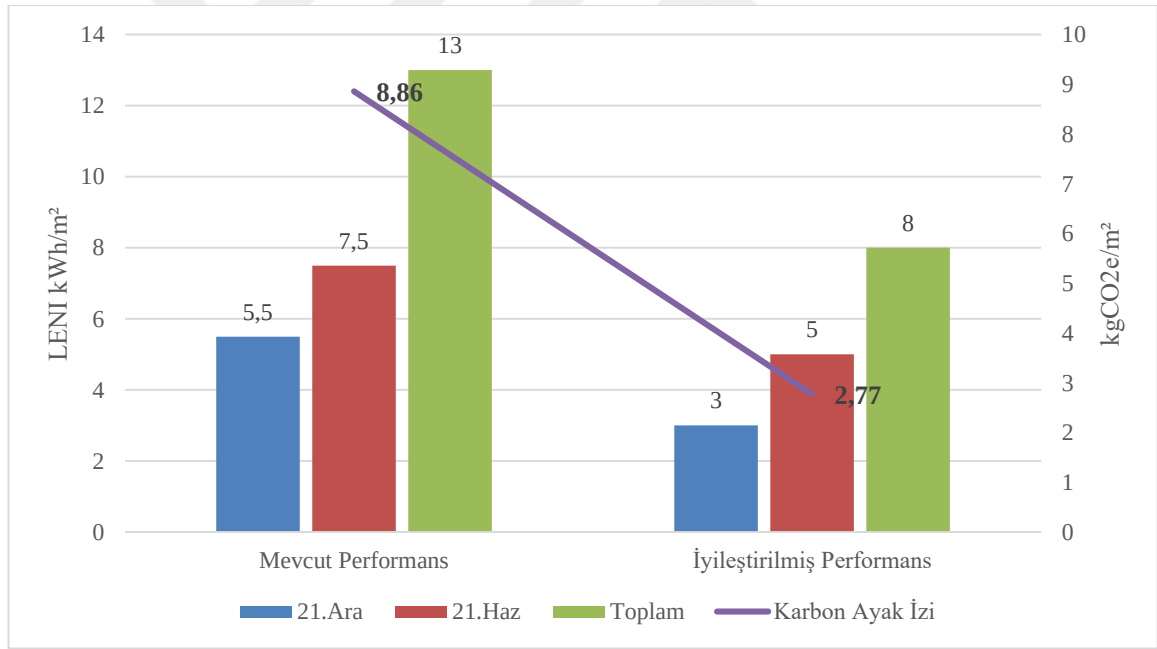
Tablo 16: DiaLux Programı Tarafından Hesaplanan Revize Edilmiş Tüketim Miktarları(2023 yılı verileri)

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde mevcut durum ile yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda ortaya çıkan aydınlatma enerjisi durumunun karşılaştırılması Tablo 17’de verilmiştir.

	Mevcut Durum	Revize Edilmiş
Enerji Tüketimi- Yıllık	36.008 kWh	22.560 kWh
LENİ- Yıllık	13 kWh/m ²	8 kWh/m ²
CO ₂ - Yıllık	28.876 kg	9.047 kg
CO ₂ - Yıllık/m ²	8,86 kg/m ²	2,77 kg/m ²

Tablo 17: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Tüketim Miktarları Karşılaştırması (2023 yılı verileri)

Tablo 17’de verilen sayısal veriler grafik haline getirilerek Şekil 47’de gösterilmektedir.



Şekil 47: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Aydınlatma Performansları Karşılaştırma Tablosu (2023 Yılı Verileri)

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi’ndeki iyileştirme önerileri yapıldıktan sonra ortaya çıkan hacimlerin aydınlık düzeyleri Tablo 18’de verilmiştir. Tablo 2’de yer aldığı üzere çalışma alanlarının aydınlık düzeylerinin 400 lux olması beklenmektedir. ortalama değerlere bakıldığında da büyük çoğunluğunun 300 lux ile 500 lux arasında değiştiği görülmektedir. Bu durum görsel konfor koşulları açısından olumlu sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 18: ERÜ Kütüphanesi Mekanlara Göre Revize Edilmiş Aydınlık Düzeyleri (2023 yılı verileri)

#	Ad	Parametre	Min	Maks	Orta	Min/orta	Min/maks
1	Çalışma düzlemi (TIP FAKÜLTESİ KÜTÜPHANESİ)	Dikey aydınlatma gücü	1.73 lx	279 lx	82.3 lx	0.021	0.006
2	Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-3)	Dikey aydınlatma gücü	148 lx	494 lx	330 lx	0.45	0.30
3	Çalışma düzlemi (Oda 35)	Dikey aydınlatma gücü	516 lx	656 lx	587 lx	0.88	0.79
4	Çalışma düzlemi (Oda 36)	Dikey aydınlatma gücü	513 lx	655 lx	581 lx	0.88	0.78
5	Çalışma düzlemi (Oda 37)	Dikey aydınlatma gücü	496 lx	654 lx	583 lx	0.85	0.76
6	Çalışma düzlemi (Oda 38)	Dikey aydınlatma gücü	510 lx	657 lx	582 lx	0.88	0.78
7	Çalışma düzlemi (Oda 39)	Dikey aydınlatma gücü	509 lx	674 lx	591 lx	0.86	0.76
8	Çalışma düzlemi (WC-4)	Dikey aydınlatma gücü	513 lx	1250 lx	887 lx	0.58	0.41
9	Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-4)	Dikey aydınlatma gücü	72.0 lx	336 lx	184 lx	0.39	0.21
10	Çalışma düzlemi (ARŞİV-2)	Dikey aydınlatma gücü	75.4 lx	330 lx	189 lx	0.40	0.23
11	Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-2)	Dikey aydınlatma gücü	162 lx	526 lx	413 lx	0.39	0.31
12	Çalışma düzlemi (KORIDOR-5)	Dikey aydınlatma gücü	18.7 lx	278 lx	111 lx	0.17	0.067
13	Çalışma düzlemi (DEPO-5)	Dikey aydınlatma gücü	324 lx	631 lx	503 lx	0.64	0.51
14	Çalışma düzlemi (WC-3)	Dikey aydınlatma gücü	117 lx	546 lx	336 lx	0.35	0.21
15	Çalışma düzlemi (Oda 47)	Dikey aydınlatma gücü	459 lx	654 lx	570 lx	0.81	0.70
16	Çalışma düzlemi (Oda 48)	Dikey aydınlatma gücü	595 lx	783 lx	703 lx	0.85	0.76
17	Çalışma düzlemi (Oda 49)	Dikey aydınlatma gücü	423 lx	719 lx	561 lx	0.75	0.59
18	Çalışma düzlemi (TEMİZLİK ODASI)	Dikey aydınlatma gücü	379 lx	640 lx	516 lx	0.73	0.59
19	Çalışma düzlemi (DEPO-4)	Dikey aydınlatma gücü	313 lx	504 lx	410 lx	0.76	0.62
20	Çalışma düzlemi (DEPO-4)	Dikey aydınlatma gücü	321 lx	513 lx	414 lx	0.78	0.63
21	Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1)	Dikey aydınlatma gücü	156 lx	357 lx	272 lx	0.57	0.44
22	Çalışma düzlemi (OFİS-14)	Dikey aydınlatma gücü	183 lx	360 lx	285 lx	0.64	0.51
23	Çalışma düzlemi (OFİS-13)	Dikey aydınlatma gücü	278 lx	550 lx	429 lx	0.65	0.51
24	Çalışma düzlemi (OFİS-12)	Dikey aydınlatma gücü	341 lx	617 lx	508 lx	0.67	0.55
25	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	272 lx	356 lx	316 lx	0.86	0.76
26	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	252 lx	348 lx	307 lx	0.82	0.72
27	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	275 lx	373 lx	328 lx	0.84	0.74
28	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	265 lx	354 lx	311 lx	0.85	0.75
29	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	264 lx	352 lx	312 lx	0.85	0.75
30	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	260 lx	352 lx	309 lx	0.84	0.74
31	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	275 lx	361 lx	319 lx	0.86	0.76
32	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	276 lx	354 lx	315 lx	0.88	0.78
33	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	253 lx	359 lx	311 lx	0.81	0.70
34	Çalışma düzlemi (OFİS-11)	Dikey aydınlatma gücü	249 lx	342 lx	301 lx	0.83	0.73
35	Çalışma düzlemi (YÜKSEK LİSANS TEZLERİ ALANI)	Dikey aydınlatma gücü	35.7 lx	273 lx	102 lx	0.35	0.13
36	Çalışma düzlemi (BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA ALANI)	Dikey aydınlatma gücü	1.29 lx	279 lx	107 lx	0.012	0.005
37	Çalışma düzlemi (DEPO-5)	Dikey aydınlatma gücü	333 lx	733 lx	566 lx	0.59	0.45
38	Çalışma düzlemi (Oda 75)	Dikey aydınlatma gücü	0.83 lx	0.83 lx	0.83 lx	1.00	1.00

5.3.2 Karbon Salımının Azaltılmasına Yönelik Aydınlatma Sistemine İlişkin Öneriler

Tüketim verileri ve tabloları incelendiğinde Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde iyileştirmeler yapıldıktan sonra yıllık bazda 22.560 kWh - 8 kWh/m² aydınlatma için elektrik enerjisi harcanacağı öngörülmüştür. DiaLux simülasyonlarında 9047 kg CO₂e - 3,48 kg CO₂e/m² olarak hesaplanmıştır. Tier-1 ve DEFRA yaklaşımlarına göre çıkan sonuçlar ise Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19: Yaklaşımlara göre karbon salım miktarları(2023 yılı verileri)

	Emisyon Faktörü	Karbon Ayak İzi Miktarı
DiaLux Simülasyonu	-	9.047 kg CO ₂ e
Tier-1 Yaklaşımı	0,84	18.950,4 kg CO ₂ e
Defra Yaklaşımı	0,21	4.737,6 kg CO ₂ e

Yapılan iyileştirmeler sonucunda DaiLux simülasyonlarından elde edilen aydınlatma için harcanan elektrik enerjisi baz alınarak hesaplanan karbon ayak izi miktarları ile mevcut durumun karşılaştırılması Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20: Karbon Ayak İzi miktarı karşılaştırma tablosu-Toplam Yıllık (2023 yılı verileri)

	Mevcut Durum	İyileştirme Yapılmış Durum
DiaLux Simülasyonu	28.876 kg CO ₂ e	9.047 kg CO ₂ e
Tier-1 Yaklaşımı	30.426,72 kg CO ₂ e	18.950,4 kgCO ₂ e
Defra Yaklaşımı	7.561,68 kgCO ₂ e	4.737,6 kg CO ₂ e

Tablo 21: Karbon Ayak İzi miktarı karşılaştırma tablosu-m² (2023 yılı verileri)

	Mevcut Durum	İyileştirme Yapılmış Durum
DiaLux Simülasyonu	8,86 kgCO ₂ e/m ²	2,77 kgCO ₂ e/m ²
Tier-1 Yaklaşımı	9,33 kg CO ₂ e/m ²	5,81 kg CO ₂ e/m ²
Defra Yaklaşımı	2,32 kg CO ₂ e/m ²	1,45 kg CO ₂ e/m ²

Tablo 20 ve Tablo 21’de görüldüğü üzere iyileştirme önerilerinin sonucunda DiaLUX verileri açısından yaklaşık %69 oranında iyileşme ile 2,77 kg CO₂e/m² karbon ayak izi miktarına, Tier-1 yaklaşımı verileri açısından yaklaşık %38 oranında iyileşme ile 5,81 kg CO₂e/m² karbon ayak izi miktarına, DEFRA yaklaşımı verileri açısından yaklaşık %38 oranında iyileşme ile 1,45 kg CO₂e/m² karbon emisyonu miktarına ulaşılmaktadır. 2033 yılına kadar karbon emisyonun %40 azaltılması hedefine göre değerlendirilecek olursa, önerilen iyileştirmeler sonucu elde edilecek olan bu azaltım tablosu, bu aşama için olumlu sayılabilmektedir.

5.4 Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin 7/24 Çalışma Prensibinde Aydınlatmaya Bağlı Enerji Tüketiminin ve Karbon Salımının Analizi

Ülkemizdeki ve Dünya üzerindeki modern kütüphane örnekleri incelendiğinde kütüphane binalarının yalnızca kitap ödünç alma/verme veya yalnızca kitap okuma alanları olmaktan çıkarak, gerek bireysel gerekse toplu olarak kullanılan çalışma ortamlarına dönüştüğü gözlemlenmiştir. Kütüphane ortamında çalışma düzeninin ilgi görmeye başlamasıyla da kütüphane binalarında hafta sonları ve gece saatlerinde çalışma ihtiyacı duyulmaktadır. Bu sebeple bazı kütüphanelerin 7 gün 24 saat hizmet vermeye başladıkları görülmektedir. Tez kapsamında değerlendirdiğimiz Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi ve Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi 7/24 esaslı ile çalışmamalarına karşılık, zamanla gelen talepler üzerine çalışma saatlerinde değişiklik olabileceği varsayılarak, Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi üzerine çalışma yapılmıştır. Varsayımlara dayanan hesaplamalar DiaLux programı ile simüle edilmiş olup ortaya çıkan değerler şekiller ve tablolar ile sunulmuştur.

Kütüphane çalışma saatlerinin 7 gün 24 saat olacak şekilde düzenlenmesi fazladan 2 tam iş günü ve gece kullanımlarını ortaya çıkaracaktır. Gün ışığı sağlanamayacağı için yapma aydınlatma sistemi kullanımı zorunlu olacak ve bu da elektrik tüketimini büyük oranda artıracaktır. Yapılan simülasyon çalışmaları 21 Haziran Saat:00.00 temel alınarak yapılmıştır. Aydınlik düzeyi değerlerini ve karbon ayak izi miktarını gösteren kat planları Şekil 48 ve Şekil 49 da verilmiştir.



Şekil 48: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Zemin Kat 21 Haziran Saat: 00.00
Aydınlık Düzeyi Değerleri

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin 7/24 prensibine göre çalışmaya geçmesi durumunda, çalışma saatlerinden dolayı yapma aydınlatma sistemlerine ağırlık verilmiş, armatürlerin yoğun olarak bulunduğu bölümlerde aydınlık düzeyi ve enerji tüketimi artış göstermiştir. Enerjisi tüketimindeki artış CO₂ emisyonunu da artırmıştır. DiaLUX programı ile hesaplanan sayısal veriler Tablo 22’de gösterilmektedir.

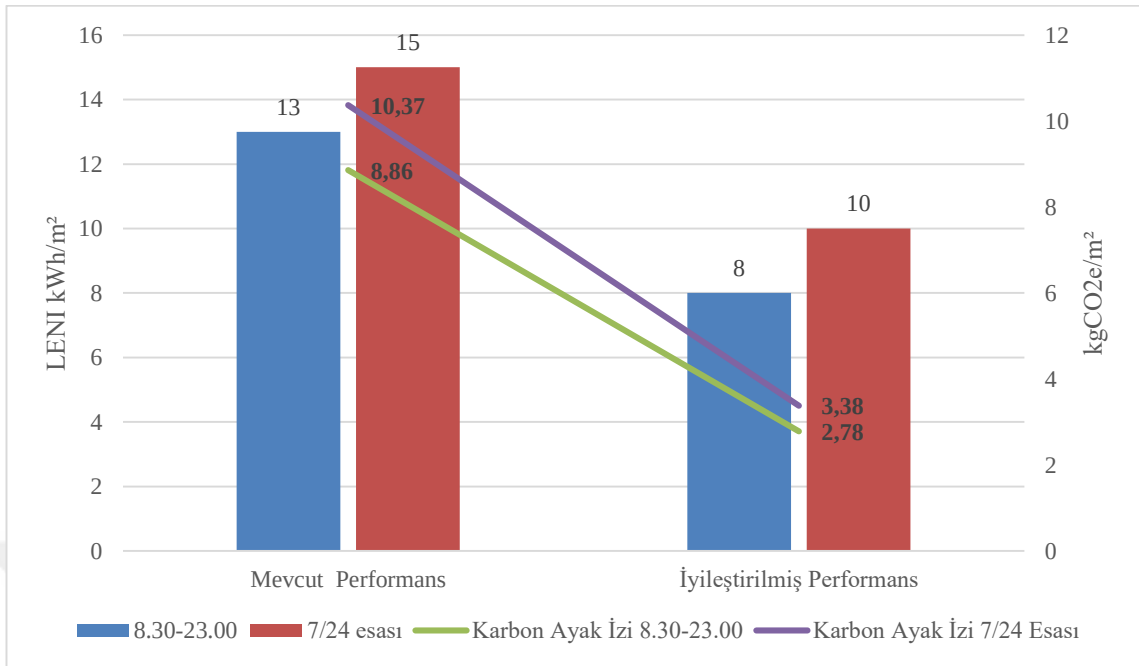


Şekil 49: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Kat-1 21 Haziran Saat: 00.00 Aydınlatma Durumu

Tablo 22: DiaLux Programı Tarafından Hesaplanan 7/24 Çalışma Durumunda Tüketim Miktarları- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi (2023 yılı verileri)

	Mevcut Durum (8.30-23.00)	7/24 Çalışma Durumu	İyileştirme Yapılmış Durum (8.30-23.00)	7/24 Çalışma Durumu
Enerji Tüketimi- Yıllık	36.008 kWh	42.157 kWh	22.560 kWh	27.455 kWh
LENİ- Yıllık	13 kWh/m ²	15 kWh/m ²	8 kWh/m ²	10 kWh/m ²
CO ₂ - Yıllık	28.876 kg CO ₂ e	33.810 kg CO ₂ e	9.047 kg CO ₂ e	11.010 kg CO ₂ e
CO ₂ - Yıllık- m ²	8,86 kg CO ₂ e/m ²	10,37 kg CO ₂ e/m ²	2,78 kg CO ₂ e/m ²	3,38 kg CO ₂ e/m ²

Tablo 22’de yer alan veriler grafiksel olarak Şekil 50’de gösterilmektedir.



Şekil 50: Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Aydınlatma Performansı Karşılaştırma Tablosu (2023 Yılı Verileri)

Şekil 50’de görülmekte olduğu üzere, Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin mevcut durumda 13 kWh/m² enerji tüketirken, iyileştirme yapılması halinde bu değer %39 azalarak 8 kWh/m² enerji tüketimine düşmektedir. Mevcut durumda iken 7/24 çalışma prensibine geçilmesi durumunda enerji tüketimi %13 artarak 15 kWh/m² seviyesine ulaşmaktadır. Mevcut durumdan iyileştirme yapıldıktan sonra 7/24 çalışma prensibine geçilme durumunda ise %23 azalarak 10 kWh/m² enerji tüketim değeri oluşmaktadır.

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin mevcut durumda 8,86 kgCO₂/m² karbon salımı yaparken, iyileştirme yapılması halinde bu değer %69 azalarak 2,78 kgCO₂/m² değerine düşmektedir. Mevcut durumda iken 7/24 çalışma prensibine geçilmesi durumunda karbon salımı %15 artarak 10,37 kgCO₂/m² seviyesine ulaşmaktadır. Mevcut durumdan iyileştirme yapıldıktan sonra 7/24 çalışma prensibine geçilme durumunda ise %62 azalarak 3,38 kgCO₂/m² karbon salımı değeri oluşmaktadır.

Bu sonuçlarda da görülmektedir ki Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının armatürlerinin revize edilmesinden sonra 7/24 prensibine geçilmesine rağmen, mevcut durumdan enerji verimliliği ve karbon salımı kapsamında daha olumlu sonuç alınmaktadır.

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde yapılan iyileştirmelerin ve 7/24 çalışma prensibine göre ortaya çıkan sayısal verilerin karşılaştırmalı tablosu Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23: Karbon Ayak İzi Miktarı Karşılaştırma Tablosu-Tüm Durumlar (2023 yılı verileri)

	Mevcut Durum (8.30-23.00)	7/24 Çalışma Durumu	İyileştirme Yapılmış Durum (8.30-23.00)	7/24 Çalışma Durumu
DiaLux Simülasyonu	28.876 kg CO ₂ e	33.810 kg CO ₂ e	9.047 kg CO ₂ e	11.010 kg CO ₂ e
Tier-1 Yaklaşımı	30.426,72 kg CO ₂ e	35.411.88 kg CO ₂ e	18.950,4 kg CO ₂ e	23.062,20 kg CO ₂ e
Defra Yaklaşımı	7.561,68 kg CO ₂ e	8.852,97 kg CO ₂ e	4.737,6 kg CO ₂ e	5.765,55 kg CO ₂ e

Tablo 22 ve Tablo 23 incelendiğinde her iki durumda da 7/24 çalışma prensibine geçildiğinde aydınlatma için kullanılan enerjisi talebi ve karbon salımı artış göstermektedir. Ancak iyileştirme yapıldıktan sonra 7 gün 24 saat prensibine geçildiğinde bile mevcut durumdan %24 daha az elektrik enerjisi talebi oluşmaktadır. Buna bağlı olarak karbon ayak izi miktarı da mevcut duruma göre %23 daha az olacaktır.

Çalışma saatleri farklılık göstermesine rağmen mevcut aydınlatma sistemi tarafından kullanılan elektrik enerjisi ve ortaya çıkan karbon salımını düşürmek için kütüphanenin mimari olarak aydınlatma sistemi tasarımına, iç mekan malzemelerine ve cephe tasarımına müdahale edilmesi gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında eğitim yapılarındaki mimari tasarımın aydınlatma performansına ve dolayısıyla ortaya çıkan karbon salımına etkisi, kütüphane binaları özelinde, 2023 yılına ait verilerle örnekleme yapılarak ortaya koyulmuştur. Aydınlatma için gerekli standartlar göz önünde bulundurularak yapılacak iyileştirmelerin enerji verimliliğine ve karbon emisyonu miktarına etkisi ifade edilmiştir.

Tezin birinci bölümünde genel olarak mimari tasarım ve aydınlatma sistemi tasarımının öneminden bahsedilmiş, iki tasarım biçimi arasındaki uyumsuzluklardan kaynaklanabilecek sorunlar üzerinde durulmuş, çalışma konusunun ortaya çıkış sebeplerine değinilmiştir. Konuyla ilgili literatür araştırması yapılmış, daha önce yapılan çalışmalar incelenmiş, uluslararası düzeyde düzenlenen anlaşmalar ve konferanslardan alıntılar yapılmıştır. Enerji verimliliğinin insanlık açısından önemi belirtilmiş, devlet politikaları ile şimdiye kadar uygulanmış çalışmalardan elde edilen sayısal veriler belirtilmiş ve ileri tarihler için hedeflenen planlar ortaya koyulmuştur. Literatür araştırması sırasında konuyla ilgili çalışmaların yurtdışında, özellikle Avrupa ülkelerinde çok erken tarihlerde başlamış olduğu, gerekli tedbir adımlarının atılmaya başlandığı, akademik alanda çok sayıda çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Ülkemiz için de, Avrupa ülkeleri örnek alınarak, yasal düzenlemeler için çalışmaların çok geç kalınmadan başlandığı ancak hayata geçirilmesinin zamanla olduğu ve olacağı görülmüştür. Enerji performansının artırılması ve karbon salımının azaltılması için gerekli kalemler sıralanmış, çalışmanın aydınlatma amaçlı kullanılan elektrik enerjisi üzerinden ilerleyeceği belirtilerek çalışmanın sınırları ortaya koyulmuştur.

Tezin ikinci bölümünde yapılacak çalışmayla ilgili hangi yöntemlerin kullanılacağı, sabit tutulan ve değiştirilen değişkenler, doğru sonuç almak için yapılması gereken nicel ve nitel gözlemler, destek verecek bilgisayar programları ve cihazlardan bahsedilmiştir.

Tezin üçüncü ve dördüncü bölümünde çalışmanın “Enerji Etkin Bina” ve “Karbon Ayak İzi” kavramlarına yer verilmiştir. Karbon salımını azaltabilmek için enerji tasarrufu yapmak gerekmektedir. Enerji tasarrufu yapacak bina tasarımı için de enerji etkin binaların parametrelerinin ve gerekliliklerinin farkında olarak tasarım yapmak gereklidir. Enerji etkin bina kavramının gereklilikleri geniş yelpazede olmasına karşın bu tez kapsamında aydınlatma için harcanan elektrik enerjisinin mimari tasarımla birlikte nasıl azaltılacağı üzerinde durulmuştur. Karbon ayak izi kavramının tarihçesinden bahsedilmiş şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalar ortaya koyulmuş ve bize sağlayacağı faydalardan bahsedilmiştir. Bununla ilgili ülkemizde ve yurtdışında yapılan çalışmalar incelenmiş ilgili bileşenler açıklanmıştır. Karbon ayak izi hesabını yapabilmek için ortaya çıkarılmış olan farklı yaklaşımlar tanıtılmış bu yaklaşımların gerektirdiği parametreler incelenmiştir. Burada anlatılan yaklaşımlardan farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu farklı çıkan sonuçların sebebi yaklaşımların hesaplanmasında kullanılan faktörlerin değişkenlik göstermesidir. DEFRA her yıl güncel emisyon faktörü değeri yayınlamakta ve elektrik enerjisi tüketimi kaynaklı karbon salımı için 2023 yılı değerini 0,21 olarak vermektedir. Tier yaklaşımında ise elektrik enerjisi tüketimi kaynaklı karbon salımı faktörü standart %84’tür. Üçüncü bir hesaplama yöntemi olarak da bilgisayar destekli programlardan faydalandığı belirtilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde ise ülkemizdeki ve uluslararası düzeydeki standartlara, sertifikalara ve yönetmeliklere yer verilmiştir. Ülkemizde, Avrupa standardı olan EN 151931 standardını temel alınarak TS EN 15193-1 standardı oluşturulmuştur ve kullanılmaya devam edilmektedir. Aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisinin ortaya çıkardığı karbon salımından bahsedilmiş, enerji etkin bir binalarda olması gereken görsel konfor kriterlerini tanımlanmıştır. Genel anlatımdan özel örneklerle doğru geçişin yapılmaya başlandığı bu bölümde eğitim yapılarından başlayarak kütüphane yapılarına geçilmiştir. Kütüphaneler de olması gereken görsel konfor şartları belirtilmiş, kütüphanelerin tarihsel gelişimi, farklı kütüphane türlerinin ve farklı kullanıcılarının bulunduğu anlatılmıştır. Günümüz kütüphane yapılarından bahsedilmiş hangi

yöntemlerle aydınlatıldıkları, hangi saatler arasında hizmet verdikleri, modern ve geleneksel kütüphane binalarının karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Tezin beşinci bölümü alan çalışmasının yapıldığı, örneklerin sunulduğu ve simülasyon programları aracılığıyla sonuç değerlerini gösteren hesaplamalarının yapıldığı bölümdür. Bu bölümde Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi ana örnek olarak ele alınmıştır. Mevcut aydınlatma durumu ve çevresi ile ilgili ilişkisi analiz edilmiş, yapının yerleşimine mimari yapısına ve mevcut aydınlatma sistemi ile ilgili değerlendirmelere yer verilmiştir. Aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisinden kaynaklı ortaya çıkan karbon salınımı analiz edilmiş, Tier-1, DEFRA ve DiaLUX programının verdiği yaklaşımlar ile değerlendirilmiştir. Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi'ne karşılaştırma yapabilmek amacıyla Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi incelenmiş ve mevcut durum analizi yapılmıştır. Son olarak Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi 7 gün 24 saat çalışma esasına göre harcayacağı elektrik enerjisi ve bundan kaynaklı olarak ortaya çıkacak olan karbon salımı hesaplanmış, ortaya çıkan veriler ışığında önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışmada ideal aydınlatma tasarımının mekanın kullanıcıları için önemi belirtilerek, çalışma alanının görsel kalitesi hakkında bilgilendirmeler, teknik kavramlar, gerekli standartlar ve sayısal veriler ortaya koyulmuştur. Kütüphane aydınlatmalarında çoğunlukla karşılaşılan sorunlar ve bunların çözümü ele alınmış, Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi örneğinde incelenmiştir. İyileştirmelere yönelik öneriler ve oluşacak sonuçlar ortaya çıkarılmıştır.

Çıkan sonuçlar incelendiğinde, mevcut durumda binanın yıllık 36.008 kWh enerji tüketiminin, 13 kWh/m² LENI, 28.876 kg CO₂e ve 8,86 kg CO₂e/m² karbon salımı olduğu görülmüştür. Karbon ayak izi miktarı Tier-1 yaklaşımında 30.25 t CO₂e, DEFRA yaklaşımında 7.56 t CO₂e olarak hesaplanmıştır. Ekonomik ömrünü tamamlamış ve eski tip teknolojiye sahip olan armatürlerin doğru tasarım parametreleri göz önünde bulundurulmadan yerleştirildiği göz önünde bulundurularak, LED teknolojiye sahip armatürler ile değiştirilmesi önerisinde bulunulmuştur. Ayrıca mekanlara gün ışığı girişini homojen olarak kontrollü biçimde sağlamak için cephede güneş kırıcı panellerin kullanılması önerilmiştir. Bu sayede enerji tüketiminin azaltılması sağlanacaktır.

Geleneksel aydınlatma sistemlerinden LED armatürlere geçiş, enerji verimliliğini artırmanın yanı sıra karbon ayak izini de önemli ölçüde azaltmaktadır. LED armatürler, daha az elektrik enerjisi kullanarak daha fazla ışık üretebilmekte ve bu da elektrik tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu durum, fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azalmasına ve dolayısıyla çevresel etkinin azalmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, LED armatürlerin daha uzun ömürlü olması ve daha az bakım gerektirmesi, atık üretimini de azaltmaktadır. Sonuç olarak, LED armatürlerin kullanımı, enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesinde mevcut durum analizinde görüldüğü üzere LED armatürler kullanılmakta ve tasarım aşamasında aydınlatma sistemi tasarım simülasyonları hazırlanarak uygulama yapılmış durumdadır. Çalışma gün ve saatleri benzerlik gösteren bu örnek yapıda yıllık 16.588 kWh/m² enerji tüketimi, 11 kWh/m² LENI, 6.651 kg CO₂e ve 5,89 kg CO₂e/m² karbon salımı olduğu hesaplanmıştır. Bu da Erciyes Üniversitesi Kütüphanesinden birim alanda enerji tüketimi bakımından %26, karbon salımı bakımından %51 daha az olduğunu göstermektedir.

Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde mevcut aydınlatma sisteminin LED armatürler ile değiştirilmesinin ve cephede güneş kırıcı panellerin kullanılmasıyla enerji tasarrufu ve karbon salımı bakımından olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yıllık 22.560 kWh enerji tüketimi, 8 kWh/m² LENI, 9.047 kg CO₂e ve 2,77 kg CO₂e/m² karbon salımı olduğu hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda enerji tüketiminde ve CO₂ emisyonunda azalma görülmüştür. Karbon ayak izi miktarı Tier-1 yaklaşımında 18.95 t CO₂e, DEFRA yaklaşımında 4.74 t CO₂e olarak hesaplanmıştır. Oranlama yapıldığı zaman önerilen iyileştirmenin yapılması durumunda enerji tüketimi kapsamında %37, DiaLUX verileri karbon salımı kapsamında %69, Tier-1 ve DEFRA yaklaşımı karbon salımı kapsamında %37 tasarruf edileceği görülmektedir.

Bu çalışma yalnızca yapma aydınlatma sistemlerinin güncellenmesi ile ortaya çıkan önemli farkları vurgulamaktadır. Bunun yanında yapay aydınlatma sistemleri, iç mekan tasarımları, cephe tasarımlarının güncellenmesi gibi diğer etkenlerin her biri sonucu daha da iyileştirecektir. Alan çalışmasının yapıldığı Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasının geniş cam giydirme cepheleri ve çok sayıdaki pencereleri ışığın kontrolsüz

şekilde hacimlerin derinliklerine kadar girmesine sebep olmaktadır. Bu durumu kontrol edebilmek için hareketli veya sabit güneş kırıcı panel uygulamaları düşünülebilir. Özellikle yapay aydınlatma sistemleri sağlık yapısı, eğitim yapısı, kültür yapısı vb. alanlarda sıklıkla uygulanmaktadır. İçinde bulunan alanın aydınlatması (ışığın rengi, şiddeti sıcaklığı ve parlaklığı vb.) kullanıcıların günlük ritimlerini ve biyolojik saatlerini de etkilemektedir. Çok kullanıcıli alanlar olan kütüphaneler gibi yapılarda da yapay aydınlatma ile desteklenen “insan odaklı aydınlatma” tasarımları yapılmaktadır. Kütüphane kullanıcılarının uyku ritimlerinin düzenlenmesi, odaklanmalarının kolay sağlanması ve dikkat dağılmasının önlenmesi için uygun aydınlatma düzeni sağlanmalıdır. Bu sebeple alan birincil çalışmamızın yapıldığı kütüphane binasında kullanıcıların ışık seviyesini ve yönünü kendilerine göre ayarlayabilecekleri veya otomasyon sistemine bağlı çalışan grup çalışma odaları veya localar oluşturulabilir.

Diğer bir alternatif olarak, son zamanda sıklıkla gündemde olan, kütüphanelerin 7/24 hizmet vermeye başlaması durumu için de çalışma yapılmış ve öneri sunulmuştur. Hafta sonları ve gün ışığının olmadığı gece saatlerinde de hizmet verilecek olması enerji tüketimini ve karbon salımını artıracak doğal bir gerçekliktir. Mevcut durumdan 7/24 prensibine geçildiğinde yıllık 42.157 kWh enerji tüketimi, 15 kWh/m² LENI, 33.810 kg CO₂e ve 10,37 kg CO₂e/m² karbon salımı olacağı hesaplanmıştır. Bu da enerji tüketimi kapsamında %17 artış olacağını göstermektedir. İyileştirilmiş durumdan 7/24 esasına geçildiğinde yıllık 27.455 kWh enerji tüketimi, 14 kWh/m² LENI, 11.010 kg CO₂e ve 3,38 kg CO₂e/m² karbon salımı olacağı hesaplanmıştır. Bu da enerji tüketimi ve karbon salımı kapsamında %22 artış olacağını göstermektedir. Buna rağmen iyileştirme yapıldıktan sonra 7/24 çalışma prensibine geçildiğinde, mevcut duruma göre %24 enerji tasarrufu, DiaLUX verilerine göre %62, DEFRA ve Tier yaklaşımına göre de %71 karbon emisyonu azalımı olacağı görülmektedir.

Ülkemizin de 2016 yılında imzalamış olduğu Paris Anlaşması ve Cumhurbaşkanlığı tarafından yayınlanan 12. Kalkınma Hedeflerine yönelik genelge gereği 2030 yılına kadar toplam karbon emisyon miktarının %41 azaltılması, 2053 yılında da sıfır karbon emisyon değerine ulaşılması hedeflenmektedir. Bu çalışma eğitim yapılarındaki mimari tasarımın aydınlatma performansına ve dolayısıyla ortaya çıkan karbon salımına etkisini kütüphane binaları özelinde ele almıştır. Aydınlatma için gerekli standartlar göz önünde bulundurularak yapılacak iyileştirmelerin enerji verimliliğine ve karbon ayak izine

olumlu etkisi ifade edilmiştir. Tezin sonuçları, LED armatürlerin kullanımının mimari tasarım parametreleriyle birleştğinde enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir adım olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın, kütüphaneler özelinde tüm eğitim yapılarındaki aydınlatma tasarımının gelecekteki uygulamaları ve çevresel etkileri üzerinde olumlu bir etkisi olacağı düşünülmektedir. Yürürlükte olan yönetmelik kapsamında kamu yapıları geneline uygulama örneği teşkil etmesi beklenmektedir.



KAYNAKÇA

1. S. Öztürk, Bina Performans Analizi Programları İle Enerji Etkin Binalarda Tasarım Süreci – Bir Örnek İncelemesi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
2. H. Demir, G. Çıracı, R. Kaya ve Ü. Ünver, «AYDINLATMADA ENERJİ VERİMLİLİĞİ: YALOVA,» *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, cilt 25, no. 3, pp. 1637-1652, 2020.
3. Ö. Sümengen ve K. A. Yener, «Binalarda Aydınlatma Enerji Performansının Belirlenmesinde Güneşliğine İlişkin Değişkenlerin İncelenmesi.,» *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, pp. 30(3):135-148, 2015.
4. «Worldometer,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.worldometers.info/>.
5. R. Kutlu, «Ofislerde enerji etkin aydınlatma sistemleri,» 2010.
6. E. T. Tombak, «Binalarda Enerji Performans Direktifi ile Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğinin Karşılaştırılması,» *Tesisat Mühendisliği*, no. 150, pp. 61-73, 2015.
7. T. Atabey, Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
8. S. Carfi, Kamu Binalarının Karbon Ayak İzii Miktarındaki Rolü, Bilecik: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,, Yüksek Lisans Tezi, 2022.
9. ÇİDGM, «6. Türkiye Çevre Durum Raporu,» Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara, 2020.

10. F. B. Gürsoy, Erciyes Üniversitesi Kampüsünde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi, Kayseri: ERCİYES ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2023.
11. 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: https://passiv.de/former_conferences/Kran/First_Passive_Ho.
12. 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.unienerji.com/arsivler/1530>.
13. A. Tıkır, İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2009.
14. S. Rippon, «University of Cape Town Carbon Footprintfor 2013,» Güney Afrika, 2014, p. 32.
15. G. Özçelik, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün Enerji Ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi, Çanakkale: Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
16. E. Bonamente ve F. Cotana, «Carbon and Energy Footprints of Prefabricated Industrial Buildings: A Systematic Life Cycle Assessment Analysis,» *Energies*, no. 8, pp. 685-701, 2015.
17. G. Binboğa ve A. Ünal, «Sürdürülebilirlik Ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin Karbon Ayak İzinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Araştırma,» *Dergipark*, p. DOI: 10.18092/ulikidince.323532, 2018.
18. C. Koller, «Carbon Footprint of a PV/T Liquid Collector,» %1 içinde *26th Symposium Solarthermal Energy 20th to 22nd April*, Bad Staffelstein, 2016.
19. G. Mataracı ve vd., «Towards a greener port: reducing the carbon footprint, recycling and reuse,» %1 içinde *3th international conference on recycling and reuse*, İstanbul, 2016.

20. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023. [Çevrimiçi]. Available: enerji.gov.tr.
21. M. Altınöz, Binaların Çevresel Etkilerinin Enerji Verimliliği Ve Karbon Ayak İzi Açısından İncelenmesi: Kırklareli Örneği, Edirne: TRAKYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
22. 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://istatistik.yok.gov.tr/>.
23. «Enerji Verimliliği Destekleri,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimlilik-destekleri>.
24. L. Pompei, B. Mattoni, F. Bisegna ve L. Blaso, «Evaluation of the energy consumption of an educational building, based on the UNI EN 15193-1:2017, varying different lighting control systems,» %1 içinde *IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*, 2020.
25. S. Uslusoy, «Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi,» %1 içinde *Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012, p. 14/172.
26. S. Esen, «Enerji Etkin Bina Tasarım Modeli,» %1 içinde *Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019, p. 8/124..
27. E. Akgöz, «Enerji Etkin Bina Tasarım Parametreleri İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi: İstanbul Örneği,» %1 içinde *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004, p. 6/113.
28. E. Erkol ve S. Sayın, «Akıllı Cam Cephe Sistemleri ve Teknolojileri,» *Online Journal of Art and Design*, pp. 1-21, 2021.
29. «Rolf Disch Solar Architektur,» 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.rolfdisch.de/en/projects/the-solar-settlement/>.

30. S. Can, Rüzgar Türbinleri Kullanılarak Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarının Zaman Serileri İle Analizi ve Uygulaması, Hatay: İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
31. 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://siteselection.com/issues/2010/sep/energy-innovations.cfm>.
32. «Future Flow Life,» 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://futureflow.life>.
33. ÇŞB, «Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı,» 29 Temmuz 2023. [Çevrimiçi]. Available: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
34. M. Wackernagel ve W. Rees, «Our ecological footprint: reducing human impact on the earth,» *New Society Publishers* , 1998.
35. Z. Özer, «Ekolojik Ayak İzleri,» *Bilim ve Teknik Dergisi*, pp. 82- 84, 2002.
36. M. Balta, «Endüstri Kaynaklı Karbon Ayak İzi Azaltımı ve Enerji Verimliliği,» Sakarya, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
37. ÇŞB, «Yutak Alanlar ve Karbon Tutumları,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/yutak-alanlar-ve-karbon-tutumları-i-85723>.
38. M. Çerçi, Ipcc Tier 1 Ve Defra Metodları İle Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Örneği, Erzincan: ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2021.
39. M. E. Argun, R. Ergüç ve Y. Sarı, «Konya/Selçuklu İlçesi KArbon Ayak İzinin Belirlenmesi,» *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, p. 2, 2019.
40. Dışişleri Bakanlığı., «Çevre, İklim Değişikliği ve Suya Dair Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa#:~:text=3->

14%20Haziran%201992%20tarihleri,açısından%20önemli%20bir%20adım%20olmuştur..

41. P. R. Uludağ, Lise Öğrencilerinin Karbon Ayak İzinin Hesaplanması Ve Lise Bazında Kurumsal Karbon Ayak İzinin Tespiti, Giresun: GİRESUN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2022.
42. Çevre ve Orman Bakanlığı, «Kyoto Protokolü,» %1 içinde *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*, Kyoto, 2009.
43. E. Karakaya, «Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme,» *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, pp. Cilt: 3, Sayı: 1 (Sf. 1-12), 2016.
44. Dışişleri Bakanlığı, «Girişimci ve İnsani Dış Politika-Paris Anlaşması,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa#:~:text=Anlaşma%2C%20insan%20kaynaklı%20sera%20gazı,dececeyi%20yakalamanın%20önemine%20dikkat%20çekmektedir..>
45. İklim Değişikliği Başkanlığı, «TÜİK Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri yayınlandı,» 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://iklim.gov.tr/tuik-ulusal-sera-gazi-emisyon-envanteri-yayinlandi-haber-1122#:~:text=2023%20Sera%20Gazı%20Emisyon%20Envanteri,yüzde%207%2C7%20artış%20göstermiştir..>
46. TÜİK, «Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021,» Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 2023.
47. GGMCF, «Global Gridded Model of Carbon Footprints,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.citycarbonfootprints.info/maps.html>.
48. M. Bayraktar, B. Binatlı ve T. Üzümoğlu, Türkiye Bina Sektörü Karbonsuzlaşma Yol Haritası, Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023.

49. İ. Alagöz, E. Coşkun, S. Babaoğlu, R. Kaykaç ve A. Cidacı, «EÜAŞ Merkez Kampüs 2021 Yılı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması,» *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, pp. 161-166, 2022.
50. TSE, «Standart Arama,» Ocak 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx>.
51. «Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği,» *Resmi Gazete*, 2008.
52. M. Karatay ve T. Günaydın, «BİNALARDA AYDINLATMA ENERJİ PERFORMANSININ YAPMA AYDINLATMA SİSTEMİ VE FARKLI İKLİM BÖLGELERİ ÜZERİNDEN ANALİZİ,» *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences International Indexed and Refereed*, cilt 8, no. 17, pp. 95-113, 2021.
53. O. Onur, «Akustik ve Görsel Konforun Standartlara Uygunluğunun Analizi: Eğitim Binası Örneği,» *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2023.
54. İ. Alkan, Ofis mekanlarında ışık ve renk ilişkisinin görsel konfora, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, 2010.
55. S. Şentürk ve B. Satıcı, «İç Mekandaki Yüzeylerin Görsel Özellikleri Ve Işık Arasındaki İlişki,» *Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, pp. 205-216, 2022.
56. S. Kandişer, Kütüphanelerde Doğal Aydınlatma Sistemi Ve Tasarım Kararlarına Etkisi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
57. B. Manav ve M. Ş. Küçükdoğu, «Aydınlık düzeyi ve renk sıcaklığının performans etkisi,» *itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*, 2016.
58. EN 12464-1, *TS EN 12464-1*, Türk Standardları Enstitüsü, 2004.
59. Ş. Alpaslan, Kentsel Yaşamda Aydınlatmanın Önemi Ve Aydınlatma Problemlerinin Tespiti: İtü Ayazağa Yerleşkesi Örneği, İstanbul: İSTANBUL

TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2015.

60. H. D. Alar, «Kütüphaneciliğin Tarihçesi ve İlk Kütüphaneler,» *A.Ü. Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, pp. 295-308, 2001.
61. S. Şensoy ve R. Sarı, «Yeni Nesil Akademik Kütüphane Kavramı ve Mimariye Yansıması,» *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, pp. 285-310, 2020.
62. A. McDonald, «The top ten qualities of good library space,» %1 içinde *IFLA library Building Guidelines: Developments and Reflections*, München, 2007, pp. 13-29.
63. M. E. Aydoğan ve L. Y. Tokman, «"Bilişim teknolojileri" ve "sürdürülebilir mimarlık" yaklaşımlarının "yeni kütüphane mimarisi" ne mekansal etkileri,» *Milli Eğitim Dergisi*, pp. 208, 33-50, 2015.
64. J. Pupeliene, «Conceptual Principles of the Planning of Modern Public Libraries. Article in LIBER,» %1 içinde *Article in LIBER Quarterly*, 2004.
65. F. Ataç, Kütüphanelerde Doğal ve Yapay Aydınlatma Kriterleri: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin Okuma Salonlarının İncelenmesi, Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, 2013.
66. D. Malman, «Lighting For Libraries,» San Francisco, 2005.
67. N. Kiraz, «Arşiv ve Kütüphanelerde Nadir Eserleri Koruma Sorunları ve Temel Öneriler,» *Art-Sanat*, pp. 161-175, 2018.
68. E. Ashley, «Vennesla Library and Culture House,» 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.archdaily.com/209340/vennesla-library-and-culture-house-helen-hard>.
69. E. Ashley, Artist, *Vennesla Library and Culture House / Helen & Hard*. [Art]. 2012.

70. S. Ellingsen, 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: https://www.archdaily.com/945294/samling-library-helen-and-hard?ad_medium=office_landing&ad_name=article.
71. S. Ellingsen, Artist, [Art]. 2022.
72. C. Cunningham, «Varina Area Library / BCWH Architects,» 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.archdaily.com/870587/varina-area-library-bcwh-architects>.
73. C. Cunningham, Artist, *Varina Area Library / BCWH Architects*. [Art]. Henrico County, 2017.
74. Studio Dinnebier, 19 05 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.lichtlicht.de/bezayit-library>.
75. C. Emden, Artist, *Yazma Eserler ve Beyazıt Devlet Kütüphanesi*. [Art]. 2017.
76. Ö. Sumengen, Türkiye İçin Konut Binalarının Aydınlatma Enerjisi Gereksinimi Açısından Değerlendirilmesine İlişkin Bir Yaklaşım-Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
77. H. Bazazzadeh, «Efficient Shading Device as an Important Part of Daylightophil Architecture; a Designerly Framework of High-Performance Architecture for an Office Building in Tehran,» *Energies*, pp. 1-26, 2021.
78. H. Voll ve M. Thalfeldt, «Comparison of static and dynamic shading systems for office building energy consumption and cooling load assessment,» *Management of Environmental Quality: An International Journal*, pp. 978-998, 2018.
79. BEP-Tr, «Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliğ,» Resmi Gazete, Ankara, 2017.

80. Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, «Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü,» 12 04 2023. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.kayserikultur.gov.tr/TR-54966/cografi-yapi.html>.
81. B. Öz, Enerji Verimliliği Kriterlerine Göre Otel Tasarımı ve Enerji Modellemesi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
82. «Greenhouse Gas Reporting Conversion Factors-2023,» 2023. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023>.
83. UI Green Metric, «UK Carbon Footprint,» 2024. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.carbonfootprint.com>.
84. H. J. Cowen, «Solar Energy Applications in the Design of Buildings,» *Applied Science Publishers Ltd.*, 1980.
85. L. Zeren, «Türkiye’de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma,» Çevre ve Şehircilik Uygulama-Araştırma Merkezi, İTÜ, İstanbul, 1987.
86. M. E. Özler, «Akıllı Binalarda Enerji Etkin Tasarım Parametreleri,» İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
87. Z. Yılmaz, «Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji,» *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, no. 91, pp. 7-15, 2006.
88. N. G. Ulsan ve F. İ., «Eğitim Yapılarında Enerji Etkin Aydınlatma: İstanbul Kağıthane Anadolu Lisesi Örneği,» *Tasarım + Kuram*, pp. 138-147.
89. E. Gündoğdu ve H. D. Arslan, «Mimaride Enerji Etkin Cephe ve Biyomimikri,» *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, pp. 922-935, 2020.

90. K. Çelik ve F. R. Ünver, «Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Aydınlatma Tasarımı Yaklaşımı,» *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, pp. 49-63, 2019.
91. E. Aydoğdu, MEVCUT TİCARİ BİNALARIN AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ, İstanbul: İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ENERJİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
92. M. Yeşilyurt, Hazır Beton Santralinde Karbon Ayak İzinin Değerlendirmesi, Erzurum: ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Yüksek Lisans Tezi, 2023.
93. A. Küçük, Eğitim Yapılarında Aydınlatma Enerji Performansının BEP-TR Yöntemiyle Konfor-Tüketim-Maliyet Bağlamında Değerlendirilmesi; ERÜ Mimarlık Fakültesi Örneği, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2021.
94. B. S. Önal ve H. A. Heperkan, «Yeni Enerji Teknolojilerinin Binalarda Kullanımının Enerji Performansına Etkileri,» %1 içinde 15. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 2023.
95. H. Çağlar, Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Eğitim Yapılarının Enerji Etkin Aydınlatma Açısından İncelenmesi Ve Uygulama Örneklerinin Değerlendirilmesi, İstanbul: Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2021.
96. B. Manav ve C. Yener, «Effects of different lighting arrangements on space perception,» *Architectural Science Review*, pp. 43-47, 1999.
97. G. Thompson, «Planning and Design of Library Buildings,» *Butterworth Architecture Library of Planning and Design*, 1989.
98. IESNA, «The IESNA Lighting Handbook Reference & Application,» Office Lighting Educational Facility Lighting.

EKLER

EK 1: 21 Haziran tarihine ait mevcut aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri.....	114
EK 2: 21 Aralık tarihine ait mevcut aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri	125
EK 3: 21 Haziran tarihine ait iyileştirme yapılmış aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri	136
EK 4: 21 Aralık tarihine ait iyileştirme yapılmış aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri	142

EK 1: 21 Haziran tarihine ait mevcut aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri

kütüphane-zemin

DIALux**Işıklık listesi**

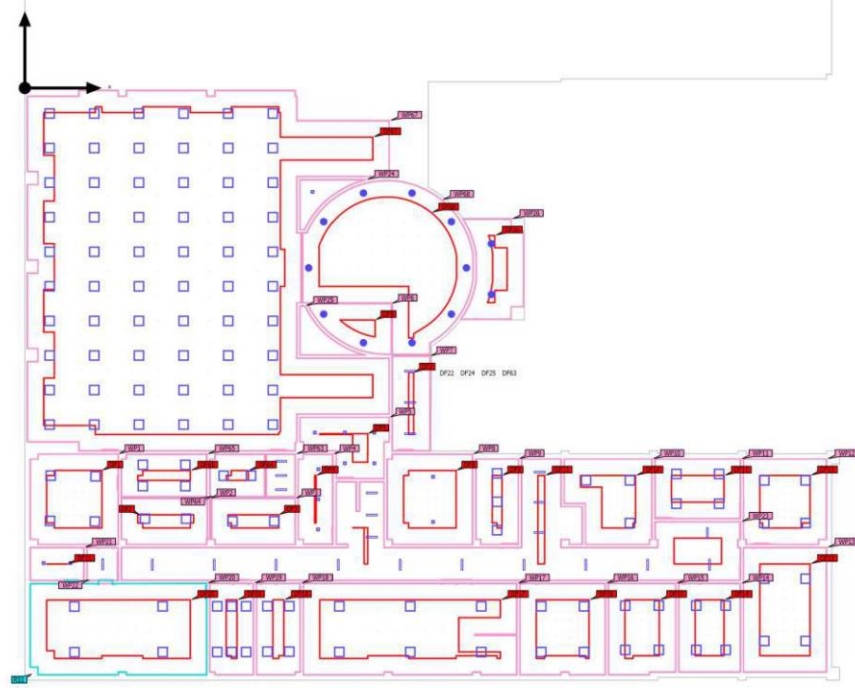
$\Phi_{\text{topl}}_{\text{am}}$ 784439 lm		$P_{\text{topl}}_{\text{am}}$ 15445.0 W		Işık verimi 50.8 lm/W		
Adt.	Üretici	Ürün No.	Ürün adı	P	Φ	Işık verimi
217	3F Filippi S.p.A.	10548	P 204x14-24 T5 HF DA RVS IP54 (14W)	62.0 W	2970 lm	47.9 lm/W
53	3F Filippi S.p.A.	5220	3F Linda Inox 1x18 HF	19.0 W	1033 lm	54.4 lm/W
34	AIRAM	A2KUDB-DALI	Kubo 175 IP20 12W/840 DA2 PCO WH	12.0 W	900 lm	75.0 lm/W
12	LUG Light Factory	200111.5 L04.110	ARCHEO WHITE - 5000 lm, 4000K	48.0 W	4550 lm	94.8 lm/W

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi



kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	E (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U ₀ (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (OFİS-9) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	416 lx (≥ 500 lx) ✗	234 lx	943 lx	0.56 (≥ 0.60) ✗	0.25	WP1
Çalışma düzlemi (ARŞİV) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	317 lx (≥ 500 lx) ✗	183 lx	428 lx	0.58 (≥ 0.60) ✗	0.43	WP2
Çalışma düzlemi (İBADETHANE) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	280 lx (≥ 500 lx) ✗	178 lx	347 lx	0.64 (≥ 0.60) ✓	0.51	WP3
Çalışma düzlemi (WC-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	97.8 lx (≥ 500 lx) ✗	72.9 lx	119 lx	0.75 (≥ 0.60) ✓	0.61	WP4
Çalışma düzlemi (WC-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	393 lx (≥ 500 lx) ✗	243 lx	707 lx	0.62 (≥ 0.60) ✓	0.34	WP5
Çalışma düzlemi (GÜVENLİK) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	528 lx (≥ 500 lx) ✓	118 lx	832 lx	0.22 (≥ 0.60) ✗	0.14	WP6
Çalışma düzlemi (KORİDOR-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	7183 lx (≥ 500 lx) ✓	903 lx	50597 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.018	WP7
Çalışma düzlemi (DEPO-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	39.3 lx (≥ 500 lx) ✗	16.7 lx	68.0 lx	0.42 (≥ 0.60) ✗	0.25	WP8
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	315 lx (≥ 500 lx) ✗	221 lx	386 lx	0.70 (≥ 0.60) ✓	0.57	WP9
Çalışma düzlemi (OFİS-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	432 lx (≥ 500 lx) ✗	123 lx	1871 lx	0.28 (≥ 0.60) ✗	0.066	WP10
Çalışma düzlemi (OFİS-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	643 lx (≥ 500 lx) ✓	278 lx	1938 lx	0.43 (≥ 0.60) ✗	0.14	WP11

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	3365 lx (≥ 500 lx) ✓	441 lx	51590 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.009	WP12
Çalışma düzlemi (OFİS-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	2369 lx (≥ 500 lx) ✓	225 lx	50748 lx	0.095 (≥ 0.60) ✗	0.004	WP13
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	324 lx (≥ 500 lx) ✗	212 lx	399 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP14
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	496 lx (≥ 500 lx) ✗	250 lx	1997 lx	0.50 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP15
Çalışma düzlemi (OFİS-6) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	547 lx (≥ 500 lx) ✓	266 lx	2072 lx	0.49 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP16
Çalışma düzlemi (ÇAY OCAĞI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	358 lx (≥ 500 lx) ✗	97.1 lx	1893 lx	0.27 (≥ 0.60) ✗	0.051	WP17
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	390 lx (≥ 500 lx) ✗	267 lx	474 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.56	WP18
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	827 lx (≥ 500 lx) ✓	457 lx	2516 lx	0.55 (≥ 0.60) ✗	0.18	WP19
Çalışma düzlemi (OFİS-8) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	553 lx (≥ 500 lx) ✓	209 lx	1669 lx	0.38 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP20
Çalışma düzlemi (DEPO-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	381 lx (≥ 500 lx) ✗	195 lx	1083 lx	0.51 (≥ 0.60) ✗	0.18	WP21
Çalışma düzlemi (KORİDOR-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	61.8 lx (≥ 500 lx) ✗	53.3 lx	71.6 lx	0.86 (≥ 0.60) ✓	0.74	WP22
Çalışma düzlemi (KORİDOR-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	111 lx (≥ 500 lx) ✗	12.0 lx	1207 lx	0.11 (≥ 0.60) ✗	0.010	WP23

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (DEPO-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	56.0 lx (≥ 500 lx) ✗	25.0 lx	76.8 lx	0.45 (≥ 0.60) ✗	0.33	WP24
Çalışma düzlemi (ASANSÖR) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	137 lx (≥ 500 lx) ✗	61.7 lx	417 lx	0.45 (≥ 0.60) ✗	0.15	WP25
Çalışma düzlemi (GİRİŞ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	11677 lx (≥ 500 lx) ✓	1534 lx	50426 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.030	WP26
Çalışma düzlemi (KORİDOR-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	180 lx (≥ 500 lx) ✗	142 lx	206 lx	0.79 (≥ 0.60) ✓	0.69	WP63
Çalışma düzlemi (FOTOKOPİ ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	331 lx (≥ 500 lx) ✗	240 lx	393 lx	0.73 (≥ 0.60) ✓	0.61	WP64
Çalışma düzlemi (OFİS-10) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	446 lx (≥ 500 lx) ✗	280 lx	534 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.52	WP65
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	691 lx (≥ 500 lx) ✓	48.1 lx	1924 lx	0.070 (≥ 0.60) ✗	0.025	WP67
Galeri Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	651 lx (≥ 100 lx) ✓	176 lx	1860 lx	0.27 (≥ 0.40) ✗	0.095	WP68

Alan sonuç objeleri

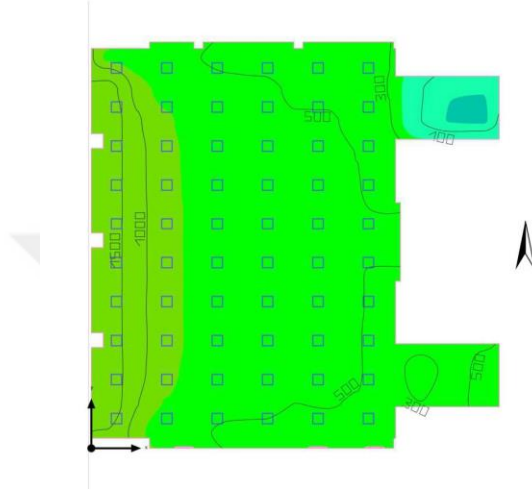
Özellikler	Ø	min	maks	U _o (g ₁)	g ₂	İndeks
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Dikey aydınlatma gücü (adaptif) Yükseklik: 0.000 m	436 lx	126 lx	41137 lx	0.29	0.003	RS1
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Işıklılık Yükseklik: 0.000 m	27.8 cd/m ²	8.00 cd/m ²	2619 cd/m ²	0.29	0.003	RS1

Planlama bilgileri:
21.06.2019 üzerindeki Açık gökyüzü (doğrudan güneş ışığı) için gün ışığı alanı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 · ÇALIŞMA ALANI-1

Enerji değerlendirmesi yılı

Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	E (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U ₀ (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (TIP FAKÜLTESİ KÜTÜPHANESİ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	335 lx (≥ 500 lx) ✗	18.8 lx	1988 lx	0.056 (≥ 0.60) ✗	0.009	WP27
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	304 lx (≥ 500 lx) ✗	128 lx	1039 lx	0.42 (≥ 0.60) ✗	0.12	WP28
Çalışma düzlemi (Oda 35) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	85.9 lx (≥ 500 lx) ✗	79.3 lx	90.6 lx	0.92 (≥ 0.60) ✓	0.88	WP29
Çalışma düzlemi (Oda 36) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	87.0 lx (≥ 500 lx) ✗	81.4 lx	91.8 lx	0.94 (≥ 0.60) ✓	0.89	WP30
Çalışma düzlemi (Oda 37) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	86.1 lx (≥ 500 lx) ✗	81.3 lx	90.6 lx	0.94 (≥ 0.60) ✓	0.90	WP31
Çalışma düzlemi (Oda 38) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	85.0 lx (≥ 500 lx) ✗	77.4 lx	90.0 lx	0.91 (≥ 0.60) ✓	0.86	WP32
Çalışma düzlemi (Oda 39) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	87.2 lx (≥ 500 lx) ✗	80.1 lx	92.0 lx	0.92 (≥ 0.60) ✓	0.87	WP33
Çalışma düzlemi (WC-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	166 lx (≥ 500 lx) ✗	104 lx	215 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.48	WP34
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	403 lx (≥ 500 lx) ✗	78.3 lx	2063 lx	0.19 (≥ 0.60) ✗	0.038	WP35
Çalışma düzlemi (ARŞİV-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1602 lx (≥ 500 lx) ✓	297 lx	49964 lx	0.19 (≥ 0.60) ✗	0.006	WP36
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	758 lx (≥ 500 lx) ✓	180 lx	2040 lx	0.24 (≥ 0.60) ✗	0.088	WP37

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (KORİDOR-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	99.1 lx (≥ 500 lx) ✗	23.0 lx	210 lx	0.23 (≥ 0.60) ✗	0.11	WP38
Çalışma düzlemi (DEPO-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	96.3 lx (≥ 500 lx) ✗	70.4 lx	121 lx	0.73 (≥ 0.60) ✓	0.58	WP39
Çalışma düzlemi (WC-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	71.2 lx (≥ 500 lx) ✗	39.9 lx	96.8 lx	0.56 (≥ 0.60) ✗	0.41	WP40
Çalışma düzlemi (Oda 47) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	85.4 lx (≥ 500 lx) ✗	77.2 lx	91.2 lx	0.90 (≥ 0.60) ✓	0.85	WP41
Çalışma düzlemi (Oda 48) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	152 lx (≥ 500 lx) ✗	140 lx	162 lx	0.92 (≥ 0.60) ✓	0.86	WP42
Çalışma düzlemi (Oda 49) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	183 lx (≥ 500 lx) ✗	171 lx	197 lx	0.93 (≥ 0.60) ✓	0.87	WP43
Çalışma düzlemi (TEMİZLİK ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	101 lx (≥ 500 lx) ✗	79.6 lx	121 lx	0.79 (≥ 0.60) ✓	0.66	WP44
Çalışma düzlemi (DEPO-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	80.4 lx (≥ 500 lx) ✗	63.6 lx	97.5 lx	0.79 (≥ 0.60) ✓	0.65	WP45
Çalışma düzlemi (DEPO-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	81.2 lx (≥ 500 lx) ✗	66.0 lx	96.5 lx	0.81 (≥ 0.60) ✓	0.68	WP46
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	364 lx (≥ 500 lx) ✗	164 lx	1443 lx	0.45 (≥ 0.60) ✗	0.11	WP47
Çalışma düzlemi (OFİS-14) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	347 lx (≥ 500 lx) ✗	105 lx	1405 lx	0.30 (≥ 0.60) ✗	0.075	WP48
Çalışma düzlemi (OFİS-13) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	440 lx (≥ 500 lx) ✗	145 lx	1185 lx	0.33 (≥ 0.60) ✗	0.12	WP49

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-12) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	451 lx (≥ 500 lx) ✗	166 lx	1269 lx	0.37 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP50
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1060 lx (≥ 500 lx) ✓	762 lx	1508 lx	0.72 (≥ 0.60) ✓	0.51	WP51
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	4236 lx (≥ 500 lx) ✓	586 lx	50781 lx	0.14 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP52
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	4239 lx (≥ 500 lx) ✓	612 lx	50556 lx	0.14 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP53
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	6828 lx (≥ 500 lx) ✓	661 lx	51810 lx	0.097 (≥ 0.60) ✗	0.013	WP54
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	3895 lx (≥ 500 lx) ✓	587 lx	48429 lx	0.15 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP55
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	6421 lx (≥ 500 lx) ✓	601 lx	49466 lx	0.094 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP56
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	6418 lx (≥ 500 lx) ✓	633 lx	49472 lx	0.099 (≥ 0.60) ✗	0.013	WP57
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	6418 lx (≥ 500 lx) ✓	595 lx	49454 lx	0.093 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP58
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	6426 lx (≥ 500 lx) ✓	611 lx	49606 lx	0.095 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP59
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1586 lx (≥ 500 lx) ✓	1040 lx	2376 lx	0.66 (≥ 0.60) ✓	0.44	WP60
Çalışma düzlemi (YÜKSEK LİSANS TEZLERİ ALANI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	364 lx (≥ 500 lx) ✗	101 lx	1565 lx	0.28 (≥ 0.60) ✗	0.065	WP61

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA ALANI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	347 lx (≥ 500 lx) ✗	53.6 lx	1526 lx	0.15 (≥ 0.60) ✗	0.035	WP62
Çalışma düzlemi (DEPO-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	109 lx (≥ 500 lx) ✗	71.3 lx	152 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.47	WP66
Çalışma düzlemi (Oda 75) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 100 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.40)	-	WP69

Planlama bilgileri:

21.06.2019 üzerindeki Açık gökyüzü (doğrudan güneş ışığı) için gün ışığı oranı 12:00 (UTC+03:00) İstanbul).

EK 2: 21 Aralık tarihine ait mevcut aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri

kütüphane-zemin

DIALux

İşıklık listesi

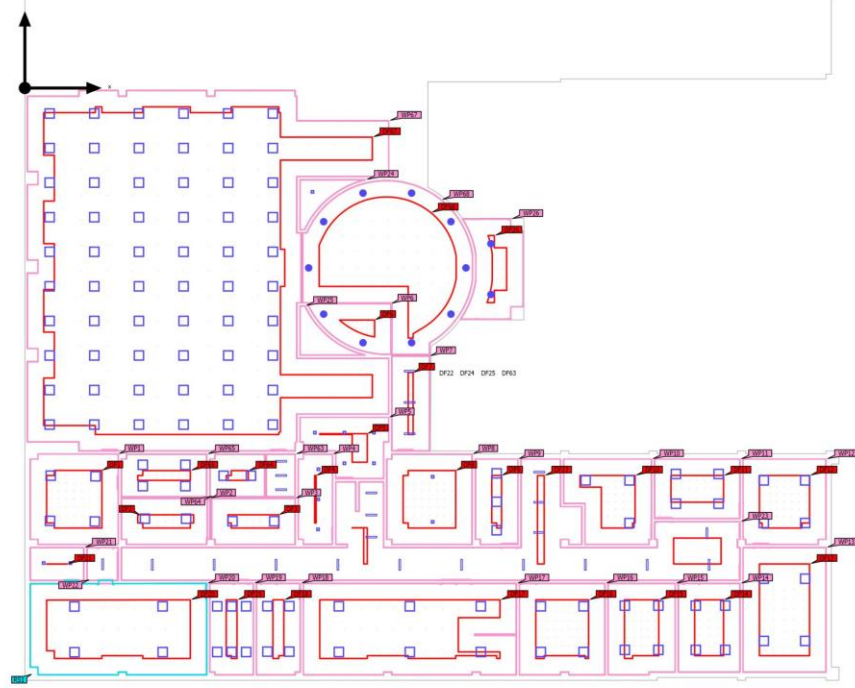
Φ_{toplam} 784439 lm	P_{toplam} 15445.0 W	$I_{\text{ışık verimi}}$ 50.8 lm/W				
Adt.	Üretici	Ürün No.	Ürün adı	P	Φ	$I_{\text{ışık verimi}}$
217	3F Filippi S.p.A.	10548	P 204x14-24 T5 HF DA RVS IP54 (14W)	62.0 W	2970 lm	47.9 lm/W
53	3F Filippi S.p.A.	5220	3F Linda Inox 1x18 HF	19.0 W	1033 lm	54.4 lm/W
34	AIRAM	A2KUDB-DALI	Kubo 175 IP20 12W/840 DA2 PCO WH	12.0 W	900 lm	75.0 lm/W
12	LUG Light Factory	200111.5 L04.110	ARCHEO WHITE - 5000 lm, 4000K	48.0 W	4550 lm	94.8 lm/W

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi



kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	E (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U ₀ (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (OFİS-9) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	392 lx (≥ 500 lx) ✗	219 lx	838 lx	0.56 (≥ 0.60) ✗	0.26	WP1
Çalışma düzlemi (ARŞİV) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	317 lx (≥ 500 lx) ✗	182 lx	431 lx	0.57 (≥ 0.60) ✗	0.42	WP2
Çalışma düzlemi (İBADETHANE) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	281 lx (≥ 500 lx) ✗	178 lx	348 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.51	WP3
Çalışma düzlemi (WC-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	97.8 lx (≥ 500 lx) ✗	72.9 lx	119 lx	0.75 (≥ 0.60) ✓	0.61	WP4
Çalışma düzlemi (WC-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	227 lx (≥ 500 lx) ✗	155 lx	298 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.52	WP5
Çalışma düzlemi (GÜVENLİK) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	443 lx (≥ 500 lx) ✗	55.1 lx	785 lx	0.12 (≥ 0.60) ✗	0.070	WP6
Çalışma düzlemi (KORİDOR-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	686 lx (≥ 500 lx) ✓	322 lx	1667 lx	0.47 (≥ 0.60) ✗	0.19	WP7
Çalışma düzlemi (DEPO-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	39.3 lx (≥ 500 lx) ✗	16.7 lx	68.0 lx	0.42 (≥ 0.60) ✗	0.25	WP8
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	314 lx (≥ 500 lx) ✗	219 lx	386 lx	0.70 (≥ 0.60) ✓	0.57	WP9
Çalışma düzlemi (OFİS-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	352 lx (≥ 500 lx) ✗	117 lx	1081 lx	0.33 (≥ 0.60) ✗	0.11	WP10
Çalışma düzlemi (OFİS-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	537 lx (≥ 500 lx) ✓	265 lx	1203 lx	0.49 (≥ 0.60) ✗	0.22	WP11

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1132 lx (≥ 500 lx) ✓	333 lx	13040 lx	0.29 (≥ 0.60) ✗	0.026	WP12
Çalışma düzlemi (OFİS-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	568 lx (≥ 500 lx) ✓	179 lx	6155 lx	0.32 (≥ 0.60) ✗	0.029	WP13
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	324 lx (≥ 500 lx) ✗	210 lx	399 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP14
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1978 lx (≥ 500 lx) ✓	336 lx	15656 lx	0.17 (≥ 0.60) ✗	0.021	WP15
Çalışma düzlemi (OFİS-6) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	2562 lx (≥ 500 lx) ✓	415 lx	16227 lx	0.16 (≥ 0.60) ✗	0.026	WP16
Çalışma düzlemi (ÇAY OCAĞI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1652 lx (≥ 500 lx) ✓	120 lx	15183 lx	0.073 (≥ 0.60) ✗	0.008	WP17
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	391 lx (≥ 500 lx) ✗	268 lx	474 lx	0.69 (≥ 0.60) ✓	0.57	WP18
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	3080 lx (≥ 500 lx) ✓	636 lx	17936 lx	0.21 (≥ 0.60) ✗	0.035	WP19
Çalışma düzlemi (OFİS-8) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	3207 lx (≥ 500 lx) ✓	410 lx	16014 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.026	WP20
Çalışma düzlemi (DEPO-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	336 lx (≥ 500 lx) ✗	178 lx	817 lx	0.53 (≥ 0.60) ✗	0.22	WP21
Çalışma düzlemi (KORİDOR-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	61.8 lx (≥ 500 lx) ✗	53.3 lx	72.1 lx	0.86 (≥ 0.60) ✓	0.74	WP22
Çalışma düzlemi (KORİDOR-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	98.4 lx (≥ 500 lx) ✗	12.0 lx	747 lx	0.12 (≥ 0.60) ✗	0.016	WP23

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (DEPO-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	56.0 lx (≥ 500 lx) ✗	25.0 lx	76.8 lx	0.45 (≥ 0.60) ✗	0.33	WP24
Çalışma düzlemi (ASANSÖR) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	78.6 lx (≥ 500 lx) ✗	21.8 lx	350 lx	0.28 (≥ 0.60) ✗	0.062	WP25
Çalışma düzlemi (GİRİŞ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	3286 lx (≥ 500 lx) ✓	1194 lx	19081 lx	0.36 (≥ 0.60) ✗	0.063	WP26
Çalışma düzlemi (KORİDOR-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	180 lx (≥ 500 lx) ✗	142 lx	206 lx	0.79 (≥ 0.60) ✓	0.69	WP63
Çalışma düzlemi (FOTOKOPİ ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	331 lx (≥ 500 lx) ✗	240 lx	393 lx	0.73 (≥ 0.60) ✓	0.61	WP64
Çalışma düzlemi (OFİS-10) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	446 lx (≥ 500 lx) ✗	280 lx	534 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.52	WP65
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	645 lx (≥ 500 lx) ✓	40.0 lx	1763 lx	0.062 (≥ 0.60) ✗	0.023	WP67
Galeri Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	461 lx (≥ 100 lx) ✓	107 lx	1461 lx	0.23 (≥ 0.40) ✗	0.073	WP68

Alan sonuç objeleri

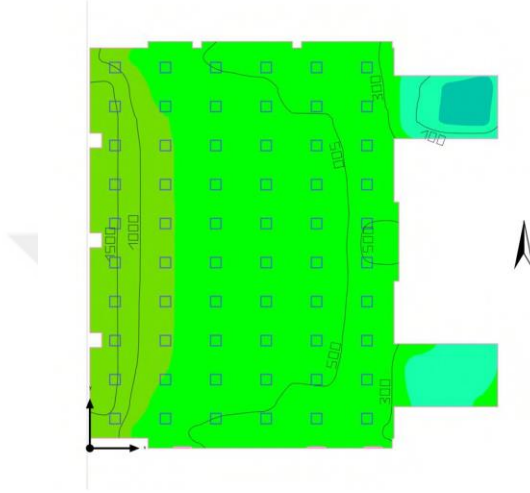
Özellikler	Ø	min	maks	U _o (g ₁)	g ₂	İndeks
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Dikey aydınlatma gücü (adaptif) Yükseklik: 0.000 m	2110 lx	259 lx	14458 lx	0.12	0.018	RS1
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Işıklılık Yükseklik: 0.000 m	134 cd/m ²	16.5 cd/m ²	920 cd/m ²	0.12	0.018	RS1

Planlama bilgileri:
21.12.2018 üzerindeki Açık gökyüzü (doğrudan güneş ışığı) için gün ışığı alanı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 · ÇALIŞMA ALANI-1

Enerji değerlendirmesi yılı

Planlama verileri

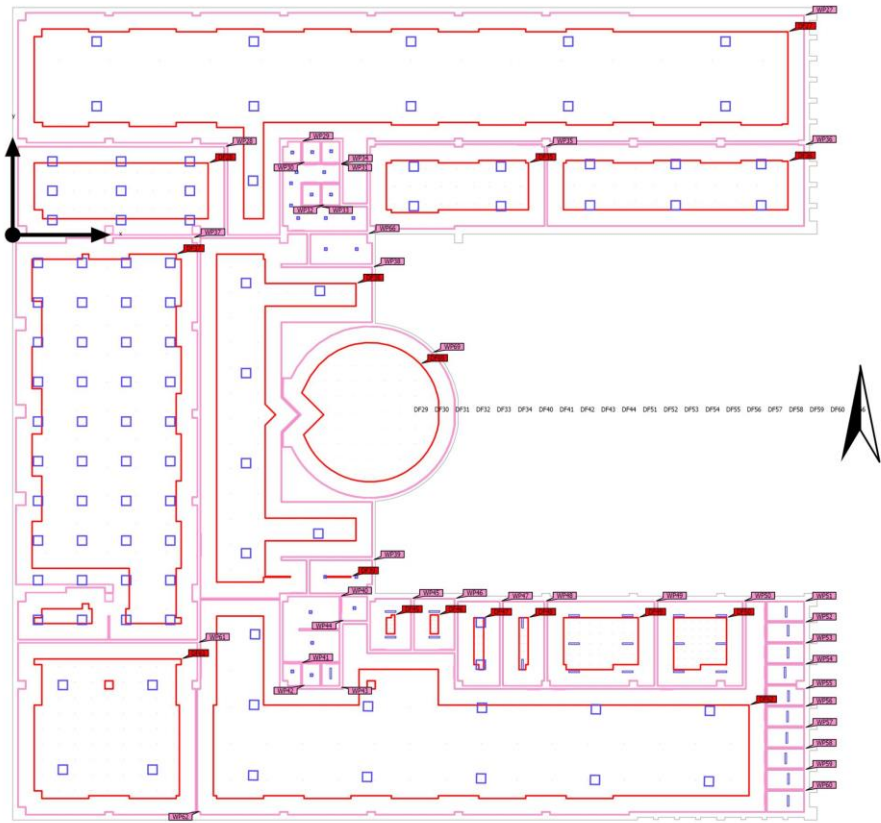
Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi



kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	E (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U ₀ (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (TIP FAKÜLTESİ KÜTÜPHANESİ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	236 lx (≥ 500 lx) ✗	16.4 lx	771 lx	0.069 (≥ 0.60) ✗	0.021	WP27
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	297 lx (≥ 500 lx) ✗	127 lx	836 lx	0.43 (≥ 0.60) ✗	0.15	WP28
Çalışma düzlemi (Oda 35) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	85.9 lx (≥ 500 lx) ✗	79.3 lx	90.6 lx	0.92 (≥ 0.60) ✓	0.88	WP29
Çalışma düzlemi (Oda 36) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	87.0 lx (≥ 500 lx) ✗	81.4 lx	91.8 lx	0.94 (≥ 0.60) ✓	0.89	WP30
Çalışma düzlemi (Oda 37) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	86.1 lx (≥ 500 lx) ✗	81.3 lx	90.6 lx	0.94 (≥ 0.60) ✓	0.90	WP31
Çalışma düzlemi (Oda 38) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	85.0 lx (≥ 500 lx) ✗	77.4 lx	90.0 lx	0.91 (≥ 0.60) ✓	0.86	WP32
Çalışma düzlemi (Oda 39) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	87.2 lx (≥ 500 lx) ✗	80.1 lx	92.0 lx	0.92 (≥ 0.60) ✓	0.87	WP33
Çalışma düzlemi (WC-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	166 lx (≥ 500 lx) ✗	104 lx	215 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.48	WP34
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	2480 lx (≥ 500 lx) ✓	149 lx	16204 lx	0.060 (≥ 0.60) ✗	0.009	WP35
Çalışma düzlemi (ARŞİV-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	5326 lx (≥ 500 lx) ✓	872 lx	16425 lx	0.16 (≥ 0.60) ✗	0.053	WP36
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	712 lx (≥ 500 lx) ✓	172 lx	1815 lx	0.24 (≥ 0.60) ✗	0.095	WP37

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (KORİDOR-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	101 lx (≥ 500 lx) ✗	22.3 lx	213 lx	0.22 (≥ 0.60) ✗	0.10	WP38
Çalışma düzlemi (DEPO-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	98.7 lx (≥ 500 lx) ✗	72.4 lx	123 lx	0.73 (≥ 0.60) ✓	0.59	WP39
Çalışma düzlemi (WC-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	79.7 lx (≥ 500 lx) ✗	43.7 lx	107 lx	0.55 (≥ 0.60) ✗	0.41	WP40
Çalışma düzlemi (Oda 47) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	85.4 lx (≥ 500 lx) ✗	77.2 lx	91.2 lx	0.90 (≥ 0.60) ✓	0.85	WP41
Çalışma düzlemi (Oda 48) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	203 lx (≥ 500 lx) ✗	176 lx	226 lx	0.87 (≥ 0.60) ✓	0.78	WP42
Çalışma düzlemi (Oda 49) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	274 lx (≥ 500 lx) ✗	254 lx	298 lx	0.93 (≥ 0.60) ✓	0.85	WP43
Çalışma düzlemi (TEMİZLİK ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	108 lx (≥ 500 lx) ✗	87.1 lx	128 lx	0.81 (≥ 0.60) ✓	0.68	WP44
Çalışma düzlemi (DEPO-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	80.4 lx (≥ 500 lx) ✗	63.6 lx	97.5 lx	0.79 (≥ 0.60) ✓	0.65	WP45
Çalışma düzlemi (DEPO-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	81.2 lx (≥ 500 lx) ✗	66.0 lx	96.5 lx	0.81 (≥ 0.60) ✓	0.68	WP46
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	307 lx (≥ 500 lx) ✗	150 lx	832 lx	0.49 (≥ 0.60) ✗	0.18	WP47
Çalışma düzlemi (OFİS-14) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	255 lx (≥ 500 lx) ✗	96.0 lx	748 lx	0.38 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP48
Çalışma düzlemi (OFİS-13) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	330 lx (≥ 500 lx) ✗	137 lx	704 lx	0.42 (≥ 0.60) ✗	0.19	WP49

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-12) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	346 lx (≥ 500 lx) ✗	155 lx	710 lx	0.45 (≥ 0.60) ✗	0.22	WP50
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	713 lx (≥ 500 lx) ✓	562 lx	880 lx	0.79 (≥ 0.60) ✓	0.64	WP51
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	437 lx (≥ 500 lx) ✗	253 lx	871 lx	0.58 (≥ 0.60) ✗	0.29	WP52
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	442 lx (≥ 500 lx) ✗	249 lx	864 lx	0.56 (≥ 0.60) ✗	0.29	WP53
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	582 lx (≥ 500 lx) ✓	293 lx	1614 lx	0.50 (≥ 0.60) ✗	0.18	WP54
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	418 lx (≥ 500 lx) ✗	251 lx	824 lx	0.60 (≥ 0.60) ✓	0.30	WP55
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	448 lx (≥ 500 lx) ✗	261 lx	799 lx	0.58 (≥ 0.60) ✗	0.33	WP56
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	450 lx (≥ 500 lx) ✗	261 lx	797 lx	0.58 (≥ 0.60) ✗	0.33	WP57
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	450 lx (≥ 500 lx) ✗	259 lx	814 lx	0.58 (≥ 0.60) ✗	0.32	WP58
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	449 lx (≥ 500 lx) ✗	254 lx	818 lx	0.57 (≥ 0.60) ✗	0.31	WP59
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	12969 lx (≥ 500 lx) ✓	3192 lx	22303 lx	0.25 (≥ 0.60) ✗	0.14	WP60
Çalışma düzlemi (YÜKSEK LİSANS TEZLERİ ALANI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1514 lx (≥ 500 lx) ✓	159 lx	15894 lx	0.11 (≥ 0.60) ✗	0.010	WP61

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA ALANI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1810 lx (≥ 500 lx) ✓	79.0 lx	16125 lx	0.044 (≥ 0.60) ✗	0.005	WP62
Çalışma düzlemi (DEPO-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	109 lx (≥ 500 lx) ✗	71.3 lx	152 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.47	WP66
Çalışma düzlemi (Oda 75) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 100 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.40)	-	WP69

Planlama bilgileri:

21.12.2018 üzerindeki Açık gökyüzü (doğrudan güneş ışığı) için gün ışığı oranı 12:00 (UTC+03:00) İstanbul).

EK 3: 21 Haziran tarihine ait iyileştirme yapılmış aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri

kütüphane-zemin

DIALux

Işıklık listesi

$\Phi_{\text{topl}}_{\text{am}}$		$P_{\text{topl}}_{\text{am}}$		Işık verimi		
1261443 lm		11237.0 W		112.3 lm/W		
Adt.	Üretici	Ürün No.	Ürün adı	P	Φ	Işık verimi
218	AIRAM	4207220	Clean 600x600 IP65 32W/830 ACO	32.0 W	3786 lm	118.3 lm/W
12	AIRAM	4209594	FLY D/1 77W/840 HO DA	77.0 W	7103 lm	92.2 lm/W
34	AIRAM	4297265	Prettus 216 IP40 28W/830 DA AL MA	28.0 W	3300 lm	117.9 lm/W
53	AIRAM	A3OPGB-CA	Optimus IP44 45W/830 CA PCO WH	45.0 W	4503 lm	100.1 lm/W

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi



kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	E (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U ₀ (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (OFİS-9) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	310 lx (≥ 500 lx) ✗	197 lx	389 lx	0.64 (≥ 0.60) ✓	0.51	WP1
Çalışma düzlemi (ARŞİV) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	398 lx (≥ 500 lx) ✗	223 lx	527 lx	0.56 (≥ 0.60) ✗	0.42	WP2
Çalışma düzlemi (İBADETHANE) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	432 lx (≥ 500 lx) ✗	259 lx	548 lx	0.60 (≥ 0.60) ✓	0.47	WP3
Çalışma düzlemi (WC-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	517 lx (≥ 500 lx) ✓	314 lx	690 lx	0.61 (≥ 0.60) ✓	0.46	WP4
Çalışma düzlemi (WC-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	673 lx (≥ 500 lx) ✓	459 lx	821 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.56	WP5
Çalışma düzlemi (GÜVENLİK) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	316 lx (≥ 500 lx) ✗	155 lx	388 lx	0.49 (≥ 0.60) ✗	0.40	WP6
Çalışma düzlemi (KORİDOR-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	444 lx (≥ 500 lx) ✗	269 lx	551 lx	0.61 (≥ 0.60) ✓	0.49	WP7
Çalışma düzlemi (DEPO-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	182 lx (≥ 500 lx) ✗	29.7 lx	469 lx	0.16 (≥ 0.60) ✗	0.063	WP8
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	405 lx (≥ 500 lx) ✗	273 lx	516 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP9
Çalışma düzlemi (OFİS-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	321 lx (≥ 500 lx) ✗	199 lx	407 lx	0.62 (≥ 0.60) ✓	0.49	WP10
Çalışma düzlemi (OFİS-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	425 lx (≥ 500 lx) ✗	294 lx	519 lx	0.69 (≥ 0.60) ✓	0.57	WP11

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	334 lx (≥ 500 lx) ✗	211 lx	419 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.50	WP12
Çalışma düzlemi (OFİS-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	252 lx (≥ 500 lx) ✗	153 lx	357 lx	0.61 (≥ 0.60) ✓	0.43	WP13
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	404 lx (≥ 500 lx) ✗	262 lx	504 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.52	WP14
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	376 lx (≥ 500 lx) ✗	244 lx	462 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP15
Çalışma düzlemi (OFİS-6) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	317 lx (≥ 500 lx) ✗	205 lx	390 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP16
Çalışma düzlemi (ÇAY OCAĞI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	212 lx (≥ 500 lx) ✗	99.4 lx	334 lx	0.47 (≥ 0.60) ✗	0.30	WP17
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	488 lx (≥ 500 lx) ✗	322 lx	604 lx	0.66 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP18
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	712 lx (≥ 500 lx) ✓	475 lx	887 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP19
Çalışma düzlemi (OFİS-8) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	176 lx (≥ 500 lx) ✗	84.0 lx	321 lx	0.48 (≥ 0.60) ✗	0.26	WP20
Çalışma düzlemi (DEPO-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	537 lx (≥ 500 lx) ✓	361 lx	686 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.53	WP21
Çalışma düzlemi (KORİDOR-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	326 lx (≥ 500 lx) ✗	267 lx	372 lx	0.82 (≥ 0.60) ✓	0.72	WP22
Çalışma düzlemi (KORİDOR-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	346 lx (≥ 500 lx) ✗	46.2 lx	658 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.070	WP23

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Işık çevresi 1)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (DEPO-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	346 lx (≥ 500 lx) ✗	80.1 lx	564 lx	0.23 (≥ 0.60) ✗	0.14	WP24
Çalışma düzlemi (ASANSÖR) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	75.1 lx (≥ 500 lx) ✗	31.5 lx	147 lx	0.42 (≥ 0.60) ✗	0.21	WP25
Çalışma düzlemi (GİRİŞ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	345 lx (≥ 500 lx) ✗	219 lx	496 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.44	WP26
Çalışma düzlemi (KORİDOR-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	784 lx (≥ 500 lx) ✓	665 lx	896 lx	0.85 (≥ 0.60) ✓	0.74	WP63
Çalışma düzlemi (FOTOKOPİ ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	427 lx (≥ 500 lx) ✗	307 lx	521 lx	0.72 (≥ 0.60) ✓	0.59	WP64
Çalışma düzlemi (OFİS-10) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	560 lx (≥ 500 lx) ✓	347 lx	668 lx	0.62 (≥ 0.60) ✓	0.52	WP65
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	478 lx (≥ 500 lx) ✗	20.9 lx	629 lx	0.044 (≥ 0.60) ✗	0.033	WP67
Galeri Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	321 lx (≥ 100 lx) ✓	115 lx	513 lx	0.36 (≥ 0.40) ✗	0.22	WP68

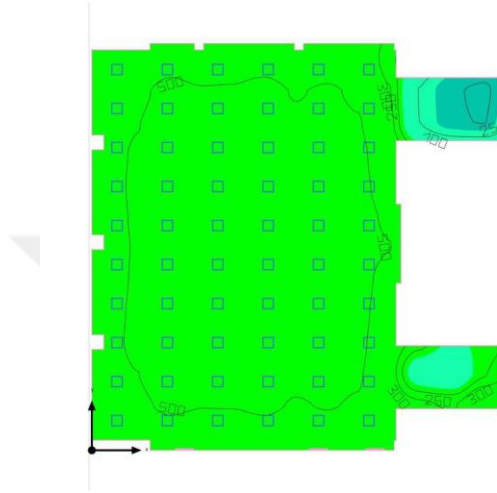
Alan sonuç objeleri

Özellikler	Ø	min	maks	U _o (g ₁)	g ₂	İndeks
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Dikey aydınlatma gücü (adaptif) Yükseklik: 0.000 m	127 lx	30.9 lx	217 lx	0.24	0.14	RS1
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Işıklılık Yükseklik: 0.000 m	8.06 cd/m ²	1.97 cd/m ²	13.8 cd/m ²	0.24	0.14	RS1

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 · ÇALIŞMA ALANI-1

Enerji değerlendirmesi yılı

Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)

EK 4: 21 Aralık tarihine ait iyileştirme yapılmış aydınlatma sisteminin özet sayısal verileri

kütüphane-zemin

DIALux

Işıklık listesi

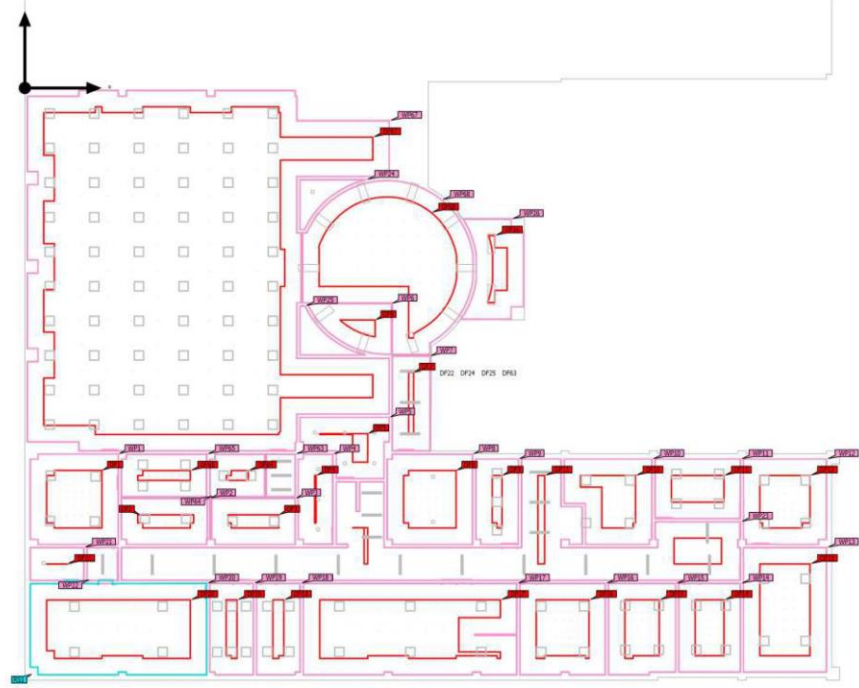
$\Phi_{\text{topl}}_{\text{am}}$		$P_{\text{topl}}_{\text{am}}$		Işık verimi		
1261443 lm		11237.0 W		112.3 lm/W		
Adt.	Üretici	Ürün No.	Ürün adı	P	Φ	Işık verimi
218	AIRAM	4207220	Clean 600x600 IP65 32W/830 ACO	32.0 W	3786 lm	118.3 lm/W
12	AIRAM	4209594	FLY D/I 77W/840 HO DA	77.0 W	7103 lm	92.2 lm/W
34	AIRAM	4297265	Prettus 216 IP40 28W/830 DA AL MA	28.0 W	3300 lm	117.9 lm/W
53	AIRAM	A3OPGB-CA	Optimus IP44 45W/830 CA PCO WH	45.0 W	4503 lm	100.1 lm/W

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi



kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	Ē (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U _o (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (OFİS-9) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	232 lx (≥ 500 lx) ✗	47.5 lx	1544 lx	0.20 (≥ 0.60) ✗	0.031	WP1
Çalışma düzlemi (ARŞİV) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP2
Çalışma düzlemi (İBADETHANE) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP3
Çalışma düzlemi (WC-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP4
Çalışma düzlemi (WC-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	80.6 lx (≥ 500 lx) ✗	35.1 lx	207 lx	0.44 (≥ 0.60) ✗	0.17	WP5
Çalışma düzlemi (GÜVENLİK) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	22.1 lx (≥ 500 lx) ✗	8.71 lx	79.9 lx	0.39 (≥ 0.60) ✗	0.11	WP6
Çalışma düzlemi (KORİDOR-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1182 lx (≥ 500 lx) ✓	287 lx	3210 lx	0.24 (≥ 0.60) ✗	0.089	WP7
Çalışma düzlemi (DEPO-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP8
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP9
Çalışma düzlemi (OFİS-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	311 lx (≥ 500 lx) ✗	33.8 lx	2695 lx	0.11 (≥ 0.60) ✗	0.013	WP10
Çalışma düzlemi (OFİS-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	416 lx (≥ 500 lx) ✗	52.2 lx	2768 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.019	WP11

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	642 lx (≥ 500 lx) ✓	85.4 lx	2958 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.029	WP12
Çalışma düzlemi (OFİS-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	230 lx (≥ 500 lx) ✗	18.0 lx	2348 lx	0.078 (≥ 0.60) ✗	0.008	WP13
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP14
Çalışma düzlemi (OFİS-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	147 lx (≥ 500 lx) ✗	20.0 lx	1533 lx	0.14 (≥ 0.60) ✗	0.013	WP15
Çalışma düzlemi (OFİS-6) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	221 lx (≥ 500 lx) ✗	44.3 lx	1829 lx	0.20 (≥ 0.60) ✗	0.024	WP16
Çalışma düzlemi (ÇAY OCAĞI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	140 lx (≥ 500 lx) ✗	4.77 lx	1695 lx	0.034 (≥ 0.60) ✗	0.003	WP17
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP18
Çalışma düzlemi (OFİS-7) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	200 lx (≥ 500 lx) ✗	28.3 lx	1900 lx	0.14 (≥ 0.60) ✗	0.015	WP19
Çalışma düzlemi (OFİS-8) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	351 lx (≥ 500 lx) ✗	71.2 lx	1538 lx	0.20 (≥ 0.60) ✗	0.046	WP20
Çalışma düzlemi (DEPO-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	427 lx (≥ 500 lx) ✗	100 lx	2094 lx	0.23 (≥ 0.60) ✗	0.048	WP21
Çalışma düzlemi (KORİDOR-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP22
Çalışma düzlemi (KORİDOR-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	53.2 lx (≥ 500 lx) ✗	0.000 lx	1937 lx	0.00 (≥ 0.60) ✗	0.00	WP23

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (DEPO-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP24
Çalışma düzlemi (ASANSÖR) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	20.1 lx (≥ 500 lx) ✗	10.7 lx	31.7 lx	0.53 (≥ 0.60) ✗	0.34	WP25
Çalışma düzlemi (GİRİŞ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	2064 lx (≥ 500 lx) ✓	558 lx	4338 lx	0.27 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP26
Çalışma düzlemi (KORİDOR-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP63
Çalışma düzlemi (FOTOKOPİ ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP64
Çalışma düzlemi (OFİS-10) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP65
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	385 lx (≥ 500 lx) ✗	16.3 lx	2725 lx	0.042 (≥ 0.60) ✗	0.006	WP67
Galeri Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	111 lx (≥ 100 lx) ✓	31.8 lx	733 lx	0.29 (≥ 0.40) ✗	0.043	WP68

Alan sonuç objeleri

Özellikler	Ø	min	maks	U _o (g ₁)	g ₂	İndeks
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Dikey aydınlatma gücü (adaptif) Yükseklik: 0.000 m	275 lx	50.6 lx	928 lx	0.18	0.055	RS1
Alan sonuç objesi 1 (Taban/Tavan) Işıklılık Yükseklik: 0.000 m	17.5 cd/m ²	3.22 cd/m ²	59.1 cd/m ²	0.18	0.054	RS1

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi**Gün ışığı**

Özellikler	D _m	D _{min}	D _{maks}	U _o (g ₁)	g ₂	İndeks
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-9) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.720 %	0.280 %	2.141 %	-	-	DF1
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ARŞİV) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF2
Gün ışığı oranları faydalı alanı (İBADETHANE) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF3
Gün ışığı oranları faydalı alanı (WC-1) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF4
Gün ışığı oranları faydalı alanı (WC-2) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.448 %	0.298 %	0.600 %	-	-	DF5
Gün ışığı oranları faydalı alanı (GÜVENLİK) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.089 %	0.068 %	0.134 %	-	-	DF6
Gün ışığı oranları faydalı alanı (KORİDOR-4) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	4.624 %	3.798 %	5.545 %	-	-	DF7
Gün ışığı oranları faydalı alanı (DEPO-1) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF8
Gün ışığı oranları faydalı alanı (MERDİVEN-1) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF9
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-3) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.273 %	0.241 %	4.040 %	-	-	DF10
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-2) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.834 %	0.756 %	3.900 %	-	-	DF11

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-1) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	2.526 %	0.793 %	5.268 %	-	-	DF12
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-4) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.880 %	0.178 %	3.911 %	-	-	DF13
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-5) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF14
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-5) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.546 %	0.147 %	2.144 %	-	-	DF15
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-6) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.751 %	0.255 %	2.304 %	-	-	DF16
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ÇAY OCAĞI) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.533 %	0.055 %	1.377 %	-	-	DF17
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-7) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF18
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-7) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.722 %	0.178 %	2.254 %	-	-	DF19
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-8) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.104 %	0.393 %	2.969 %	-	-	DF20
Gün ışığı oranları faydalı alanı (DEPO-2) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.613 %	0.870 %	2.718 %	-	-	DF21
Gün ışığı oranları faydalı alanı (KORİDOR-1) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.001 %	-	-	DF23
Gün ışığı oranları faydalı alanı (GİRİŞ) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	7.946 %	6.659 %	9.528 %	-	-	DF26

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

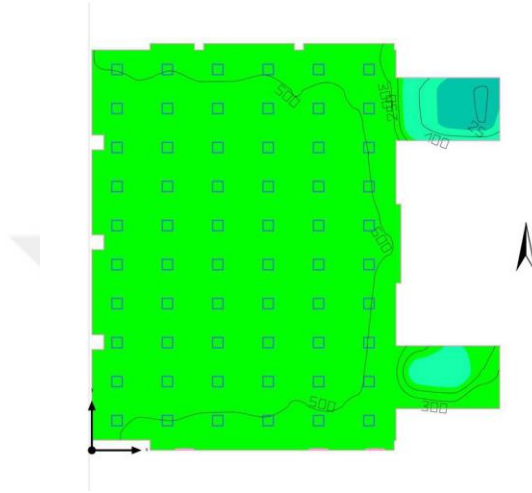
Hesap nesnesi

Gün ışığı oranları faydalı alanı (FOTOKOPİ ODASI)	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF64
Gün ışığı bölümü						
Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m						
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-10)	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF65
Gün ışığı bölümü						
Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m						
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ÇALIŞMA ALANI-1)	1.452 %	0.086 %	7.347 %	-	-	DF67
Gün ışığı bölümü						
Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m						
Gün ışığı oranları faydalı alanı (GALERİ)	0.490 %	0.164 %	2.035 %	-	-	DF68
Gün ışığı bölümü						
Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m						

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 1 · ÇALIŞMA ALANI-1

Enerji değerlendirmesi yılı

Planlama verileri

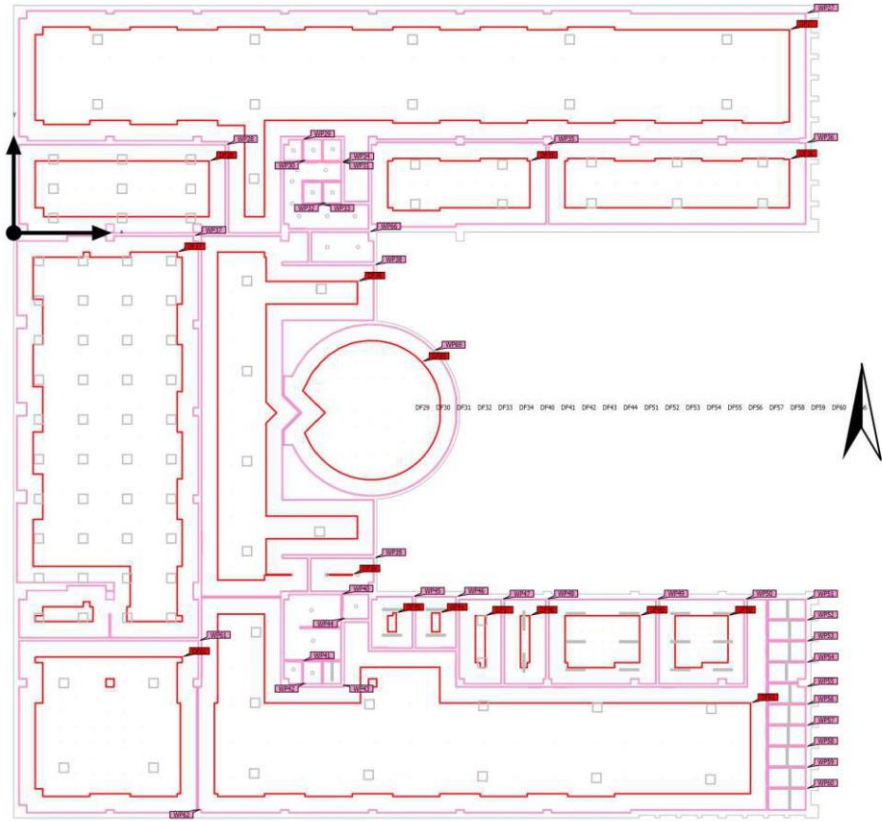
Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi



kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Kullanım seviyeleri

Özellikler	Ē (Nominal)	E _{min}	E _{maks}	U ₀ (g ₁) (Nominal)	g ₂	İndeks
Çalışma düzlemi (TIP FAKÜLTESİ KÜTÜPHANESİ) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	257 lx (≥ 500 lx) ✗	7.99 lx	1392 lx	0.031 (≥ 0.60) ✗	0.006	WP27
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	53.8 lx (≥ 500 lx) ✗	3.93 lx	1858 lx	0.073 (≥ 0.60) ✗	0.002	WP28
Çalışma düzlemi (Oda 35) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP29
Çalışma düzlemi (Oda 36) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP30
Çalışma düzlemi (Oda 37) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP31
Çalışma düzlemi (Oda 38) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP32
Çalışma düzlemi (Oda 39) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP33
Çalışma düzlemi (WC-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP34
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	207 lx (≥ 500 lx) ✗	8.85 lx	1699 lx	0.043 (≥ 0.60) ✗	0.005	WP35
Çalışma düzlemi (ARŞİV-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	513 lx (≥ 500 lx) ✓	103 lx	1567 lx	0.20 (≥ 0.60) ✗	0.066	WP36
Çalışma düzlemi (ÇALIŞMA ALANI-2) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	554 lx (≥ 500 lx) ✓	30.1 lx	3261 lx	0.054 (≥ 0.60) ✗	0.009	WP37

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (KORİDOR-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	5.75 lx (≥ 500 lx) ✗	1.38 lx	13.5 lx	0.24 (≥ 0.60) ✗	0.10	WP38
Çalışma düzlemi (DEPO-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.69 lx (≥ 500 lx) ✗	0.69 lx	0.69 lx	1.00 (≥ 0.60) ✓	1.00	WP39
Çalışma düzlemi (WC-3) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	2.28 lx (≥ 500 lx) ✗	2.08 lx	3.29 lx	0.91 (≥ 0.60) ✓	0.63	WP40
Çalışma düzlemi (Oda 47) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP41
Çalışma düzlemi (Oda 48) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	12.4 lx (≥ 500 lx) ✗	12.4 lx	12.4 lx	1.00 (≥ 0.60) ✓	1.00	WP42
Çalışma düzlemi (Oda 49) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	26.1 lx (≥ 500 lx) ✗	26.0 lx	28.4 lx	1.00 (≥ 0.60) ✓	0.92	WP43
Çalışma düzlemi (TEMİZLİK ODASI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	2.64 lx (≥ 500 lx) ✗	2.64 lx	2.64 lx	1.00 (≥ 0.60) ✓	1.00	WP44
Çalışma düzlemi (DEPO-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP45
Çalışma düzlemi (DEPO-4) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP46
Çalışma düzlemi (MERDİVEN-1) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	200 lx (≥ 500 lx) ✗	27.4 lx	2308 lx	0.14 (≥ 0.60) ✗	0.012	WP47
Çalışma düzlemi (OFİS-14) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	404 lx (≥ 500 lx) ✗	51.6 lx	2332 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.022	WP48
Çalışma düzlemi (OFİS-13) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	454 lx (≥ 500 lx) ✗	79.6 lx	1815 lx	0.18 (≥ 0.60) ✗	0.044	WP49

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (OFİS-12) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	451 lx (≥ 500 lx) ✗	76.2 lx	1832 lx	0.17 (≥ 0.60) ✗	0.042	WP50
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1470 lx (≥ 500 lx) ✓	960 lx	2423 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.40	WP51
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	604 lx (≥ 500 lx) ✓	200 lx	1511 lx	0.33 (≥ 0.60) ✗	0.13	WP52
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	606 lx (≥ 500 lx) ✓	205 lx	1511 lx	0.34 (≥ 0.60) ✗	0.14	WP53
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	706 lx (≥ 500 lx) ✓	229 lx	1970 lx	0.32 (≥ 0.60) ✗	0.12	WP54
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	601 lx (≥ 500 lx) ✓	208 lx	1836 lx	0.35 (≥ 0.60) ✗	0.11	WP55
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	611 lx (≥ 500 lx) ✓	214 lx	1451 lx	0.35 (≥ 0.60) ✗	0.15	WP56
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	611 lx (≥ 500 lx) ✓	221 lx	1450 lx	0.36 (≥ 0.60) ✗	0.15	WP57
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	612 lx (≥ 500 lx) ✓	210 lx	1455 lx	0.34 (≥ 0.60) ✗	0.14	WP58
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	612 lx (≥ 500 lx) ✓	212 lx	1454 lx	0.35 (≥ 0.60) ✗	0.15	WP59
Çalışma düzlemi (OFİS-11) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	1328 lx (≥ 500 lx) ✓	874 lx	2125 lx	0.66 (≥ 0.60) ✓	0.41	WP60
Çalışma düzlemi (YÜKSEK LİSANS TEZLERİ ALANI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	252 lx (≥ 500 lx) ✗	32.8 lx	1552 lx	0.13 (≥ 0.60) ✗	0.021	WP61

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

Çalışma düzlemi (BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA ALANI) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	194 lx (≥ 500 lx) ✗	9.25 lx	1602 lx	0.048 (≥ 0.60) ✗	0.006	WP62
Çalışma düzlemi (DEPO-5) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP66
Çalışma düzlemi (Oda 75) Dikey aydınlatma gücü Yükseklik: 0.800 m, Sınır bölgesi: 0.000 m	0.00 lx (≥ 100 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.40)	-	WP69

Gün ışığı

Özellikler	D _m	D _{min}	D _{maks}	U _o (g ₁)	g ₂	İndeks
Gün ışığı oranları faydalı alanı (TIP FAKÜLTESİ) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.625 %	0.060 %	1.845 %	-	-	DF27
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ÇALIŞMA ALANI-3) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.145 %	0.018 %	1.318 %	-	-	DF28
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ÇALIŞMA ALANI-4) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.696 %	0.049 %	2.484 %	-	-	DF35
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ARŞİV-2) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.712 %	0.669 %	3.671 %	-	-	DF36
Gün ışığı oranları faydalı alanı (ÇALIŞMA ALANI-2) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	2.198 %	0.224 %	7.072 %	-	-	DF37
Gün ışığı oranları faydalı alanı (KORİDOR-5) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.039 %	0.005 %	0.090 %	-	-	DF38
Gün ışığı oranları faydalı alanı (DEPO-5) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.020 %	0.006 %	0.053 %	-	-	DF39
Gün ışığı oranları faydalı alanı (DEPO-4) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF45

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3 · Kat 2 (Gün ışığı oranları için ışık sahnesi)

Hesap nesnesi

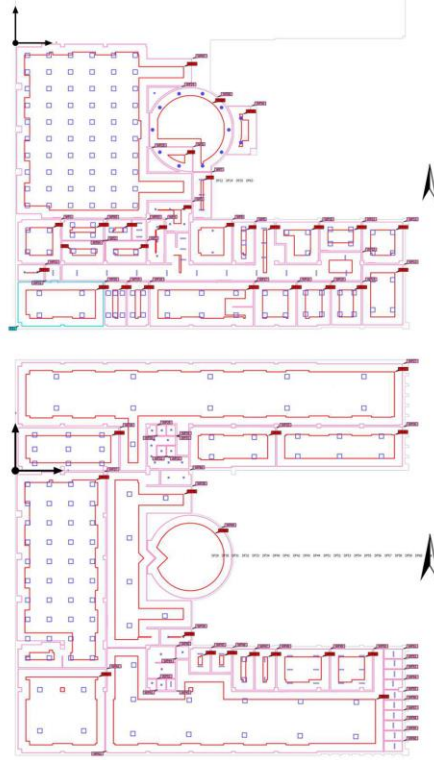
Gün ışığı oranları faydalı alanı (DEPO-4) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF46
Gün ışığı oranları faydalı alanı (MERDİVEN-1) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.605 %	0.177 %	1.735 %	-	-	DF47
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-14) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.224 %	0.348 %	3.127 %	-	-	DF48
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-13) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.473 %	0.510 %	3.326 %	-	-	DF49
Gün ışığı oranları faydalı alanı (OFİS-12) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	1.515 %	0.533 %	3.633 %	-	-	DF50
Gün ışığı oranları faydalı alanı (YÜKSEK LİSANS TEZLERİ ALANI) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.753 %	0.167 %	3.207 %	-	-	DF61
Gün ışığı oranları faydalı alanı (BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA ALANI) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.517 %	0.065 %	1.810 %	-	-	DF62
Gün ışığı oranları faydalı alanı (Oda 75) Gün ışığı bölümü Yükseklik: 0.850 m, Sınır bölgesi: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	DF69

EK 5: Sonuç Hesaplama Özet Tabloları

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3
Hesap nesnesi



Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)
Enerji Tüketimi	14.930 kWh
LENI	5,5 kWh/m ²
CO2	11.974 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.06.2019 üzerindeki gün ışığı oranı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

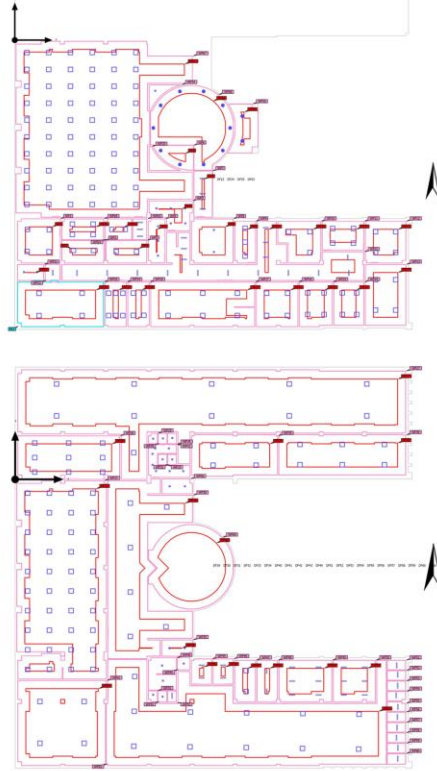
55

- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi mevcut durum değerler tablosu (21 Haziran)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3
Hesap nesnesi



Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)
Enerji Tüketimi	21.078 kWh
LENI	7,5 kWh/m ²
CO2	16.902 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.12.2018 üzerindeki gün ışığı oranı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

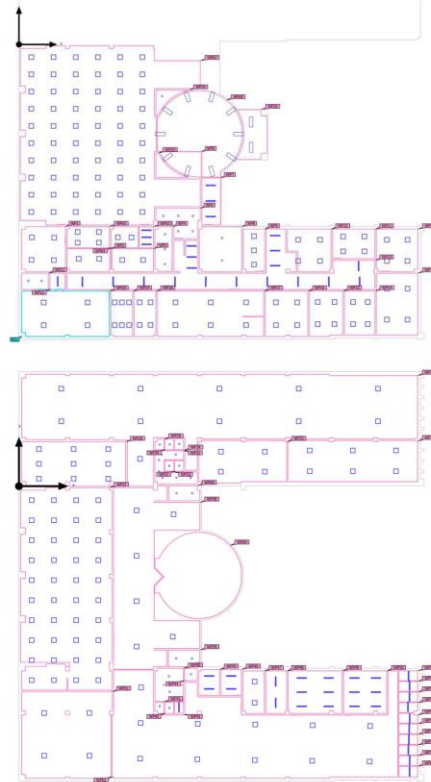
55

- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi mevcut durum değerler tablosu (21 Aralık)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3
Hesap nesnesi



Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)
Enerji Tüketimi	7.834 kWh
LENI	3 kWh/m ²
CO2	3.141 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.06.2019 üzerindeki gün ışığı oranı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

40

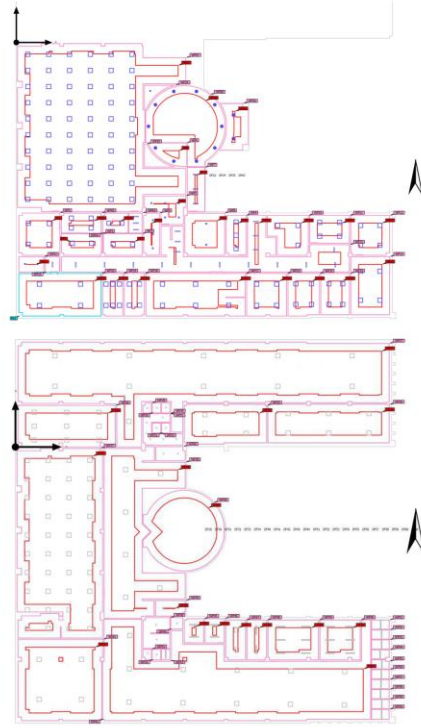
- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi İyileştirme yapıldıktan sonra ortaya çıkan değerler tablosu (21 Haziran)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3

Hesap nesnesi



Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:30 - 23:00 saat
Gün (Haftalık)	5 (Pzt - Cum)
Enerji Tüketimi	14.726 kWh
LENI	5 kWh/m ²
CO2	5.906 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.12.2018 üzerindeki gün ışığı olanı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

1

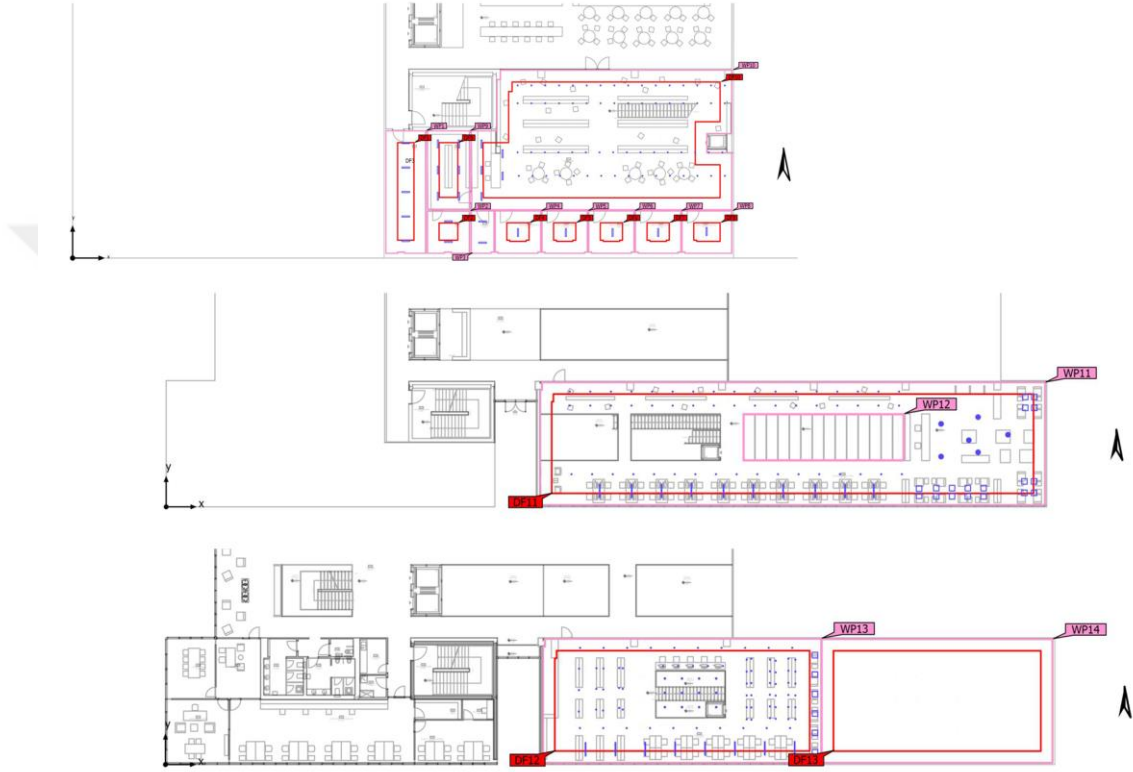
- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi İyileştirme yapıldıktan sonra ortaya çıkan değerler tablosu (21 Aralık)

Proje

DIALux

Yapı 1

Hesap nesnesi



Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:00 - 22:00 saat / 10:00 - 18:00 saat
Gün (Haftalık)	6 (Pzt - Cmt)
Enerji Tüketimi	9.183 kWh
LENI	8 kWh/m ²
CO2	3.682 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.12.2018 üzerindeki gün ışığı ortamı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

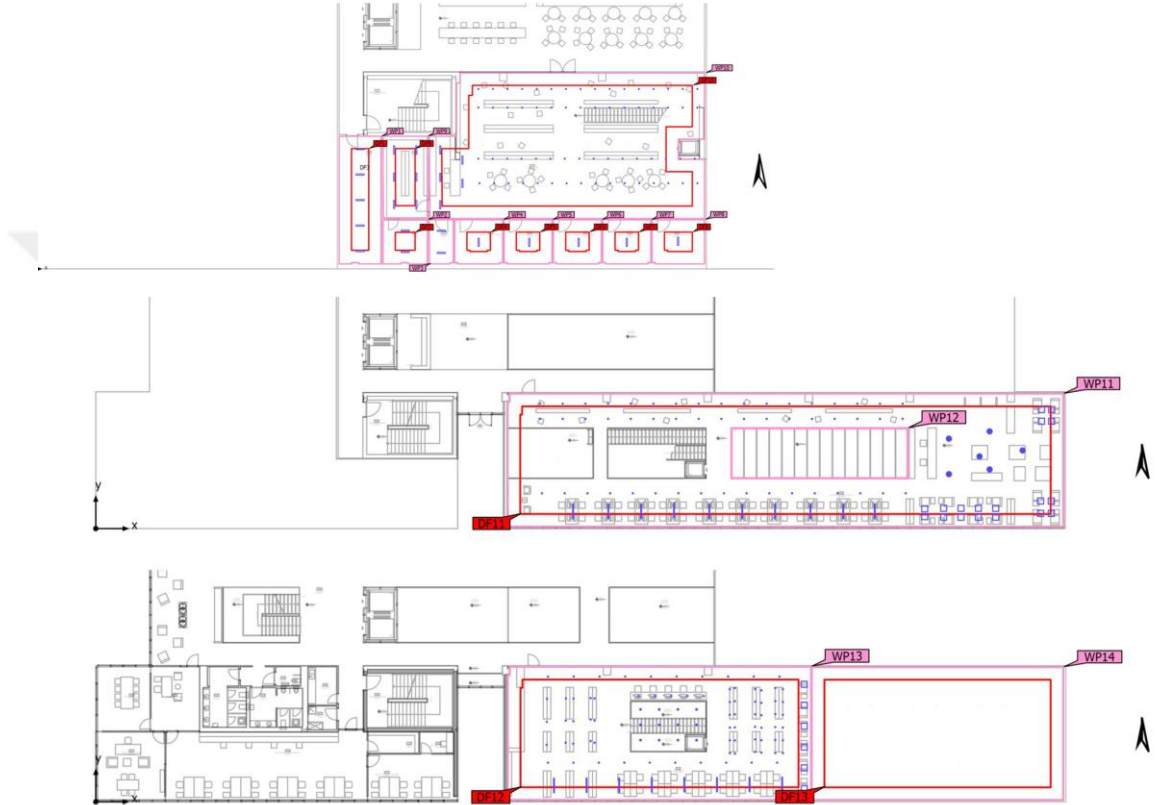
- Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi aydınlatma sistemi değerler tablosu (21 Aralık)

Proje

DIALux

Yapı 1

Hesap nesnesi



Planlama verileri

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	8:00 - 22:00 saat / 10:00 - 18:00 saat
Gün (Haftalık)	6 (Pzt - Cmt)
Enerji Tüketimi	7.405 kWh
LENI	7 kWh/m ²
CO2	2.969 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.06.2019 üzerindeki gün ışığı oranı 12:00 ((UTC+03:00) İstanbul).

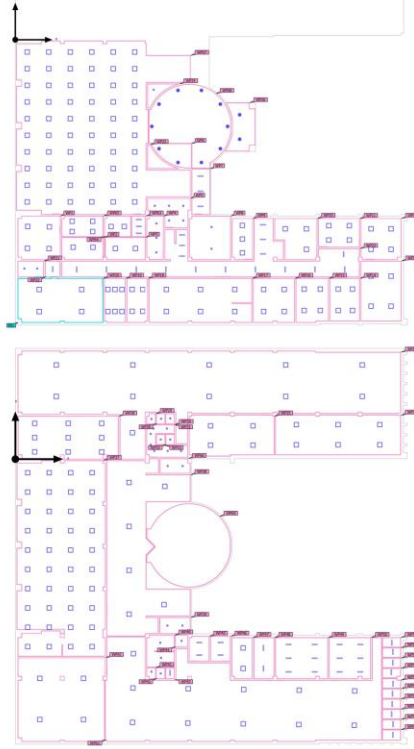
1

- Abdullah Gül Üniversitesi Kütüphanesi aydınlatma sistemi değerler tablosu (21 Haziran)

kütüphane-zemin

DIALux

Yapı 3

Hesap nesnesi**Planlama verileri**

Kullanım profili	DIALux ön ayarı (5.26.2 Standart (ofis))
Hedef aydınlatma	500 lx
Kullanım süreleri	00:00 - 23.59 saat
Gün (Haftalık)	7 (Pzt - Pzt)
Enerji Tüketimi	27.455 kWh
LENI	14 kWh/m ²
CO2	11.010 kgCO ₂ e

Planlama bilgileri:
21.06.2019 üzerindeki gün ışığı olanı (00:00 ((UTC+03:00) İstanbul)).

1

- Erciyes Üniversitesi Merkez Kütüphanesi İyileştirme yapıldıktan sonra 7/24 Esasına göre çalıştığında ortaya çıkan değerler tablosu

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Ahmet HASDAL

Uyruğu:

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, FBE, Mimarlık ABD	
Lisans	Mersin Üniversitesi, Mimarlık	2016
Lise	Nuh Mehmet Baldöktü A.L., Kayseri	2011

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2019-Halen	Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	Daire Başkan V.
2018-2019	Sabri Paşayığıt Architects	Proje Sorumlusu
2016-2018	Tahtasakal Yapı Endüstrisi	Planlama Şefi

YABANCI DİL

İngilizce

Almanca

YAYINLAR

1. Sümengen, Ö., Hasdal A. (2021). Endüstri Yapılarında Aydınlatma Enerjisinin Karbon Ayak İzine Etkisinin Hesaplanması: Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Örneği. *İklim ve Sağlık Dergisi*, 2021; 1(3):115-125