Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar

Editör

Doç. Dr. H. Hale Kozlu

Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar

ISBN: 978-2-38236-057-6

9 782382 360576

LIVRE DE LYON

livredelyon.com
livredelyon
livredelyon
livredelyon

Mimarlık



01_Mimarlık Bilimlerinde Akademik Çalışmalar.indd 1 24-12-2020 01:24:03

MİMARLIK BİLİMLERİNDE

Akademik Çalışmalar

Editör
Doç. Dr. H. Hale Kozlu

LIVRE DE LYON

Lyon 2020

Editör/Editor • Doç. Dr. H. Hale Kozlu 0000-0001-6711-3139

Kapak Tasarımı/Cover Design • Aruull Raja
Birinci Baskı/First Published • Aralık/December 2020, Lyon

ISBN: 978-2-38236-057-6

© copyright

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by an means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the publisher's permission.

The chapters in this book have been checked for plagiarism by intihal.net

Publisher • Livre de Lyon

Address • 37 rue marietton, 69009, Lyon France
website • http://www.livredelyon.com
e-mail • livredelyon@gmail.com

LIVRE DE LYON

ÖN SÖZ

Mimarlık bilimi, yaşamsal eylemler için gerekli mekânların tasarlanması ve üretilmesi sürecinin bir yansımasıdır. Bu tasarım ve üretim sürecini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen farklı disiplinler, süreci zenginleştiren etkenler olarak karşımıza çıkar. Mühendislik, sosyoloji, tarih, arkeoloji, antropoloji, psikoloji gibi birçok farklı disiplin, tasarım ve üretimin teknik, sanatsal ve sosyal yönlerini destekler. Bu çok yönlülük, mimarlığı bölge ve kent ölçeğindeki planlama çalışmalarından endüstri ürünlerine kadar uzanan geniş bir tasarım alanı ile ilişkilendirir.

Mimarlık biliminin çok yönlülüğünü vurgulamayı hedefleyen bu kitap, 5 farklı temayı temsil eden bir seçki olarak kurgulanmıştır. Bu temalar için; *"Tasarım ve Kuram", "Mimarlık Eğitimi ve Örgütlenme", "Koruma-Restorasyon", "Kentsel Mekân ve Doğal Çevre"* ve "*Mimaride Enerji Verimliliği*" başlıkları belirlenmiştir. Bu temalar ile şekillenen esere değerli çalışmaları ile katkı koyan yazarlara, yoğun akademik çalışmaları arasında zaman ayırarak eser incelemelerini gerçekleştiren değerli hakemlere, hazırlık ve yayın aşamasındaki destekleri için ASOS Eğitim-Danışmanlık ve Livre de Lyon Yayınevi çalışanlarına teşekkür ederim.

Doç. Dr. H. Hale Kozlu

Editör

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ…...……..**I**

HAKEM KURULU……...……..**V**

Bölüm I **B. Orbey**

YARATICILIK ÜZERİNE……...……...**1**

Bölüm II **M. Erbay & S. Ulusoy**

MODERN MİMARİDE İÇ-DIŞ İLİŞKİSİ, İÇ MEKÂNIN VE MOBİLYANIN KÜRESELLEŞMESİ.....**15**

Bölüm III **F. Beyha & F. Akdağ**

BİLGİ TOPLUMU ÇAĞINDA MİMARLIK EĞİTİMİNE ELEŞTİREL BİR BAKIŞ….....**47**

Bölüm IV **F. Sönmez**

KAYSERİ'DE SERBEST MİMARLIK-MÜHENDİSLİK BÜROLARININ KURULMASI, 1927-1970…….....**83**

Bölüm V **M. Sıla Acar & S. A. Güleç Korumaz**

SİLLE'Yİ YENİDEN DÜŞÜNMEK: TÜKETİM VE TURİZM BAĞLAMINDA TOPLUMSAL MEKÂNIN DEĞİŞİMİ……**107**

Bölüm VI **G. Büyükmıhçı & H. H. Kozlu &A. Akşehirlioğlu S. Karahan & O.Düğenci**

KORUMA YENİLEME ÇALIŞMALARINDA YAPI ÖLÇEĞİNDE PROJELENDİRME SÜRECİ……...**123**

Bölüm VII **N. Işık & F. M. Halifeoğlu**

TARİHİ DEVA HAMAMININ YAPISAL SORUNLARININ BELİRLENMESİNDE MALZEME ANALİZİNİN ÖNEMİ…….**153**

Bölüm VIII **G. Büyükmıhçı & L. Kaderli**

KENTSEL ARKEOLOJİK ALAN KORUMA ÇALIŞMALARININ DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ……...**169**

Bölüm IX **H. Demir & D. Kakdaş Ateş**

TARİHİ YAPILARIN YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİNİN TİCARET MEKÂNLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: DİYARBAKIR İZZETPAŞA CADDESİ……**195**

Bölüm X **B. Tunca & M. Ç. Baydoğan**

KAYSERİ KENTSEL MEKÂNININ KULLANIM ESNEKLİĞİ ÜZERİNE DÜŞÜNCELER…….....**211**

Bölüm XI **D. Gülçin**

ORMAN EKOSİSTEMİNDE HABİTAT PARÇALANMASININ MEKÂNSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ: MUĞLA ÖRNEĞİ……...**241**

Bölüm XII **N. Kart Aktaş**

KENTİÇİ SU KAYNAKLARININ REKREASYONEL AMAÇLI KULLANIMLARINDA KULLANICI MEMNUNİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ……**263**

Bölüm XIII **Ö. Sümengen**

CEPHE VE CAM DEĞİŞKENİ ALTERNATİFLERİNİN MEKÂNLARDA GÜNIŞIĞI ALIMI VE PERFORMANSINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ..**279**

Bölüm XIV **Ö. Sümengen & H. H. Kozlu &S.Gözübüyük F. Uyan**

TARİHİ YAPILARIN YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİNDE ENERJİ VERİMLİ AYDINLATMA TASARIMI ODAKLI BÜTÜNCÜL BİR MODEL ÖNERİSİ……**305**

HAKEM KURULU

Prof. Dr. Kerim Çınar	*KTO Karatay Üniversitesi*
Prof. Dr. İlkay Maşat Özdemir	*Karadeniz Teknik Üniversitesi*
Prof. Dr. Gonca Büyükmıhçı	*Erciyes Üniversitesi*
Prof. Dr. Deniz Güner	*Dokuz Eylül Üniversitesi*
Doç. Dr. Seden Acun Özgünler	*İstanbul Teknik Üniversitesi*
Doç. Dr. Muteber Erbay	*Karadeniz Teknik Üniversitesi*
Doç. Dr. Filiz Sönmez	*Erciyes Üniversitesi*
Doç. Dr. Emine Dağtekin	*Dicle Üniversitesi*
Doç. Dr. Umut Tuğlu Karslı	*İstanbul Üniversitesi*
Doç. Dr. Hikmet Eldek Güner	*İzmir Demokrasi Üniversitesi*
Doç. Dr. Fatih Canan	*Konya Teknik Üniversitesi*
Doç. Dr. Mustafa Korumaz	*Konya Teknik Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Armağan Güleç Korumaz	*Konya Teknik Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Işıl Polat Pekmezci	*İstanbul Teknik Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Sencer Erkman	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Ceyhan Yücel	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Neşe Yılmaz Bakır	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi M. Çağlar Baydoğan	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Özlem Sümengen	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Seven Gözübüyük	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Leyla Kaderli	*Erciyes Üniversitesi*
Dr. Öğr. Gör. Sultan Şimşek	*Erciyes Üniversitesi*

BÖLÜM 13

CEPHE VE CAM DEĞİŞKENİ ALTERNATİFLERİNİN MEKÂNLARDA GÜNIŞIĞI ALIMI VE PERFORMANSINA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Determination The Effects of Facade and Glass Parameters on Daylight Penetration and Performance in Spaces

Özlem Sümengen

(Dr. Öğr. Üyesi) Erciyes Üniversitesi, Kayseri, e-mail: osumengen@erciyes.edu.tr

0000-0002-9742-0612

GİRİŞ

Günümüz mekân tasarımında, psikolojik ve fizyolojik konfor gereksinmelerin temel alınarak işleve uygun şekilde mekânın sistematize edilmesi önem kazanmaktadır. Bu anlamda günışığının ve yapma aydınlatma elemanlarının mekân içerisinde etkin bir şekilde kullanılması, görsel konfor koşullarının sağlanması bakımından yapılarda ele alınması gereken önemli bir unsurdur. Görsel konfora ilişkin çalışmalarda, mekân içerisindeki ideal günışığının görsel konfor koşullarını sağlamasının yanı sıra kullanıcıların psikolojik ve fizyolojik durumlarını iyi yönde etkileyen görünmeyen etkilerinin de olduğu ortaya konmuştur. Bu doğrultuda insanların günışığının etkin olduğu saatlerde mekânın aydınlatma ihtiyacını karşılamak için yapma aydınlatma elemanı kullanmak yerine günışığı etkinliğini attırmayı tercih ettiği görülmektedir (Kılıç, 2018). Kullanıcıların doğal aydınlatma performansı arttırmaya yönelik tercihleri, bir anlamda da tüketilen enerji miktarını azaltmakta ve çevresel sürdürebilirliğe katkı sağlamaktadır.

Günışığının mekân içerisine doğru bir şekilde alınması ile iç mekânda optimum günışığı performansının elde edilmesi mümkündür. Doğal ve yapma çevreyi birbirinden ayırarak iç ve dış ortam arasında bir ara yüz oluşturan yapı kabuğu, cephe yüzeyine ulaşan günışığını açıklıklar vasıtası ile iç mekâna almaktadır. Yapı kabuğu, bir ürün olarak yapının ortaya çıkmasını sağlamakta ve yapılara yüzey oluşturarak binanın kullanıcılarına ısısal, görsel ve akustik konfor koşullarının sağlandığı mekânları meydana getirmektedir. Böylece yapı kabukları iç mekân ortamını çevreleyerek dış ortam koşullarına karşı koruyan bir sistem olarak

değerlendirilmekte, iç ve dış ortam arasında bir katman oluşturmaktadır (Rıvard v.d, 1995; Aksamija, 2013; Gowri, 1990).

Bir binanın yapı kabuğunu meydana getiren temel iki bileşen bulunmaktadır. Bunlar, iç mekânda meydana gelen günışığı performansına önemli derecede etki eden cepheler ve çatı bileşenleridir. Cepheler, bir binanın yüzeyine dik doğrultuda sonsuzdan bakan görünüş olarak tanımlanmakta olup duvar, döşeme vb. opak yüzeylerden ve pencere, kapı gibi ışığı, erişimi ve havalandırmayı sağlayan açıklıklardan meydana gelmektedir (Rıvard v. D., 1995; Hasol, 2012). Cepheler, iç ve dış ortam arasında bir bariyer oluşturmasıyla, doğal çevrenin etkilerini kontrol etmek ve yapılarda konfor koşullarını sağlamak adına büyük bir potansiyele sahiptir. Bu anlamda yapı işlevine yönelik, iç mekândaki günışığı etkinliğinin doğru bir şekilde sağlanabilmesi ve yapma aydınlatmaya yönelik enerji tüketiminin minimize edilmesi, cephedeki açıklıklara ait mimari kompozisyonlara bağlıdır. Dolayısıyla tasarım evrelerinde, yapı formunun oluşumu, yapının yönlenmesinden, cephe açıklıklarının biçimlenmesine kadar alınan kararların ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Kim, 2015).

Erken tasarım evresinden itibaren cephe tasarımında günışığı faktörünü dikkate almak, kullanıcı konforu ile görsel konforun sağlanması ve bina enerji performansının arttırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda hacim boyutunda irdelenen günışığı performansının bina enerji performansına ilişkin en önemli etkilerinden biri, aydınlatmaya yönelik enerji tüketimi üzerine olmaktadır (Kılıç, 2018).

Örneklem yapı grubu olarak seçilen kütüphaneler tarih boyunca birçok uygarlığın kültürel, sosyal ve ekonomik yönden kalkınmasına hizmet etmiştir. Toplumların gelişmişliğinin sahip olduğu bilgi birikimine göre ölçüldüğü günümüz bilgi çağında ise kütüphanelerin değeri bilim ve teknolojideki ilerlemelere paralel olarak gün geçtikçe artmaktadır. Kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarının önem arz ettiği kütüphane yapılarında, çalışanların performansını etkileyen en önemli unsurlardan birisi de aydınlatma tasarımıdır. Uygun aydınlatma tasarımı ile mekâna ışık kalitesi, görsel konfor ve estetik özellikler kazandırılabilir. Günümüz kütüphanelerinde ise basılı ve dijital kaynakların bir arada bulunuyor olması yapılan bu aydınlatma tasarımlarını şekillendirmektedir. Mekânların aydınlatılmasında doğal ve yapay aydınlatma bütünleşik bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar kütüphane tasarımlarında daha çok doğal aydınlatmanın önemine vurgu yapmaktadır.

Makale kapsamında, örnek bir kütüphane şeması incelenerek, görsel konfor koşullarının sağlanması ve aydınlatmaya yönelik enerji tüketiminin minimize edilmesi amacıyla farklı cephe alternatifleri oluşturularak günışığı performansında ve buna bağlı olarak aydınlatma enerji

performansında yaşanan değişiklikler analiz edilmektedir. Cephe açıklıklarına dair iç mekândaki günışığı performansına etki eden değişkenlerden cam rengi, cam kalınlığı, cam türü, pencere saydamlık oranları parametrelerine yönelik çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamında cephe tasarımının önemli bir bileşeni olan güneş kontrol elemanlarının iç mekândaki günışığı performansına etkisi irdelenmektedir. Oluşturulan senaryolara göre kütüphanede meydana gelen günışığı performansına bağlı olarak elde edilen aydınlatma değerleri VELUX Daylight Visualizer yazılımı ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, kütüphanelere yönelik hazırlanan çeşitli standart ve tasarım rehberleri için yol gösterici olması beklenmektedir.

Ek olarak, bu çalışma benzer mekân özelliklerine sahip yapılar için örnek teşkil etmekle birlikte, oluşturulan senaryo alternatiflerinden iç mekânda optimum günışığı performansı ve enerji tüketimi sağlayan cephe alternatifi, ele alınan yapının iklim bölgesine, engel durumuna ve iç mekân özelliklerine göre değişiklik gösterebileceği göz ardı edilmemelidir.

KÜTÜPHANE YAPILARINDA DOĞAL AYDINLATMA TASARIMI VE AYDINLATMA STANDARTLARI

Kütüphaneler kişisel eğitimin, araştırma kaynağının ve bilgi gücünün kaynağı olarak kullanıcı için bir çekim merkezi olabilen, görsel konforu, dolayısıyla da psikolojik rahatlığı sunan mekânlar olarak tasarlanmalıdır. Uzun çalışma saatleri hesaba katılarak, çalışma arasında dinlenmesine olanak veren alanlar, dinlenme köşeleri, gün içindeki zamanın algılanabildiği ortamlar da sunulmalıdır. Kütüphanelerde görsel konfor koşulları ve buna bağlı olarak tasarlanan aydınlatma sistemi; okuma-çalışma, kitap depolama, ödünç verme-resepsiyon, dinlenme-serbest okuma ve özel eserlerin korunması gibi belli başlı işlevlere cevap vermelidir (Kozlu, v.d., 2018).

Günümüz teknolojisinin geldiği noktada mekânların işlevine uygun değerlerde ve yeterli düzeyde aydınlatılıyor olup olmadığının tespiti oldukça önemlidir. Bu amaçla yapı henüz tasarım aşamasında iken bile günışığı performansının tespitine yönelik analizler yapılmaktadır. Yapılan bu analizlerde birçok gün ışığı değerlendirme yöntemi olup bu yöntemler yapılan analize göre çeşitlilik göstermektedir. Çalışma kapsamında ele alınan bu yöntemlerden biri günışığı faktörüdür. Günışığı faktörü; iç mekânda çalışma düzlemi üzerinde yer alan bir noktanın aydınlık düzeyinin engelsiz ve kapalı gök koşulu altında yatayda oluşan dış ortam aydınlık düzeyine oranının yüzdesel olarak ifadesidir. Gün ışığı değerlendirme yöntemlerinden bir diğeri ise ortalama aydınlık düzeyidir. Ortalama aydınlık düzeyi, görsel performansın sağlanması için gerekli olan günışığı etkinliğinin bir göstergesi olup birimi lux'tür (Kılıç, 2018).

Bu bağlamda, bir mekânda günışığı performansının yapının işlevine uygun olarak optimum düzeyde sağlanması adına birçok farklı yerli ve yabancı kurum tarafından aydınlatma ile ilgili standartlar oluşturulmuştur. Bu standartlardan başlıcaları;

- İngiliz Standartları (CIBSE) (Chartered Institution of Building Service Engineers)

- Alman Standartları (DIN) (Deutsches Institut für Normung)

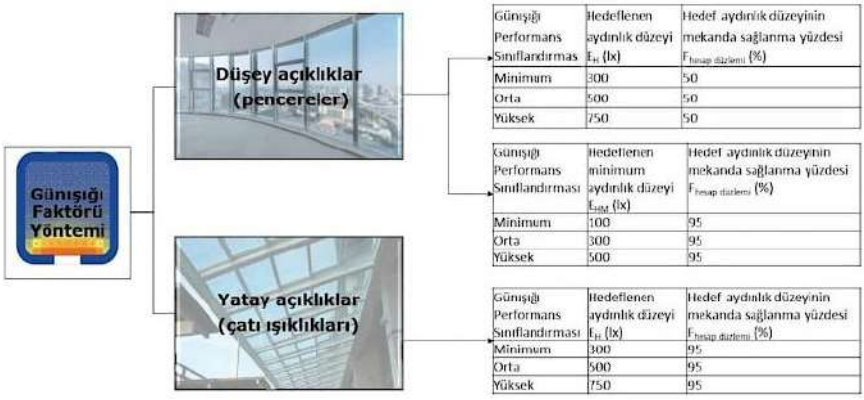
- Amerikan Standartları (IES) (Illuminating Engineering Society)

- Avrupa Standartları Komitesi Standartları (CEN) (European Committee of Standardization)

- Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Standartları (CIE) (International Commission on Illumination)

- Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından aydınlatma ile ilgili yayınlanan standartlar olarak sıralanabilir.

Türkiye'de aydınlatma ile ilgili çalışmalarda CIE tarafından kabul edilmiş bulunan aydınlatma hesaplamaları ve referans aydınlık düzeyi değerleri kullanılmaktadır (Ataç, 2013). Konu ile ilgili olarak Yılmaz (2019), TS EN 17037 için binalarda günışığı performansının değerlendirilmesi hedefiyle belirlenen ölçütleri ve günışığı performans değerlendirmesinde kullanılabilecek yöntemleri içeren bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya ait aydınlık düzeyi verileri Şekil 1'de yer almaktadır.



Günışığı Performans Sınıflandırması	Hedeflenen aydınlık düzeyi E_H (lx)	Hedef aydınlık düzeyinin mekanda sağlanma yüzdesi $F_{hesap\ düzlemi}$ (%)
Minimum	300	50
Orta	500	50
Yüksek	750	50

Günışığı Performans Sınıflandırması	Hedeflenen minimum aydınlık düzeyi E_{HM} (lx)	Hedef aydınlık düzeyinin mekanda sağlanma yüzdesi $F_{hesap\ düzlemi}$ (%)
Minimum	100	95
Orta	300	95
Yüksek	500	95

Günışığı Performans Sınıflandırması	Hedeflenen aydınlık düzeyi E_H (lx)	Hedef aydınlık düzeyinin mekanda sağlanma yüzdesi $F_{hesap\ düzlemi}$ (%)
Minimum	300	95
Orta	500	95
Yüksek	750	95

Şekil 1: TS EN 17037 Binalarda Günışığı Performans Sınıflandırması (Yılmaz, 2019)

Makale kapsamında kütüphane tasarımlarında çalışma ortamları için gerekli olan ve söz konusu standartlarca kabul edilen optimum aydınlık düzeyleri incelenmiş olup bu düzeylere ilişkin değerlere Tablo 1,2,3,4,5'te yer verilmiştir (Ataç, 2013).

Tablo 1: CIBSE'ye göre Çalışma Ortamları İçin Önerilen Aydınlık Düzeyi Değerleri

Kullanılan Ortam	**Ortalama Aydınlık Düzeyi (lux)**
Genel Hacimler	300
Bilgisayar Odaları	300-500
Konferans ve Yönetici Odaları	500
Data İşleme Odaları	500
Dosyalama Odası	300
Ofis-Büro	500
Çizim Odaları	500-750

Tablo 2. DIN Standardına Göre Çalışma Ortamları İçin Önerilen Aydınlık Düzeyi Değerleri (Ataç, 2013)

Kullanılan Ortam	**Ortalama Aydınlık Düzeyi (lux)**	**Açıklamalar**
Çalışma yerleri pencere yakınında olan çalışma ortamları	300	İş üzerinde minimum 0,8
Genel Çalışma Ortamları	500	
Yüksek yansıtma faktörlü büyük çalışma ortamlarında Orta yansıtma faktörlü büyük çalışma ortamlarında	750 1000	Yüksek yansıtmalı hacimlerde en düşük yansıtma faktörleri: tavan için 0.7; duvar ve bölmeler için 0.5 tir.
Çizim odaları	750	E Yatayla 75° açı yapan ve 1,2 m yüksekteki çalışma düzlemi için verilmiştir.
Görüşme ve dinlenme odaları	300	
Sirkülasyon alanları	200	
Veri işleme odaları	500	

Tablo 3: Çalışma Ortamları İçin Önerilen Aydınlık Düzeyi Değerleri ve Aydınlatma Kategorileri (Ataç, 2013)

Yapılan İş	**Aydınlık Düzeyi**		**Aydınlatılan Çalışma Düzlemi**
	Sınıfı	**Lux**	
Karanlık çevreli açık alanlar	A	20-30-30	Ortam içindeki genel aydınlatma
Kısa süreli işler için kullanılan yerler	B	50-75-100	
Ara sıra görsel işlerin yapıldığı çalışma ortamları	C	100-150-200	
Yüksek kontrastlı veya büyük boyutlu görsel işlerin yapıldığı yerler	D	200-300-500	İş Aydınlık Düzeyi
Orta kontrastlı veya küçük boyutlu görsel işlerin yapıldığı yerler	E	500-750-1000	
Düşük kontrastlı veya çok küçük boyutlu uzun süreli görsel işlerin yapıldığı yerler	F	1k-1,5k-2k	
Çok uzun süreli ve özel dikkat gerektiren görsel işlerin yapıldığı yerler	H	2k-3k-5k	Genel ve Bögesel Aydınlatmanın Beraber Kullanıldığı İş Aydınlık Düzeyi
Oldukça düşük kontrastlı ve küçük boyutlu çok özel görsel işlerin yapıldığı yerler	I	10k-15k-20k	

Tablo 4: CEN'e Göre Çalışma Ortamları İçin Önerilen Minimum Aydınlık Düzeyi Değerleri (Ataç, 2013)

Kullanılan Ortam	**Minumum Aydınlık Düzeyi Emin (lux)**
Dosyalama ve fotokopi odası	300
Yazma, okuma, data işleme	500
Teknik çizim	750
Bilgisayar destekli tasarım	500
Konferans ve toplantı odası	500
Arşiv odası	200

Tablo 5: CIE'ye Göre Eylem Türüne Göre Önerilen Aydınlık Düzeyi Değerleri (Ataç, 2013)

Hacmin veya İşin Türü	**Önerilen Aydınlık Düzeyi (lüks)**
Dış sirkülasyon alanları	20-30-50
Sirkülasyon alanları	50-100-150
Çalışma amaçlı olarak sürekli kullanılmayan hacimler	100-150-200
Basit görsel işler	200-300-500
Orta zorlukta görsel işler	300-500-750
Görsel hassasiyet gerektiren işler	500-750-1000
Zor görsel işler	750-1000-1500
Oldukça zor görsel işler	1000-1500-2000
Çok zor görsel işler	2000'den büyük

Tablo 6, kütüphane tasarımlarında gerekli olan uygun aydınlık düzeylerinin farklı standartlar tarafından belirlenen değerlerine dair genel bir özet ve karşılaştırma içermektedir. Buna göre, yapılan incelemeler sonucu kütüphane iç mekânı için optimum aydınlık düzeyi 300 lux kabul edilmiştir. Ayrıca, EN 17037 tarafından Türkiye için belirlenen 300 lux aydınlık düzeyine karşılık gelen günışığı faktörünün %1,6 olması sebebiyle çalışma kapsamında kabul edilen optimum gün ışığı faktörü %1,6'dır (Şekil 2) (Velux Tutorial, 2020).

Tablo 6: Çalışma ortamlarında CISBE, DIN, IES, CEN, CIE Tarafından Önerilen Aydınlık Düzeyi Değerlerinin Karşılaştırılması

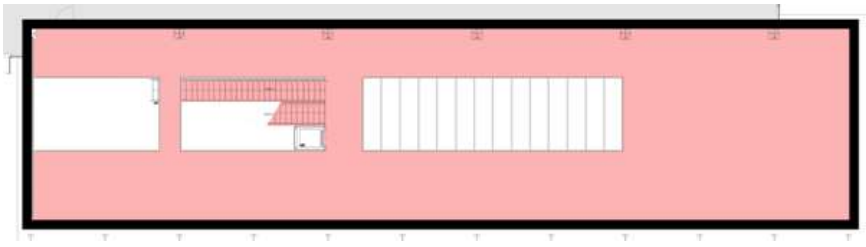
CIBSE	**DIN**	**IES**	**CEN**	**CIE**
Normal işletme durumunda çalışma düzleminde sağlanması gereken ortalama aydınlık düzeyi 300 ile 750 lüks arasındadır.	Normal işletme durumunda çalışma düzleminde sağlanması gereken ortalama aydınlık düzeyi 300 ile 1000 lüks arasındadır.	Çalışma ortamları için iş üzerinde sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerleri olarak D ve E kategorileri (200 ile 1000 lüks arası) önerilmektedir.	Çalışma ortamları için iş üzerinde sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerleri 200 ile 750 lüks arasında değişmektedir.	Hacmin ve işin türüne göre çalışma düzlemindeki ortalama aydınlık düzeyi değerleri verilmiş ve her kategori için 3 değer vardır. Düşük-Orta-Yüksek

Nation	Capital [a]	Geographical latitude φ [°]	Median External Diffuse Illuminance $E_{v,d,med}$	D to exceed 100 lx	D to exceed 300 lx	D to exceed 500 lx	D to exceed 750 lx
Cyprus	Nicosia	34,88	18 100	0,6 %	1,7 %	2,8 %	4,1 %
Malta	Valletta	35,54	16 500	0,6 %	1,8 %	3,0 %	4,5 %
Greece	Athens	37,90	19 400	0,5 %	1,5 %	2,6 %	3,9 %
Portugal	Lisbon	38,73	18 220	0,5 %	1,6 %	2,7 %	4,1 %
Turkey	Ankara	40,12	19 000	0,5 %	1,6 %	2,6 %	3,9 %
Spain	Madrid	40,45	16 900	0,6 %	1,8 %	3,0 %	4,4 %
Italy	Rome	41,80	19 200	0,5 %	1,6 %	2,6 %	3,9 %
Former Yugoslav Republic of Macedonia	Skopje	42,00	15 400	0,6 %	1,9 %	3,2 %	4,9 %

Şekil 2. EN 17037 Türkiye İçin Belirlenen Aydınlık Düzeyine Karşılık Gelen Günışığı Faktörleri (Velux Tutorial, 2020)

ÇALIŞMA ALANI VE DOĞAL AYDINLATMA ANALİZİ

Çalışma alanı olarak Kayseri ili seçilerek zemin kat ve 1. Kattan oluşan 2 plan şeması örnek olarak ele alınmıştır. (Şekil 3-4) İç Anadolu bölgesinde 340 56' ve 360 59' doğu boylamlarıyla 370 45' ve 380 18' kuzey enlemleri arasında yer alan Kayseri il merkezinin denizden yüksekliği 1054 metredir. Kayseri ilinde hâkim iklim, karasal nitelikli Orta Anadolu iklimidir. Bu nedenle, kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. İl geneline hâkim bitki örtüsü ise bozkır bitki örtüsüdür. Kapalı gün sayısının oldukça az olduğu Kayseri'de, ortalama kapalı gün sayısı 68 iken, ortalama açık ve güneşli gün sayısı ise 110 gündür. Ortalama nispi nem miktarı %65, ortalama yağış miktarı ise metrekareye 375 kg'dır (Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2020). Ülke genelinde uygulanan yıl boyunca eş güdümlü evrensel zaman (UTC) uygulaması Kayseri için de geçerlidir. Güneşin doğuşu ve batışı arasında geçen süreye göre gün uzunluğu, Kayseri il genelinde 21 Haziran tarihinde yaklaşık olarak 15 saat, 21 Aralık tarihinde ise yaklaşık olarak 9 buçuk saattir. (Kayseri Saat, 2020).



Şekil 3. Örnek Plan Şeması -1 (Zemin Kat)



Şekil 4. Örnek Plan Şeması -2 (1.Kat)

Cam ve cephe değişkenlerine bağlı olarak doğal aydınlatma performansı belirlenmesi için seçilen plan şeması için referans günü olarak 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri ve referans saatleri olarak ise 09:00, 12:00, 14:00 ve 17:00 belirlenmiştir. Mekâna ait her bir yüzey alanı 44,5 m X 10,75 m olup kat yüksekliği h:3.60 m'dir. Hacimler için referans yüksekliği h:0,85 kabul edilmiş olup, dış engel durumu yok kabul edilmiştir. Hesaplamalarda cam rengi, cam kalınlığı, cam türü, pencere saydamlık oranları ve güneş kontrol elemanları gibi parametreler değişkenlik göstermekte olup, günışığı alımına etki eden mekana ilişkin diğer unsurlar sabit kabul edilmiştir. Böylelikle cam ve cephe değişkenlerinin günışığı alımı ve doğal aydınlatma performansına etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Cephe Tasarımına Yönelik Oluşturulan Senaryolar

Doğru cam türü seçimi, cephe tasarımına ve etkin bir doğal aydınlatma sistemi oluşturulmasına ilişkin temel konulardan biridir. Günışığının herhangi bir açıklıktan içeri girmesi birçok dış faktöre (iklim, dış engeller, pencerenin yönü, gölgeleme elemanı vb.) bağlı olmaktadır. Ayrıca günışığının cam yüzeyine ulaşmasından itibaren cama ait ışık geçirme özellikleri iç mekâna alınan günışığı miktarını belirlemektedir. Cam türü seçimine yönelik yaklaşım genellikle pencere sisteminin dış görünüşünü meydana getiren pencere doğramasına ve camın malzemesine göre olmaktadır. Ek olarak cam türü seçiminde görsel ve ısısal konforun sağlanması için bileşenlere ait performans kriterlerinin düşünülmesi önemlidir. Bu anlamda iç mekânda, etkin bir şekilde günışığı (günışığı geçirgenliğini arttırmak), termal konforu ve havalandırmayı sağlamak, parıltıyı kontrol etmek, yoğuşmayı engellemek, ses kontrolünü sağlamak, dayanıklılık, hava ve su sızdırmazlık cam türü seçimine dair önemli performans parametreleri olarak sıralanabilir (Carmody, 2000).

Bu doğrultuda çalışma kapsamında farklı cam türlerinin kütüphane ortamında günışığı miktarını nasıl etkilediği ve günışığı miktarına bağlı olarak aydınlatma enerji performansının nasıl değiştiği incelenmektedir. Senaryolar oluşturulurken VELUX Daylight Visualizer simülasyon ve Bep-Tr (Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği) programları tarafından ortak olarak analiz edilebilecek cam türleri ele alınmıştır.

Cam Renk Değişkeni

Analiz çalışmalarında ilk değişken olarak cam renkleri baz alınmıştır. Renklendirilmiş camlar, normal cam yüzeylerinin veya hamurlarının renklendirilmesi ile meydana gelmektedir. Bu cam türleri iç mekâna daha az ışık geçişine neden olmakta ve ultraviyole ışınlarının bir kısmının veya tamamının iç mekâna alınmasını engelleyerek daha çok ısı kazancının meydana gelmesine engel olmaktadır. Belirli oranlarda ışık ve ısı emilimi yapan ve emilim oranına göre renkleri değişen renklendirilmiş camlar, dış ortamdan kaynaklı parıltıyı azaltmakta ve camdan iç mekâna geçen güneş ışınımını minimize etmektedir (Carmody, 2000). Çalışmada, cam kalınlıkları sabit kabul edilerek, Tablo 7'de yer alan nötral, yeşil, mavi, füme ve bronz olmak üzere beş farklı renklendirilmiş cam değişkeni analiz edilmiştir.

Tablo 7: Cam Rengi İçin Oluşturulan Farklı Senaryolar

Senaryo No	**Cam Türü**	**Değişken**
1 (Mevcut)	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Nötral + Low-E Cam / 0.78	Nötral
	2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	
2	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Yeşil + Low-E Cam / 0.63	Yeşil
	2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı-Yeşil (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	
3	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Mavi + Low-E Cam / 0.49	Mavi
	2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı-Mavi (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	
4	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Füme + Low-E Cam / 0.39	Füme
	2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı-Füme (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	
5	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Bronz + Low-E Cam / 0.44	Bronz
	2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı-Bronz (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	

Cam Renk ve Reflektif Yüzey (1/2 Yüzey Kaplamalı) Değişkeni

İkinci senaryo içeriği, renklendirilmiş camlar ile reflektif camların yani yansıtıcı camların bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur (Tablo 8). Yansıtıcı camların hamuru renklendirilmiş camlara göre daha ince ve bu sebeple ışık geçirgenliği daha yüksek olmaktadır. Bu cam türleri iç mekânda yüksek parıltı düzeylerinden kaçınmak istendiği güneşten kaynaklı ısı kazancına yönelik kaygıların ön planda olduğu durumlarda tercih edilmekte olup binalara estetik bir görünüm sağlamaktadır (İlgürel, 2002). Camların yansıtma özelliklerinin artırılması ile birlikte ısı geçirgenlik değerinde azalma sağlanmaktadır (Baker v.d. 1993). Dolayısıyla cam türünün yansıtıcılık özelliğine göre yapının enerji tüketim performansında da farklılıklar görülmesi beklenmektedir. Cam ünitesinde kaplamalı yüzey içe (2.yüzey) veya dışa (1.yüzey) gelecek şekilde kullanılabilir. Kaplama içte ise renk, dışta ise yansıma ön plana çıkmaktadır (Avcıoğlu Cam, 2020). Senaryo kapsamında nötral, yeşil, mavi, füme, bronz ve gümüş cam türleri 1 yüzeyi kaplamalı ve 2 yüzeyi kaplamalı olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 8: Cam Renk ve Reflektif Yüzey (1/2 Yüzey Kaplamalı) Değişkeni İçin Oluşturulan Senaryolar

Senaryo No	**Cam Türü**	**Renk**	**Kaplamalı Yüzey**
1 (Mevcut)	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Nötral + Low-E Cam / 0.78 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	Nötral	-
2	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Yeşil + Low-E Cam / 0.28 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı- Yeşil Reflektif (1 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6)(U:1.3-G:1.3)	Yeşil	1 Yüzey
3	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Yeşil + Low-E Cam / 0.28 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı- Yeşil Reflektif (2 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6)(U:1.3-G:1.3)		2 Yüzey

Tablo 8 (devamı): Cam Renk ve Reflektif Yüzey (1/2 Yüzey Kaplamalı) Değişkeni İçin Oluşturulan Senaryolar

Senaryo No	**Cam Türü**	**Renk**	**Kaplamalı Yüzey**
4	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Mavi + Low-E Cam / 0.21 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı- Mavi Reflektif (1 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6)(U:1.3-G:1.3)	Mavi	1 Yüzey
5	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Mavi + Low-E Cam / 0.21 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı- Mavi Reflektif (2 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6)(U:1.3-G:1.3)		2 Yüzey
6	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam/ Füme + Low-E Cam / 0.17 Yalıtım Camı- Füme Reflektif (1 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6) (U:2.7-G:2.7)	Füme	1 Yüzey
7	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Füme + Low-E Cam / 0.17 Yalıtım Camı- Füme Reflektif (2 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6) (U:2.7-G:2.7)		2 Yüzey
8	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Bronz + Low-E Cam / 0.20 Yalıtım Camı- Bronz Reflektif (1 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6) (U:2.7-G:2.7)	Bronz	1 Yüzey
9	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Bronz + Low-E Cam / 0.20 Yalıtım Camı- Bronz Reflektif (2 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6) (U:2.8-G:2.8)		2 Yüzey
10	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Gümüş + Low-E Cam / 0.33 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı- Gümüş Reflektif (1 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	Gümüş	1 Yüzey
11	6 mm Tentesol (#2) + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Gümüş + Low-E Cam / 0.33 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı- Gümüş Reflektif (2 yüzeyi kaplamalı) (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)		2 Yüzey

Cam Kalınlık Değişkeni

Kütüphanede kullanılan cam kalınlığındaki değişim, cam rengi sabit tutularak iki alternatif doğrultusunda incelenmektedir (Tablo 9). Bu alternatiflerin aydınlatma enerji tüketimine olan etkileri değerlendirildiğinde, tasarımcılara cam seçimi konusunda yönlendirici olması hedeflenmektedir.

Tablo 9: Cam Kalınlığı İçin Oluşturulan Senaryolar

Senaryo No	**Cam Türü**	**Değişken**
1 (Mevcut)	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Nötral + Low-E Cam / 0.78 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	6+16mmHava+6
2	4 mm Low-E Cam (#2) + 16 mm AB + 4 mm Renksiz Düzcam / Nötral / 0.72 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı (4+16mmHava+4) (U:1.3-G:1.3)	4+16mmHava+4

Cam Türü Değişkeni

Pencereyi oluşturan camın güneş ışığına karşı gösterdiği davranış farklı iklim koşullarında farklı enerji tüketimlerin oluşmasına sebep vermektedir. Camlı yüzeyin güneş ısı ve ışığının ne kadarını iç ortama aktardığı, aydınlatma enerji tüketimi ve iç mekândaki doğal aydınlatma açısından oldukça önemlidir. Tablo 10'da cam alternatifleri görülmektedir. Tanımlanan cam tipleri doğrultusunda gün ışığı geçirgenliğinin mekândaki gün ışığı alımına etkisi incelenmektedir.

Tablo 10: Cam Kalınlığı İçin Oluşturulan Senaryolar

Senaryo No	**Cam Türü**	**Gün Işığı Geçirgenliği %**
1 (Mevcut)	6 mm Renkli Düzcam + 16 mm AB + (#3) 6 mm Low-E Cam / Nötral + Low-E Cam / 0.78 2007 Sonrası-Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı (6+16mmHava+6) (U:1.3-G:1.3)	78
2	6 mm Temperlenebilir Low-E Cam (#2) + 16 mm AB + 6 mm Renksiz Düzcam / Nötral (71/53) / 0.72 Temperlenebilir Low E (ısı kontrol kaplamalı) 6-16-6 hava dolgulu çiftcam (U:1.4-G:1.4)	72
3	6 mm Temperlenebilir Solar Low-E Cam (#2) + 16 mm AB + 6 mm Renksiz Düzcam / Nötral (70/37) / 0.69 Temperlenebilir Solar Low E nötral 60/40 segmenti (ısı ve güneş kontrol kaplamalı) 6-16-6 Hava (U:1.4-G:1.4)	69

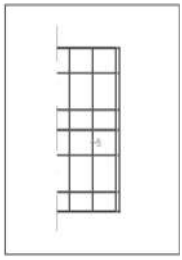
Saydamlık Oranı

Doğal aydınlatma analizi için diğer geçerli parametre ise saydamlık oranıdır. Çalışma kapsamında saydamlık oranı iki farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemlerden ilki, yüzey alanının pencere alanına oranı sonucu elde edilen saydamlık oranı tespitidir. Bu oran, mekânın yıllık aydınlatma değeri ile ilgili bir fikir verebilmekte ve hacme ait plan ve kesit çizimlerinden faydalanılarak hesaplanabilmektedir (Erlalelitepe v.d, 2011). Bu doğrultuda, yüzey alanının sabit tutulduğu ancak pencere alanında değişikliğe gidilen dört ayrı senaryo oluşturulmuştur. Saydamlık oranlarının %91, %69, %63 ve %41 olarak tespit edildiği bu senaryolar Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11: Saydamlık Oranı İçin Oluşturulan Senaryolar-1

Senaryo No	**1 (Mevcut)**	**2**	**3**	**4**
Boyut (m)	44.5x 10.75	44.5x 10.75	44.5x 10.75	44.5x 10.75
Yüzey Alanı (m^2)	478,37	478,37	478,37	478,37
Pencere Alanı (m^2)	437,25 	334,34 	306,06 	200,17 
Saydamlık Oranı (m^2)	91%	69%	63%	41%

Tablo 12: Saydamlık Oranı İçin Oluşturulan Senaryolar-2

Senaryo No	**1 (Mevcut)**	**2**	**3**
Profil Kalınlığı (cm)	5 cm 	10 cm 	15 cm 

Çalışmada saydamlık oranının tespit edildiği bir diğer yöntem ise pencere profil kalınlıklarının değiştirilmesi şeklindedir. Buna göre, profil kalınlığının mevcut haliyle (5 cm) kullanıldığı ve alternatif olarak profil kalınlığının iki katına (10 cm) ve üç katına (15 cm) çıkarıldığı üç ayrı

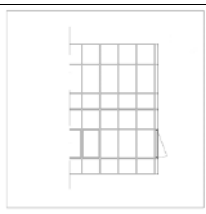
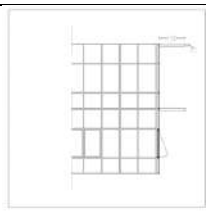
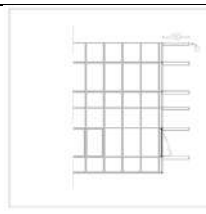
senaryo üzerinden örnek plan şeması için doğal aydınlatma analizi gerçekleştirilmiştir (Tablo 12).

Güneş Kontrol Elemanları

Cephe tasarımına yönelik oluşturulan senaryolar içerisinde cam çeşidinin ve saydamlık oranın belirlenmesinin devamı olan bu bölümde, güneş kontrol elemanları kullanımı söz konusudur. Güneş kontrol elemanları, gün ışığı seviyesini ve güneş ısısı kazanımını kontrol etmekte olup; güneş kırıcılar ve ışık rafları olmak üzere iki şekilde karşımıza çıkmaktadır (Sevin, 2019).

*Güneş kırıcılar***,** yazın güneş ışınlarının dik veya dike yakın açılarda geldiği saatlerde, güneş ışığını kontrol altında alıp; kışın güneş ışınlarının eğik açılarla geldiği saatlerde güneş ışığının içeri girmesine yarayan mimari elemanlardır (Sevin, 2019). Çalışmada, güneş kırıcı kullanımı ile doğal aydınlatma analizi yapılmıştır. Bu amaçla, yatay yönde ve sabit dış ortam güneş kırıcıları kullanılmıştır. Bu elemanlar, Deprem ve Tip İmar yönetmeliklerinde belirtilen maksimum çıkma mesafesinin 150 cm olması sebebiyle, 150 cm x 15 cm boyutlarında kabul edilmiş olup saydam cephe yüzeyi boyunca devam etmektedir (Kılıç, 2018). Güneş kırıcılara yönelik oluşturulan senaryolardaki farklılıklar, kullanılan sayı ile belirlenmektedir. Buna göre, hiç güneş kırıcı kullanılmayan, 2 adet kullanılan ve 6 adet kullanılan olmak üzere toplamda üç farklı senaryo oluşturulmuştur (Tablo 13).

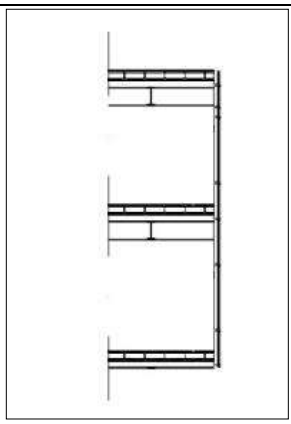
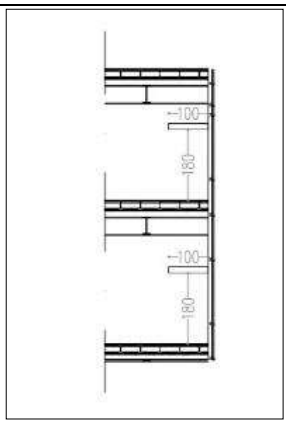
Tablo 13: Güneş Kırıcılar İçin Oluşturulan Senaryolar

Senaryo No	**1 (Mevcut)**	**2**	**3**
Boyut (cm)	-	150 X 15	150 X 15
Adet	-	2	6
Güneş Kırıcı Konumu			

*Işık rafları***,** üzerinde düşen gün ışığını yansıtarak ışığın iç mekânda erişimini artırmaya yarayan ve böylece pencereye uzak olan yüzeylerin de aydınlatılmasını sağlayan mimari elemanlardır. Pencereyi alt ve üst bölümlere ayıran ışık rafları, pencerenin iç veya dış kısmında olabilmekte ve yüksek yansıtıcı malzemelerden veya işlenmiş alüminyumdan yapılmaktadır (Kazanasmaz,2009). Esen'in farklı enlemler için belirlediği en uygun ışık rafı ölçülerinin referans alındığı bu çalışmada, kullanılan ışık rafı ölçüsü döşemeden 180 cm yüksekte yer almaktadır ve 100 cm

genişliğindedir (Esen, 2015). Bu doğrultuda, çalışmada ışık rafı kullanımı ile ilgili oluşturulan senaryo Tablo 14'te yer almaktadır.

Tablo 14: Işık Rafı İçin Oluşturulan Senaryolar

Senaryo No	**1 (Mevcut)**	**2**
Boyut (cm)	-	150 X 15 (h:180)
Adet	-	2
Işık Rafı Konumu		

Cephe ve Cam Değişkenlerine Bağlı Günışığı simülasyonları – (VELUX Daylight Visualizer)

VELUX Daylight Visualizer, binalardaki gün ışığı analizleri için kullanılan profesyonel bir aydınlatma simülasyon aracıdır. Henüz uygulama aşamasına geçmeden, binaların iç mekânlarındaki gün ışığı seviyelerini tespit ve simülasyonların elde edilmesini sağlayan VELUX - Daylight programı, mimari tasarımlarda gün ışığı kullanımını teşvik etmekte ve profesyonellerin gün ışığı performansı hakkında daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Program, 3D modeller oluşturma veya CAD programlarında oluşturulan 3D modelleri içe aktarma yoluyla, farklı coğrafi konum ve gökyüzü koşullarına göre aydınlık değeri, parıltı değeri ve günışığı faktörü değerlerini hesaplamakta, oto-gerçekçi veya renkli görseller sunmaktadır. Ayrıca, camın geçirgenlik özelliğinin değiştirilebildiği ve cam dışındaki farklı yüzeylerin de ışık yansıtıcılığının belirlenebildiği bir çalışma ortamına sahiptir (VELUX Daylight Visualizer, 2020).

Bu nedenle, kütüphane plan şemasına ilişkin belirlenen senaryoların her biri için iç mekânda günışığı performansının irdelenmesi amacıyla SketchUp programında modellemeler yapılmış ve VELUX Daylight Visualizer simülasyon programında bu modellere ait günışığı performansları analiz edilmiştir.

Her bir senaryo analizinde ortak kullanılan veriler aşağıda tanımlanmıştır:

-Referans günü olarak 21 Haziran ve 21 Aralık tarihleri ve referans saatleri olarak ise 09:00, 12:00, 14:00 ve 17:00 belirlenmiştir. Seçilen tarihler, gün ışığı performansının yıl içinde en yüksek ve en düşük kabul edildiği zaman periyotlarıdır.

-Referans gökyüzü koşulu olarak; Ortalama Gök Koşulları kullanılmıştır.

-Referans noktası analiz yüksekliği 85cm'dir.

-Mekâna ait yüzey alanı 44,5 m X 10,75 m'dir.

-Yapı yönlenmesi, kütüphanenin mevcut yönü olan kuzey batıdır.

-Dış engel yok kabul edilmiştir, bu sebeple engel açısı 0^0'dir.

Çalışmada kullanılan malzemelerin yansıtma çarpanı değerleri Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15: Malzeme Yansıtıcılık Değerleri

Yüzey	**Malzeme Özelliği**	**Yansıtma Çarpan Değeri**
Tavan	Metal (Aluminum)	0.940
Duvar	White Paint (Matte)	0.840
Zemin	Fabric (Carpet 2)	0.656
Pencere Profilleri	Metal (Aluminum)	0.940
Kütüphane Dışındaki Hacimlerin İç Mekân Camları	Window Glass	0.420
Kütüphane Dışındaki Hacimlerin Dış Mekân Camları	Window Glass	0.780
Kütüphaneye Ait İç Mekân Camları	Window Glass	0.780
Kütüphaneye Ait Dış Mekân Camları	Senaryolara göre değişmektedir.	Senaryolara göre değişmektedir.

ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde; mekana ilişkin günışığı performansı; Bölüm 3'te bahsedilen ve cephe tasarımına yönelik oluşturulan senaryolar doğrultusunda VELUX simülasyon programı yardımı ile analiz edilmiştir. 21 Haziran ve 21 Aralık tarihlerinde saat 09:00, 12:00, 14:00 ve 17:00'de yapılan analizler sonucu elde edilen gün ışığı aydınlık düzeyi ve gün ışığı faktörüne ilişkin değerler oluşturulan senaryolara göre açıklanmıştır. Kütüphane iç mekânı için optimum aydınlık düzeyi 300 lux, optimum gün

ışığı faktörü ise %1,6 kabul edilmiş olup (Bölüm 2) değerlendirmeler bu kabul doğrultusunda yapılmıştır.

Cam Renk Değişkeni

Bu çalışmada, ilk önce mevcut durum (nötral), daha sonra sırasıyla yeşil, mavi, füme ve bronz olmak üzere diğer renklendirilmiş cam kullanımları üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. %78 gün ışığı geçirgenliğine sahip nötral cam kullanımı sonucu elde edilen verilere göre, zemin kat için 21 Haziran tarihinde belirlenen tüm saat aralıklarında optimum aydınlık düzeyine (300 lux) ulaşılmıştır. Ancak 21 Aralık tarihinde zemin kattaki yeter aydınlık düzeyi saat 12.00 ve 14.00 ile sınırlı kalmıştır. Ek olarak, yapılan ölçümler kütüphane 1. katının sadece 21 Haziran tarihinde ve saat 12.00 ile 14.00'te 300 lux'e ulaştığını göstermektedir (Tablo 16).

Cam kalınlığının sabit kabul edildiği ancak cam renkleri için değişikliğe gidilen diğer senaryolarda ise, mevcut durum haricinde, yeşil ve mavi renk kullanımı ile optimum aydınlık düzeyine ulaşılırken füme ve bronz renk kullanımı ile optimum seviyeye ulaşılmadığı tespit edilmiştir (Tablo 16). Ancak, hem yeşil hem de mavi renk cam için elde edilen yeter aydınlık düzeyleri sadece zemin katta ve kısıtlı zaman dilimleri için geçerlidir. Dolayısıyla, renklendirilmiş camların iç mekâna geçen güneş ışınımını minimize ettiği sonucuna ulaşılabilmektedir.

Ayrıca, Tablo 16'ya göre nötral cam kullanımı ile belirlenen tüm tarih ve zaman aralıklarında hem zemin kat hem de 1. kat için gerekli gün ışığı faktörüne (%1,6) ulaşıldığı görülmektedir ve 1. kattaki füme ve bronz cam kullanımı dışında diğer tüm alternatiflerin %1,6 olan gün ışığı faktörü değerini büyük oranda karşıladığı tespit edilmiştir.

Tablo 16: Cam Renk Değişkeni Analiz Sonuçları

NO	CAM TÜRÜ	CAM KALINLIĞI	RENK	GÜN IŞIĞI GEÇİRGENLİĞİ (%)	ZONE	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)								GÜN IŞIĞI FAKTÖRÜ (DF%)							
						21 HAZİRAN				21 ARALIK				21 HAZİRAN				21 ARALIK			
						09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00
1	Güneş Kontrol Cam (Harmandan Renkli)	6+16mm+lava+6	Nötral	78	2.Kat	593,85	761,13	781,21	421,56	289,87	585,10	517,16	0,00	7,74	7,71	7,70	7,68	7,70	7,70	7,68	-
					1.Kat	211,48	364,19	380,78	219,28	112,56	275,29	272,16	0,00	3,45	5,43	5,53	5,51	5,49	5,48	5,42	-
2			Yeşil	63	2.Kat	399,80	507,80	526,88	280,69	192,92	388,63	342,67	0,00	5,17	5,15	5,14	5,14	5,11	5,08	5,14	-
					1.Kat	162,90	231,01	262,52	148,32	76,61	184,18	184,20	0,00	2,39	2,37	2,34	2,38	2,37	2,37	2,45	-
3			Mavi	49	2.Kat	255,10	316,44	327,96	174,93	121,67	249,62	212,51	0,00	3,33	3,25	3,27	3,29	3,26	3,32	3,26	-
					1.Kat	112,69	167,68	167,46	94,11	52,31	117,64	114,79	0,00	1,61	1,61	1,71	1,62	1,64	1,57	1,59	-
4			Füme	39	2.Kat	173,62	230,06	238,09	117,94	81,27	158,08	141,78	0,00	2,22	2,22	2,23	2,24	2,25	2,29	2,25	-
					1.Kat	84,34	114,14	120,14	67,29	37,13	82,82	80,43	0,00	1,16	1,14	1,16	1,13	1,15	1,17	1,20	-
5			Bronz	44	2.Kat	211,54	267,11	275,91	143,99	100,75	200,87	174,98	0,00	2,73	2,78	2,77	2,75	2,70	2,73	2,72	-
					1.Kat	97,23	130,89	143,73	80,70	48,73	101,72	98,79	0,00	1,42	1,57	1,58	1,44	1,40	1,35	1,37	-

Cam Renk ve Reflektif Yüzey (1/2 Yüzey Kaplamalı) Değişkeni

Renklendirilmiş camlar ile reflektif camların yani yansıtıcı camların bir arada kullanıldığı bu senaryolarda, gün ışığı geçirgenlik oranındaki düşüş ile doğru orantılı olarak aydınlık düzeyi ve gün ışığı faktöründe de azalma meydana gelmiştir. Dolayısıyla, mevcut durum dışındaki hiçbir senaryoda optimum seviyelere ulaşılamadığı tespit edilmiştir. Ancak Tablo 17'de de görüldüğü üzere bu değişkenden çıkarılabilecek sonuç, kaplamalı yüzeyin içe (2.yüzey) geldiği durumlarda elde edilen verilerin kaplamalı

yüzeyin dışa (1.yüzey) geldiği durumdan genel olarak daha yüksek olduğudur.

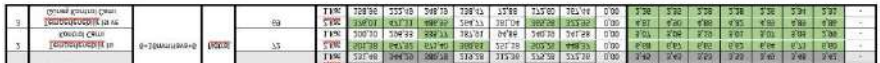
Tablo 17: Cam Renk ve Reflektif Yüzey (1/2 Yüzey Kaplamalı) Değişkeni Analiz Sonuçları

NO	CAM TÜRÜ	CAM KALINLIĞI	RENK	KAPLAMALI YÜZEY	GÜN IŞIĞI GEÇİRGENLİĞİ (%)	ZONE	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)							GÜN IŞIĞI FAKTÖRÜ (DF)						
							21 HAZİRAN			21 ARALIK				21 HAZİRAN			21 ARALIK			
							09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00
1	6_Kontrol Camı	6+16mmHava+6	Nötral	-	78	Z.Kat	597,85	761,13	787,71	421,56	289,87	585,10	537,16	0,00	7,74	7,71	7,70	7,68	2,70	7,70	7,68	-
						I.Kat	231,48	344,29	380,78	219,28	112,86	275,28	272,16	0,00	3,45	3,43	3,53	3,53	3,49	3,48	3,42	-
3	Güneş Kontrol Camı (Reflektif)	6+16mmHava+6mm	Gümüş	1 Yüzey	33	Z.Kat	128,84	150,45	147,11	84,12	66,68	113,81	135,90	0,00	1,61	1,60	1,54	1,55	1,57	1,57	1,53	-
						I.Kat	75,69	88,60	88,56	49,21	28,62	60,99	69,55	0,00	0,87	0,87	0,91	0,88	0,93	0,89	0,89	-
3				2 Yüzey	30	Z.Kat	127,54	151,39	151,25	84,78	66,01	114,80	136,56	0,00	1,54	1,49	1,48	1,58	1,53	1,50	1,53	-
						I.Kat	69,30	86,41	90,29	48,62	30,50	61,64	72,44	0,00	0,86	0,89	0,93	0,88	0,86	0,89	0,94	-
4			Yeşil	1 Yüzey	28	Z.Kat	105,23	121,42	116,56	65,65	53,42	89,64	94,03	0,00	1,20	1,22	1,22	1,22	1,25	1,21	1,22	-
						I.Kat	65,31	71,59	76,87	43,21	24,83	50,27	57,60	0,00	0,74	0,80	0,85	0,76	0,75	0,80	0,73	-
5				2 Yüzey	29	Z.Kat	103,79	122,88	114,56	67,33	53,14	88,26	94,02	0,00	1,23	1,18	1,21	1,23	1,22	1,23	1,22	-
						I.Kat	63,09	75,55	74,74	41,84	24,13	52,52	56,81	0,00	0,75	0,75	0,75	0,79	0,80	0,75	0,76	-
6			Mavi	1 Yüzey	21	Z.Kat	75,11	83,83	79,09	45,07	34,71	58,74	59,50	0,00	0,95	0,86	0,89	0,89	0,90	0,92	0,91	-
						I.Kat	49,65	63,94	62,19	35,43	18,81	42,37	38,05	0,00	0,64	0,64	0,65	0,65	0,62	0,66	0,68	-
7				2 Yüzey	23	Z.Kat	78,78	89,61	80,85	45,21	36,12	57,58	60,05	0,00	0,89	0,90	0,90	0,89	0,93	0,92	0,89	-
						I.Kat	51,55	61,81	63,06	34,22	20,03	37,85	39,63	0,00	0,64	0,64	0,62	0,61	0,62	0,64	0,64	-
8			Füme	1 Yüzey	17	Z.Kat	62,99	73,39	64,23	35,58	28,26	45,90	44,78	0,00	0,70	0,73	0,77	0,75	0,72	0,73	0,74	-
						I.Kat	50,25	47,59	51,12	31,20	17,96	34,19	31,43	0,00	0,61	0,59	0,65	0,56	0,55	0,55	0,55	-
9				2 Yüzey	17	Z.Kat	69,05	75,25	62,69	35,81	28,85	47,12	48,88	0,00	0,72	0,77	0,71	0,76	0,72	0,74	0,77	-
						I.Kat	48,37	60,48	52,28	28,18	18,66	32,39	31,10	0,00	0,59	0,57	0,54	0,57	0,60	0,58	0,58	-
10			Bronz	1 Yüzey	20	Z.Kat	75,55	79,48	82,02	43,96	33,41	56,45	54,98	0,00	0,84	0,89	0,86	0,90	0,90	0,84	0,87	-
						I.Kat	48,41	56,75	56,35	31,72	18,75	36,29	39,68	0,00	0,61	0,60	0,63	0,59	0,58	0,58	0,61	-
11				2 Yüzey	20	Z.Kat	74,16	82,35	75,04	42,85	33,61	54,26	58,47	0,00	0,85	0,90	0,84	0,86	0,86	0,85	0,85	-
						I.Kat	51,89	56,82	62,09	31,71	18,65	38,93	36,83	0,00	0,63	0,63	0,61	0,75	0,65	0,63	0,60	-

Cam Türü Değişkeni

Cam türünün değiştirilerek ısı kontrol camı ile ısı ve güneş kontrollü camların kullanıldığı bu analizde, camın güneş ışığına karşı gösterdiği davranış elde edilen aydınlık düzeylerine göre değişiklik göstermiştir. Buna göre, mevcut durum haricinde her iki senaryoda da 21 Aralık saat 09.00 ve 17.00 için kütüphanenin hiçbir bölgesinde 300 lux'e ulaşılamadığı tespit edilmiştir. Diğer zamanlarda yapılan ölçümlerde ise büyük oranda zemin kat için 300 lux değerinin üzerine çıkan sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca hem mevcut durum için hem de cam türünün değiştiği durumlar için ölçümü yapılan tüm senaryolarda optimum gün ışığı faktörüne ulaşıldığı tespit edilmiştir (Tablo 18). Dolayısıyla, yapılan ölçünler sonucu söz konusu cam türü değişkenlerinin kamaşmaya neden olabilecek direkt güneş ışınlarını engellenerek yüksek düzeyde meydana gelen aydınlık seviyeleri istenilen düzeylere indirmeye yardımcı olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 18: Cam Türü Değişkeni Analiz Sonuçları



Saydamlık Oranı

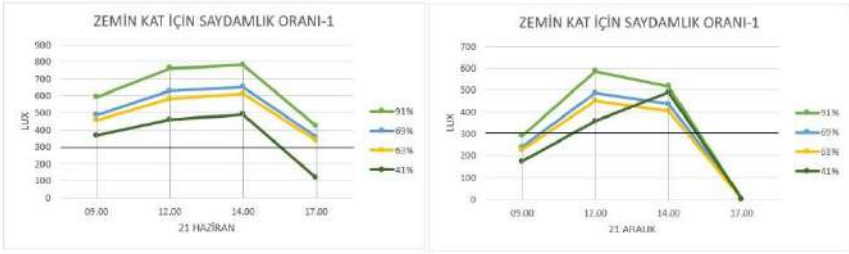
Yüzey alanının pencere alanına oranı sonucu elde edilen saydamlık oranı yüzdesine göre gerçekleştirilen analiz sonuçları, çoğu senaryo için yeter aydınlık düzeyi ve gün ışığı faktörüne ulaşıldığını göstermektedir (Tablo 19). Şekil 13 ve Şekil 14'te mevcut senaryoların 300 lux'lük aydınlık düzeyi değerine ulaşıp ulaşmadığı grafiksel olarak ifade edilmiştir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken faktör elde edilen sonuçlardan ziyade saydamlık oranlarındaki değişime bağlı olarak aydınlık düzeyleri arasında kurulacak olan ilişkidir. Buna göre, 21 Haziran ve 21

Aralık saat 14.00 için saydamlık oranının %91 olduğu mevcut durumlara kıyasla saydamlık oranın %69 olduğu durumlarda yaklaşık olarak %17 oranında aydınlık düzeyinde azalma meydana gelmektedir. Benzer şekilde, aynı tarih ve saat için kurulan bir başka oran, %63 saydamlık oranına sahip yüzeyinin %91 saydamlık oranına sahip yüzeye göre aydınlık düzeyinin yaklaşık olarak %21'lik bir azalma ile sonuçlandığını ortaya koymaktadır. %41 saydamlık oranının olduğu durumda ise %91 saydamlık oranının olduğu duruma göre yaklaşık olarak %37'lik bir kayıp vardır.

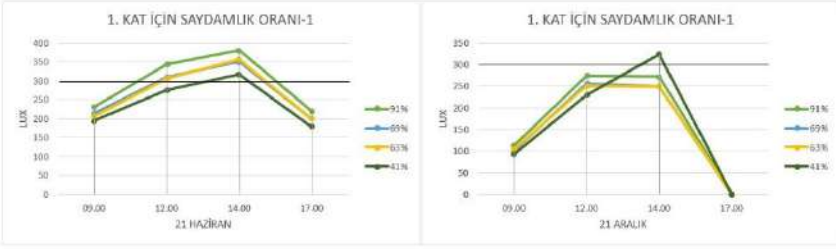
Tablo 19: Saydamlık Oranı-1 Analiz Sonuçları

NO	SCHUT (M)	YÜZEY ALANI (M²)	PENCERE ALANI (M²)	SAYDAMLIK ORANI (M²)	ZONE	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)								GÜN IŞIĞI FAKTÖRÜ (DF)							
						21 HAZİRAN				21 ARALIK				21 HAZİRAN				21 ARALIK			
						09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00
1	64,5 X 30,75	478,57	437,25	91%	Z.Kat	591,85	703,19	781,21	421,16	280,87	585,30	517,16	0,00	7,74	7,71	7,70	7,68	7,70	7,70	7,68	-
					1.Kat	231,48	544,39	586,78	219,18	112,86	275,28	272,16	0,00	5,45	5,43	5,55	5,53	5,49	5,48	5,42	-
2			334,34	69%	Z.Kat	485,33	627,84	652,78	357,88	230,28	485,50	436,12	0,00	6,36	6,35	6,38	6,31	6,40	6,33	6,30	-
					1.Kat	213,50	510,49	550,60	198,50	103,76	255,95	249,42	0,00	5,15	5,14	5,16	5,12	5,16	5,09	5,15	-
3			306,06	63%	Z.Kat	457,84	582,90	611,55	337,17	224,56	451,72	404,44	0,00	5,97	5,94	5,92	5,95	5,98	5,95	5,93	-
					1.Kat	207,15	506,04	557,76	199,18	105,00	252,03	250,18	0,00	5,10	5,21	5,20	5,09	5,20	5,14	5,17	-
4			200,17	41%	Z.Kat	365,76	457,90	489,65	272,15	171,94	357,35	323,33	0,00	4,85	4,75	4,74	4,78	4,74	4,71	4,76	-
					1.Kat	194,80	275,75	314,89	178,57	92,79	230,82	225,15	0,00	2,83	2,81	2,91	2,86	2,87	2,84	2,81	-

Not: Saydam yüzeylerde 6+16mm Hava+6 Nötral, Güneş Kontrol Camı (Hammadan Renkli) kullanılmıştır.



Şekil 5. Şema-1 (Zemin Kat) için Saydamlık Oranı-1 Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 6. Şema-2 (1.Kat) için Saydamlık Oranı-1 Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Saydamlık oranının tespit edildiği bir diğer yöntem ise pencere profil kalınlıklarının değiştirilmesi şeklindedir. Buna göre, profil kalınlığının 10 cm ve 15 cm olduğu senaryolarda 21 Aralık Şema 2 (1.kat) haricinde büyük oranda yeter aydınlık düzeyi ve gün ışığı faktörüne ulaşılmıştır (Tablo 20). Şekil 7 ve 8'de zemin kat ve 1. kat için yapılan Saydamlık Oranı-2 analiz sonuçlarının karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler, 21 Haziran ve 21 Aralık saat 14.00 için profil kalınlığının 5 cm olduğu mevcut duruma kıyasla profil

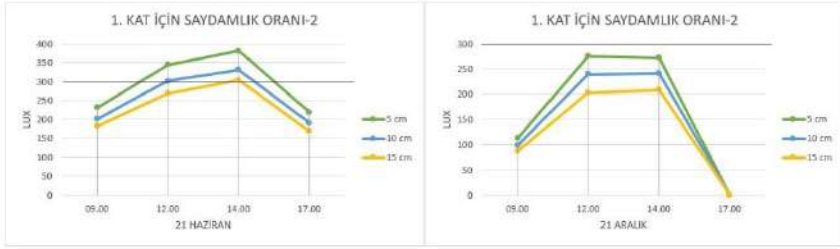
kalınlığının 10 cm olduğu durumda yaklaşık olarak %12 oranında, profil kalınlığının 15 cm olduğu durumda ise yaklaşık olarak %25 oranında aydınlık düzeyinde azalma meydana geldiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 20: Saydamlık Oranı-2 Analiz Sonuçları

NO	PROFİL KALINLIĞI (CM)	PROFİL MALZEMESİ	ZONE	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)								GÜN IŞIĞI FAKTÖRÜ (DF)							
				21 HAZİRAN				21 ARALIK				21 HAZİRAN				21 ARALIK			
				09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00
1	5 cm (Mevcut)	Alüminyum	Z.Kat	891,85	761,13	781,21	421,56	289,87	585,10	517,16	0,00	7,74	7,71	7,70	7,68	7,70	7,70	7,68	-
			1.Kat	251,48	344,29	380,78	219,28	112,86	275,28	172,16	0,00	3,45	3,45	3,53	3,53	3,49	3,48	3,42	-
2	10 cm (Mevcut x 2)		Z.Kat	516,77	654,35	688,53	368,57	253,50	504,00	457,89	0,00	6,81	6,80	6,75	6,74	6,84	6,82	6,84	-
			1.Kat	201,47	301,87	330,78	190,71	98,40	239,89	241,14	0,00	3,02	3,05	3,02	3,04	3,00	3,07	3,11	-
3	15 cm (Mevcut x 3)		Z.Kat	450,70	578,98	591,18	319,94	222,26	432,99	399,47	0,00	5,89	5,90	5,97	5,85	5,91	5,88	5,96	-
			1.Kat	182,58	268,53	303,56	169,06	86,91	202,88	209,06	0,00	2,72	2,68	2,74	2,70	2,74	2,66	2,78	-



Şekil 7. Şema-1 (Zemin Kat) İçin Yapılan Saydamlık Oranı-2 Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması



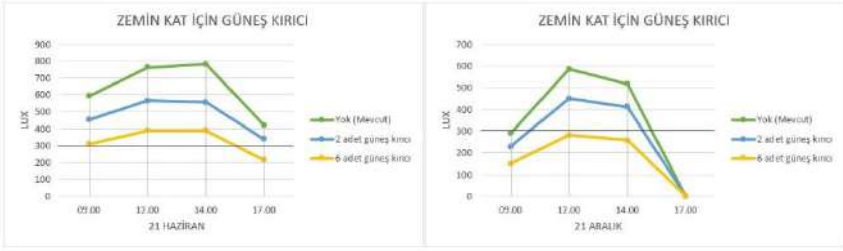
Şekil 8. Şema-2 (1. Kat) İçin Yapılan Saydamlık Oranı-2 Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Güneş Kontrol Elemanları

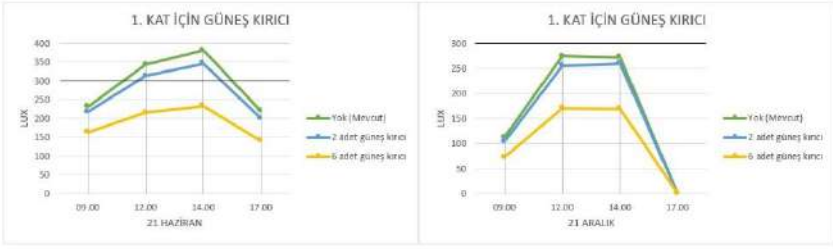
Güneş kontrol elemanı olarak güneş kırıcıların kullanıldığı senaryolarda, 21 Haziran tarihinde zemin kat için belirlenen tüm saat aralıklarında genellikle optimum aydınlık düzeyine (300 lux) ulaşılmıştır. Ancak 1. kat için aynı durum söz konusu değildir. Ayrıca, 6 adet güneş kırıcının kullanıldığı senaryolarda 21 Aralık tarihinde hiçbir şekilde yeter aydınlık düzeyine ulaşılmazken, 2 adet güneş kırıcının kullanıldığı senaryolarda ise yeter aydınlık düzeyi sadece zemin katta ve saat 12.00 ve 14.00 ile sınırlı kalmıştır. Fakat aydınlık düzeylerindeki bu değişime rağmen gün ışığı faktörü her bir senaryo için %1,6'lık değerin üzerindedir (Tablo 21). Şekil 17 ve 18 güneş kırıcı kullanımı ile zemin kat ve 1. katta meydana gelen aydınlık düzeylerindeki değişimi ifade etmektedir.

Tablo 21: Güneş Kontrol Elemanları Güneş Kırıcı Analiz Sonuçları

NO	GÜNEŞ KIRICI BOYUTLARI (CM)	YÖN	AÇI	MALZEME	ADET	ZONE	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)								GÜN IŞIĞI FAKTÖRÜ (DF)							
							21 HAZİRAN				21 ARALIK				21 HAZİRAN				21 ARALIK			
							09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00
1	-	-	-	-	-	-	2.Kat	931,85	781,15	781,21	421,56	289,87	585,10	517,16	0,00	7,74	7,71	7,70	7,68	7,70	7,70	7,68	-
							1.Kat	231,48	344,23	389,78	215,28	112,36	275,28	272,16	0,00	3,45	3,43	3,53	3,53	3,49	3,48	3,42	-
2	15 x 150	Yatay	90°	Alüminyum	2	2.Kat	433,49	565,30	587,10	338,47	228,71	490,09	411,87	0,00	5,84	5,83	5,85	5,86	5,81	5,79	5,80	-
							1.Kat	217,14	313,95	345,60	200,05	104,46	255,37	259,46	0,00	3,26	3,18	3,12	3,08	3,16	3,10	3,14	-
3					6	2.Kat	598,05	388,43	388,15	214,09	149,85	280,42	257,27	0,00	3,88	3,94	3,88	3,94	3,90	3,92	3,90	-
							1.Kat	142,89	214,90	233,04	140,67	72,86	170,67	168,69	0,00	2,19	2,19	2,18	2,18	2,17	2,17	2,21	-



Şekil 9. Şema-1 (Zemin Kat) İçin Yapılan Güneş Kırıcı Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

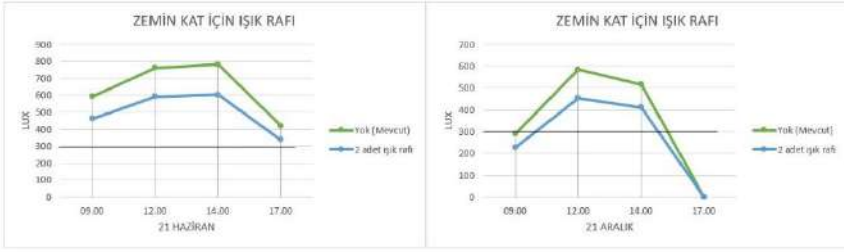


Şekil 10. Şema-2 (1. Kat) için Yapılan Güneş Kırıcı Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

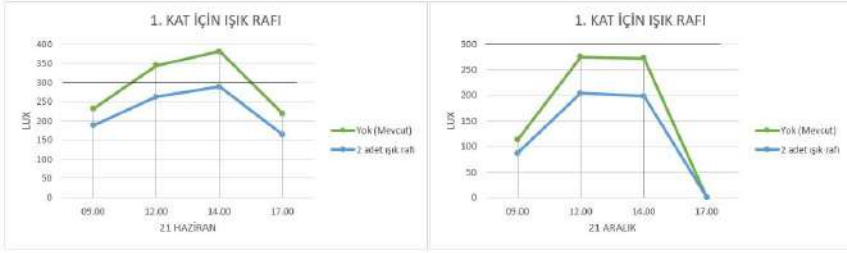
Işık rafları, üzerinde düşen gün ışığını yansıtarak ışığın iç mekânda erişimini artırmaya yarayan ve böylece pencereye uzak olan yüzeylerin de aydınlatılmasını sağlayan mimari elemanlar olmasına rağmen, ışık rafının kullanıldığı senaryo için yapılan analizlerde mevcut duruma göre aydınlık düzeyinde azalma meydana gelmiştir. Ancak yine de 21 Aralık saat 09.00 ve 17.00 dışındaki diğer tüm alternatiflerde zemin kat için 300 lux değerine ulaşılmıştır. Ayrıca, gün ışığı faktörü ölçülen tüm saat ve zaman aralıklarında %1,6 seviyesindedir (Tablo 22). Bu anlamda, ışık rafı kullanımı ile güneş ışınlarının neden olduğu kamaşma engellenerek yüksek düzeydeki aydınlık seviyeleri istenilen düzeylere indirmek mümkündür. Işık rafı kullanımı ile zemin kat ve 1. katta meydana gelen aydınlık düzeylerindeki değişim Şekil 19 ve 20'de görülmektedir.

Tablo 22: Güneş Kontrol Elemanları Işık Rafı Analiz Sonuçları

NO	IŞIK RAFI BOYUTLARI (CM)	YÖN	AÇI	MALZEME	ADET	ZONE	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)								GÜN IŞIĞI FAKTÖRÜ (DF)							
							21 HAZİRAN				21 ARALIK				21 HAZİRAN				21 ARALIK			
							09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00	09.00	12.00	14.00	17.00
1	-	-	-	-	-	Z.Kat	581,85	781,13	781,21	421,56	288,87	585,39	517,16	0,00	7,74	7,71	7,70	7,68	7,70	7,70	7,68	-
						1.Kat	231,48	364,29	380,78	219,28	112,36	275,28	272,16	0,00	3,45	3,43	3,55	3,51	3,49	3,48	3,92	-
2	15 x 100 (H:180)	Yatay	90°	Alüminyum	2	Z.Kat	461,06	501,59	601,33	328,62	227,22	464,17	399,82	0,00	5,95	5,96	6,04	5,94	5,97	5,93	5,97	-
						1.Kat	187,49	261,92	289,14	164,73	86,44	203,79	198,50	0,00	2,67	2,76	2,78	2,73	2,75	2,65	2,80	-



Şekil 11. Şema-1 (Zemin Kat)Yapılan Işık Rafı Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 12. Şema-2 (1. Kat) için Yapılan Işık Rafı Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

SONUÇLAR

Günışığından maksimum miktarda yararlanılarak enerji performansı yüksek ve görsel konfor koşulları iyi mekânlar yaratmak mümkündür. Bu nedenle yapılan tasarımlarda günışığı ve yapma aydınlatma elemanlarının mekân içerisinde etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Özellikle günışığının görsel algıyı geliştirmek, bina kullanıcılarında üretkenliği artırmak, binanın ısıtma-soğutma yüklerini dengeleyerek enerji tüketimini azalmak gibi birçok olumlu özelliği olduğu göz önünde bulundurulduğunda, doğal aydınlatma ile yapma aydınlatma kullanımı arasında hassas bir denge kurulmalıdır. Yapılan bu çalışma, kütüphane mekânlarında doğal aydınlatmaya yönelik enerji tüketimi dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kapsamında belirlenen örnek şemaya ait mekândaki günışığı seviyesini ve enerji performansını belirlemek amacıyla çeşitli senaryolar oluşturulmuştur. Kütüphane için gerekli görsel konfor şartlarını oluşturan bu senaryolar doğrultusunda yapılan ölçümler analiz edilmiştir. Ölçümler VELUX Daylight Visualizor yazılımı aracılığı ile yapılmış olup

elde edilen veriler ulusal ve uluslararası standartlar göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, farklı cam rengi, cam kalınlığı, cam türü, pencere saydamlık oranları ve güneş kontrol elemanları kullanımının aydınlatma enerjisi tüketiminin belirlenmesinde önemli bir role sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde, kütüphanedeki güneş kontrol camları içerisinden yeşil renk ve mavi renk kullanımı ve ayrıca temperlenebilir ısı kontrol camı ile temperlenebilir ısı ve güneş kontrol camı kullanımı ile mevcut durumun neden olduğu kamaşma engellenerek yüksek düzeydeki aydınlık seviyelerini istenilen düzeylere indirilebildiği görülmekte olup ayrıca saydamlık oranlarında değişikliğe gidilerek ve güneş kontrol elemanları kullanılarak oluşturulan tüm senaryolar için de benzer şekilde kamaşmayı önleyerek standartları sağlamanın mümkün olduğu ortaya konmaktadır.

Doğru ve etkin bir şekilde gerçekleştirilen aydınlatma tasarımı; psikolojik konfor, fizyolojik konfor ve enerji korunumu açılarından önemli yer tutmakta olup bu bağlamda, çalışmanın, yüksek çalışma ve görme performansı gerektiren mekânlarda doğal aydınlatmanın önemini ortaya koyması ve cam seçeneklerinin, farklı cephe senaryolarının günışığı alımına etkisinin sayısal veriler yardımı ile analiz edilerek sonuçların elde edilmesi cephe ve cam seçeneklerinin öneminin altını çizmektedir. Bu çalışmanın; tasarımcılara yönelik bir kılavuz oluşturması ve ayrıca ülkemizde kütüphanelere yönelik hazırlanan aydınlatma standartlarının iyileştirilmesinde rol oynaması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

Aksamija,A. (2013*). Sustainable Facade:Design Method for High-Performance Building Envolopes*,Willey.

Ataç, F., (2013). *Kütüphanelerde Doğal ve Yapay Aydınlatma Kriterleri: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin Okuma Salonlarının İncelenmesi*, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Avcıoğlu Cam, Reflekte Cam-Şişecam Tentesol (Web Sayfası: http://avcioglucam.com.tr/tr/reflekte-cam9), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

Baker, N., A., Fanchiotti and K. Steemers, Eds. (1993). *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*. London: James & James for the European Commission.

Carmody,J.,et al. (2000). *Residential Windows:a guide to new technologies and energy performance*, W.W.Norton&Company, 2nd edition.

Erlalelitepe, İ.; Aral, D.; Kazanasmaz, T. (2011). "Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi", *MEGARON* 2011;6(1):39-51

Esen, O., (2015). *Doğal Aydınlatmada Kapalı Gök Koşullarında Farklı Enlemler İçin Belirlenen En Uygun Işık Rafı Tasarımı İçin Bir Yöntem*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Gemini Bilgi Teknolojileri (Web Sayfası: https://kutuphane.geminibilgi.com.tr/pf/abdullah-gul-universitesi/), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

Gowri, K., (1990). *Knowledge-based system approach to building envelope design*. (Ph.D. dissertation). Centre for Building Studies, Concordia University, Montreal, Canada

Hasol, D. (2012). *Ansiklopedik Yapı Sözlüğü*, İstanbul: YEM Yayınları.

İlgürel, N. (2002). *Yapı Kabuğunun Saydam Alanları İçin Uygun Cam Türlerinin Belirlenmesi*. Yapı Fiziği Programı Seminer Çalışması. Y.T.Ü FBE Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (Web sayfası: https://kayseri.ktb.gov.tr/), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

Kayseri saat bilgisi (Web sayfası: https://saatkac.info.tr/Kayseri), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

Kazanasmaz, Z. T. (2009). "Binaların Doğal Aydınlatma Performanslarının Değerlendirilmesi", *V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Dergisi*, 07-09.

Kılıç, Z. A., (2018). *Cephe Açıklıklarının İç Mekândaki Günışığı Performansına Etkisinin Konut Örneğinde İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kozlu, H. H., Sümengen Ö., Gözübüyük S., (2018). Re-*Use and Lighting Design Solutions of Traditional Buildings- Kayseri Setenönü Public Bath*, 4th International Conference on New Trends in Architecture and Interior Design (ICNTAD), St Petersburg, 162-171.

Kim, J. (2015). "Adaptive façade design for the daylighting performance in an office building: the investigation of an opening design strategy with cellular automata". *International Journal of Low-Carbon Technologies*, Vol:10, Page:313-320.

Rıvard, H., Bedard, C., Fazio, P., Ha, K., H. (1995). "Functional Analysis of the preliminary building envelope design process". *Building and Environment*, Vol:30, Page:391-401.

Sevin, B. (2019). *Kentsel Mekân Tasarımında Günışığının Etkileri*, Yıldız

VELUX Daylight Visualizer (Web Sayfası: https://www.velux.com/what-we-do/digital-tools/daylight-visualizer), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

VELUX Daylight Visualizer Tutorial (Web sayfası: https://www.youtube.com/watch?v=SE8A4xQxAyo), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

Yılmaz, F.Ş., (2019) TS EN 17037 Binalarda Günışığı Standardı ve Uygulaması (Web sayfası: https://pldturkiye.com/ts-en-17037-binalarda-gunisigi-standardi-ve-uygulamasi/), (Erişim tarihi: Haziran 2020).

BÖLÜM 14

TARİHİ YAPILARIN YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİNDE ENERJİ VERİMLİ AYDINLATMA TASARIMI ODAKLI BÜTÜNCÜL BİR MODEL ÖNERİSİ

A Holistic Model Approach for Re-Use of Historical Buildings Focus on Energy Efficient Lighting Design

Özlem Sümengen[1] & H. Hale Kozlu[2] &Seven Gözübüyük[3] &Faruk Uyan[4]

[1](Dr. Öğr. Üyesi) Erciyes Üniversitesi, Kayseri, e-mail: osumengen@erciyes.edu.tr
ORCID 0000-0002-9742-0612

[2](Doç. Dr.) Erciyes Üniversitesi, Kayseri, e-mail: halekozlu@gmail.com
ORCID 0000-0001-6711-3139

[3](Dr. Öğr. Üyesi) Erciyes Üniversitesi, Kayseri, e-mail: gozubuyukseven@gmail.com
ORCID 0000-0001-7772-4136

[4](Y. Mimar) LAB. 1 Aydınlatma Tasarımı, İstanbul, e-mail: farukuyan@gmail.com
ORCID 0000-0002-0948-9186

GİRİŞ

Nitelik ve nicelik yönünden disiplinler arası bir çalışma alanı olan aydınlatma tasarımı, mekânsal algının oluşturulması, yapıların, objelerin veya alanların vurgulanması gibi temel amaçların yanı sıra, enerjinin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi açısından da günümüz tasarım ve mühendislik teknolojileri arasında özel bir öneme sahiptir. Tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilen aydınlatma tasarımı; doğru kullanıldığı ve profesyonel bir bakış açısıyla hazırlandığı takdirde, tarihi yapıların restorasyon projelerinde de sürece önemli boyutlarda katkıda bulunabilmektedir.

Restorasyon çalışmalarında, uluslararası koruma ilkeleri gereğince, mümkünse yapının mevcut işlevinin devam ettirilmesi, işlev değişikliği gereken durumlarda, yapının yaşatılması amacıyla özgün mekânlara ve yapı elemanlarına minimum müdahalede bulunarak günümüz konfor koşullarına uygun hale getirilmesi en temel ve belirleyici kuraldır. Bu

doğrultuda, görsel konfor koşullarının sağlanması amacıyla önerilen aydınlatma tasarımı, mekânların ve verilen işlevin estetik yansımalarının, enerji performansı ile bütünleşmesini sağlamalıdır.

Yeniden işlevlendirme projelerinin sadece mekânsal ve yapısal onarımlar boyutunda ele alınmasının ötesinde, uluslararası standartlardaki görsel konfor kriterleri, mekânlarda elde edilen aydınlatmaya ilişkin ölçüm verileri ve yapının genel enerji korunumu dikkate alınarak yapılan aydınlatma tasarımının proje sürecine dâhil edilmesi, önemli birer kültür mirası temsilcisi olan bu eserlerin kentsel ve yapısal ölçekte günümüz şartlarına adapte edilerek yaşatılmasına ciddi bir katkıda bulunacaktır. Bu kapsamda, tarihi bir yapıda enerji performansı açısından aydınlatma tasarımının öneminin vurgulanabilmesi ve diğer yapılarda uygulanabilirliğine örnek oluşturulması amacıyla, Kayseri Setenönü Hamamı ele alınmış, seçilen yeni işleve uygun bir aydınlatma tasarımı geliştirilerek görsel konfor kriterlerine uygunluğu ve enerji performansı değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile, önerilecek işleve uygun aydınlatma tasarımlarının geliştirilerek yeniden işlevlendirme projelerinin çok katmanlılık özelliklerine aydınlatma tasarımı üzerinden vurgu yapılması ve diğer katmanların da ele alınabilmesini sağlayabilecek bir yöntem önerisi geliştirilmesi, bu yolla enerji verimliliği ve aydınlatmanın niceliğinin optimizasyonu hedeflenmektedir.

Seçilen yapıya verilecek yeni işlev belirlenirken, görsel konfor koşullarının uluslararası standartlara uygunluğunun net bir şekilde değerlendirilebileceği bir işlev olan kütüphane işlevi belirlenmiştir. Bu bağlamda öncelikle 1 yıl boyunca hacimdeki günışığı miktarı ölçümlenmiş, mevsimsel döngülere ve gün saatlerine göre günışığına bağlı değerler belirlenerek aydınlık düzeyi tespiti yapılmıştır. Seçilen işlev ve mekânda belirlenen, gün saatleri içerisindeki ortalama aydınlık düzeyine bağlı olarak işlevin gerektirmiş olduğu görsel konfor kriterleri, uluslararası standartlar kapsamında ele alınmış ve enerji korunumu da dikkate alınarak bu doğrultuda bir aydınlatma tasarımı önerisi geliştirilmiştir.

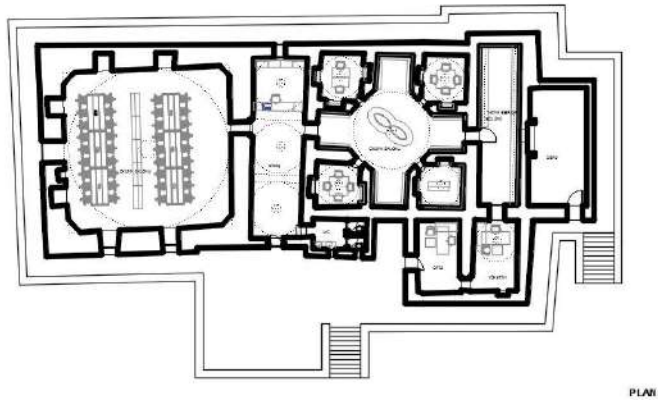
Tasarım aşamasında, görsel konfor koşullarının temel kriteri olan ve hacimde sağlıklı görmenin belirleyicisi olan aydınlık düzeyi ve kamaşma indeksi (UGR) değerleri uluslararası standartlardan referans alınmıştır. Psikolojik konfor koşullarının da dikkate alındığı bu süreçte, Dialux.4.12. programı kullanılarak yapılan simülasyonlar; aydınlatma tasarımının mekândaki algısı, aydınlık düzeyi değerleri, kamaşma durumu ve düzgünlük faktörleri açısından ele alınmıştır. Aydınlatma enerji performansı, aydınlatma tasarımına bağlı, şebekeden çekilen yıllık toplam güç miktarlarına göre belirlenmiş, *ANSI/ASHRAE/IES 2016 (Energy Standart for Buildings Except Low Rise Residential Buildings)* standardında izin verilen kriterler ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre, oluşturulan tasarımın görsel konfor ve psikolojik

konfor koşullarını esas alarak enerji verimliliği optimizasyonu sağladığı ortaya konulmuştur

YENİDEN İŞLEVLENDİRME KARARLARI

Kültürel varlıkların kentsel doku içerisinde hem fiziksel hem de sosyal olarak varlıklarını sürdürebilmesi birçok etkene bağlıdır. Kentsel yaşam hızla değişmektedir. Kültürel mirasın bu değişim sürecinde kentsel yaşama dâhil olabilmesi, fiziksel ve sosyal sürdürülebilirliği ile sağlanabilmektedir. Bu bağlamda koruma ve restorasyon çalışmalarında özenle üzerinde durulması gereken konulardan biri olan işlev kararlarının alınması ve bu yolla kültürel varlıklarının kent ile ilişkisinin kurulması, mimari ve mekansal açıdan önemle ele alınması gereken bir süreçtir. Bu süreçte önemli bir koruma aracı olan yeniden işlevlendirme; zamanla değişen yaşam biçimi ve ona bağlı isteklerle işlevini yitirmiş tarihi yapıların farklı bir işleve uyarlanması ya da işlevleri devam eden, ancak konfor koşulları standart altı kalan tarihi yapıların güncelleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Ahunbay, 2014).

Çalışma kapsamında ele alınan Setenönü Hamamı için kütüphane işlevi ve bu işleve uygun bir aydınlatma tasarımı önerisi geliştirilmesi amacıyla öncelikle yapı için mekânsal ve kentsel bağlamlar irdelenmiş, kütüphane işlevi, bu nitelikleri ön plana çıkaran ve güçlendirme potansiyeli olan bir işlev olarak düşünülmüştür (Şekil 1). İçinde bulunduğu Setenönü Mahallesi dönüşüm projesinde sosyal ve kültürel eylemlerin yer alması, bu işlevlere eklemlenmeyi ve onları beslemeyi de gerektirir. Sanat atölyeleri, konaklama, yeme içme mekânları kentlinin kullanımına sunulmuş olup, kütüphane ile eş zamanlı olarak kullanıldıkça daha iyi işleyecek ve gelişecek bir kurgu elde edilebilecektir. Aynı zamanda kütüphane için düşünülecek olan gece kullanımı ile de uzun süreli canlılık ve kamusal alan kullanımı sağlanabilecektir (Kozlu v.d,, 2018).



Şekil 1: Setenönü Hamamı Yeniden İşlevlendirme Projesi (Kozlu v.d,, 2018).

Mekân kararları ele alınırken, hamamın fiziksel ve mekânsal kurgusunun kitap depolama, sunma, okuma, sergileme ve çalışma gibi eylem çeşitliliğine olanak verecek yapıda olduğu göz önünde bulundurularak, bu eylemlere uygun işlevlendirme projesi ve aydınlatma tasarımı projesi geliştirilmesi, disiplinler arası bir çalışmaya ulaşılması ve bütüncül kararlar alınması öngörülmüştür. Böylece kütüphane işlevi için gereken mekânsal kararlar, yapının özgün niteliği ile birlikte çalışmasını sağlayacak koruma kararları ve aydınlatma tasarımı yapabilmek için yapılacak ölçümler, kurulan bu temel işlev çerçevesinde lineer değil, eşzamanlı ve geri dönüşlü bir çalışma yöntemi ile bütünsel ve alana özgü çalışmalar yapılmasına olanak sağlayacaktır (Kozlu v.d,, 2018).

Kütüphanelerin güncel kullanımında mekânsal gereksinimler ve donanım ihtiyaçları giderek farklılaşmaktadır. Günümüzde internet aracılığıyla erişilebilen bilgi sistemlerinin sayısı hızla artmaktadır. Bu sistemler üzerindeki bilgi kaynakları da giderek çeşitlenmekte ve daha fazla yer kaplamaktadır (Tonta, 1996). Günümüzde kütüphanelerin, tüm sosyal ve dijital ağların sağladıkları olanakları içeren nitelikte, çağdaş teknoloji ve kullanımları da sunan mekânlar olması beklenmektedir. Bu gereksinimlerin, kütüphanelerin mekânsal donanımları ile birlikte düşünülmesi güncel bir yaklaşım olacaktır. Bu çalışma kapsamında kütüphane işlevi için mekânsal öneriler geliştirilirken dijital ve sanal erişim olanaklarının yer aldığı çözümlerin düşünülmesi mevcut yapının mekânsal niteliklerini en uygun şekilde değerlendirebilmek için gerekli olacaktır. Tarihi yapılara çağdaş kullanım önerileri geliştirilirken aydınlatma tasarımı, montaj tekniği, özgün yapı elemanlarına zarar vermeyecek yapım yöntemlerinin seçimi, eserlere zarar vermeyecek ışık kaynaklarının ve buna uygun nitelikte seçilecek armatürlerin kullanımı önemlidir.

MEKÂNSAL İŞLEV KARARLARINA YÖNELİK AYDINLATMA TASARIMI KRİTERLERİ

Yeniden işlevlendirme projelerinin sadece mekânsal ve yapısal işlev değerlendirmesi boyutunda ele alınmasının ötesinde, uluslararası standartlardaki görsel konfor kriterleri, mekanlarda elde edilen aydınlatmaya ilişkin ölçüm verileri ve yapının genel enerji korunumu dikkate alınarak aydınlatma tasarımının yapılması ve tüm restorasyon projelerinde proje sürecine dahil edilmesine yönelik bir yöntem geliştirilmelidir. Bu kapsamda, görsel konfor koşullarının uluslararası standartlara uygunluğunun net bir şekilde değerlendirilebileceği bir işlev olan kütüphane işlevi, yapı için belirlenmiştir. Çevresel ve fiziksel veriler bütünüyle ele alındığında, gün ışığını etkin bir biçimde mekânsal işleyişte değerlendirerek çeşitli olanaklara kolaylıkla ulaştıran, yapılacak ölçümlerle desteklenen yeni kullanım öneri ve düzenlemeleri bu işlev üzerine odaklanmaktadır (Kozlu v.d,, 2018).

Kütüphane Mekânlarında Görsel Konfor Gereksinmeleri

Kütüphanelerin bilgi ve düşünce kaynak merkezleri olarak değerlendirilmeleri, süreç içerisinde değişmese de son yıllarda bu kurumlarda hızlı bir gelişim ve dönüşüm görülmektedir. Hayatın her alanına etki eden gelişen teknolojinin de etkisiyle; kütüphaneler günümüzde "multi-medya merkezi", "malzeme kaynağı merkezi", "öğrenme kaynağı merkezi" gibi adlarla ya da bunlara benzer, kütüphanelerin daha geniş amaca ve fonksiyona cevap verdiğini belirten isimler kullanmaktadırlar (Thompson, 1989). Bütün bu değişime rağmen, kütüphaneler kişisel eğitimin, araştırma kaynağının ve bilgi gücünün kaynağı olarak kullanıcı için bir çekim merkezi olabilen, görsel konforu, dolayısıyla da psikolojik rahatlığı sunan mekânlar olarak tasarlanmalıdır. Uzun çalışma saatleri hesaba katılarak, çalışma arasında dinlenmesine olanak veren alanlar, dinlenme köşeleri, gün içindeki zamanın algılanabildiği ortamlar da sunulmalıdır (Kozlu v.d,, 2018).

Kütüphanelerde görsel konfor koşulları ve buna bağlı olarak tasarlanan aydınlatma sistemi; okuma-çalışma, kitap depolama, ödünç verme-resepsiyon, dinlenme-serbest okuma ve özel eserlerin korunması gibi belli başlı işlevlere cevap vermelidir. Psikolojik ve fizyolojik gereksinmeler, görsel konforu etkileyen ışığın nitelik ve niceliğin kabul edilebilir düzeyde, ya da belirli değerlerde, hacmin içerisinde sağlanması ile karşılanabilmektedir. Düzgün aydınlatma, kullanıcıya yerinde esneklik sağlar, görsel bir sakinlik verir. Düzgün olmayan aydınlatma ise kullanıcı yerini kısıtlar, ancak görsel olarak algı farklılığı yaratabilir.. Aydınlık düzeyi düzgünlüğü ortama göre değişir (Kocabey, 2008). Görsel konfor kriterleri; aydınlık düzeyi, parıltı ve renk olarak sınıflandırılabilir Aydınlık düzeyi, birim alana düşen ışık akısıdır. Gözün görme yeteneğini doğrudan etkileyen bir etkendir. Gözün kontrast duyarlılığı, görüş keskinliği ve görme hızını içeren görme yeteneği arttıkça, yapılan işteki verim artarak, yorgunluk azalacak ve konforda bulunma duygusu artacaktır (Küçükdoğu, 1976). Birimi lumen/m^2 ya da lux olarak ifade edilmektedir. Diğer kriterler olan parıltı ve ışık rengi de göz ardı edilmemesi gereken aydınlatma parametreleridir. Işığın rengi okuyucunun görsel çevreyi algılamasını etkiler, ancak kabul edilebilir sınırlar içinde doğrudan göz verimine etkisi yoktur; yine de kimi renkler okuma gibi çalışma ortamlarına uygun değildirler. Kütüphanelerde gerçekleştirilen görsel eylemler göz önüne alındığında seçilen ışık kaynaklarının renksel geriverim açısından uygun olmaları, renklerin doğru algılanmasını ve görsel performansın arttırılmasını sağlayacaktır (Thompson, 1989).

Kütüphane Mekânlarında Görsel Konfor Kriterlerine İlişkin Uluslararası Standartlar

Aydınlık düzeyi, parıltı ve renk; fizyolojik konfor koşullarını oluşturan başlıca etkenlerdir. Bu etkenlerin belirli değerlere ulaşması ve belirli sınırlar içinde tutulması ile görsel konfor koşulları sağlanarak, görme yeteneği optimum düzeyde sağlanmaktadır. *CIE (International Commission on Illumination), IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), CIBSE (The Chartered Institution of Building Services Engineers)* ve *EN (European Standarts)* gibi kuruluşlar, geçmişten günümüze yapılan çalışmalarla, görsel konfor koşulları için belirli değerler ortaya koymuşlardır. Aydınlatma odaklı çalışmalarda, bu kuruluşların yayınladığı referans kaynaklar olan *CIBSE-Code for Lighting: 2009, CIE-Lighting of Work Places: 2011, EN 12464-1 Light and Lighting –Lighting of work places: 2011* ve *IESNA-The Lighting Handbook 10th edition-Reference and Application* öncelikli olarak ele alınmaktadır. Bu çalışma kapsamında yapılan ölçüm ve değerlerde de bu temel kaynaklara uygunluk esas alınmaktadır.

Kütüphanelerde hem okuyuculara hem de görevlilere okuma ve araştırma eylemine uygun görsel çevre sağlamak gerekmektedir. Çalışanlar görsel eylemlerini hızlı, akıcı ve konforlu şekilde gerçekleştirebilmelidirler. Parıltı farklılıkları ve renk kontrastları görme eylemi için gereklidir. Buna benzer olarak iç mekânlar da yüzeylerin parıltı farklılıklarından dolayı görülebilmektedir. Görülen her şey değişik parıltıları olan çeşitli renkli yüzeylerdir. Farklı fonksiyonlara sahip hacimlerde görme görevi ile çevresi arasında istenen parıltı oranları değişim sınırları önemlidir. Kütüphanelerdeki yatay çalışma alanlarında önerilen parıltı oranları, bürolardaki yatay çalışma alanlarıyla aynı ilkede görülmektedir (Kandişer, 2003).

Uluslararası standartlara kütüphanelerde önerilen parıltı oranları incelendiğinde, görsel kâğıt yüzeyi ile bitişik bilgisayar ekranı arasındaki parıltı oranının 3:1 veya 1:3; bitişik görsel iş ile bitişik karanlık çevre arasındaki parıltı oranının 3:1 veya 1:3; görsel iş ile uzak çevre arasındaki parıltı oranının 10:1 veya 1:10; görsel alan içinde her yerdeki parıltı oranının 40:1 veya 1:40 olduğu görülmektedir. Verilen parıltı oranlarını gerçekleştirmek için önerilen, iç yüzeylere ait ışık yansıtma katsayısı oranlarının, tavan % 70-90, duvarlar % 40-60, döşeme % 30-50, eşyalar % 35-50 olacak şekilde düzenlenmesidir. Bilgisayarla çalışılan ortamlarda tavan düzleminin parıltısının belli değerlerde tutulması gerekir. Dolaylı aydınlatmadan kaynaklanabilecek tavan parıltısı ekranlarda konforsuzluk yaratabilir. Standart parıltı oranları sağlanan bir ortamda, maksimum tavan parıltısının, bilgisayar ekranında gerçekleşenin on katından daha fazla değere sahip olmaması önerilir. Tablo 1'de, ABD ülkeleri için hazırlanan, uluslararası düzeyde kabul gören ve referans alınan *IESNA "The Lighting*

Handbook 10'th Edition-Reference and Application" standardında, kütüphanedeki farklı eylem alanlarına göre değişen görsel konfor kriterleri yer almaktadır (IESNA, 2011). Bu değerler, AB ülkelerini kapsayan *"Light and- Lighting of work places- Part 1: Indoor work places* başlıklı *EN 1464-1 standartı, BS -1SO standartları* ile referans alınan *CIE "Lighting of work places: 2011* ve CIBSE tarafından yayınlanan *Code for lighting CIBSE 2009* standardında yer alan kriterler ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 1: Kütüphane İşlevlerine Göre Önerilen Aydınlık Düzeyi (IESNA, 2011)

İşlevler	**Önerilen aydınlık düzeyleri (lux)**	**Kamaşma indeksi limiti**
Okuma odaları (gazeteler ve dergiler	200	19
Okuma masaları (ödünç verme)	400	19
Okuma masaları (referans verme)	600	16
Fişler	600	19
Kapalı kitap rafları	100	-
Ciltleme	600	22
Kataloglama, tasnifleme, depo alanları	400	22

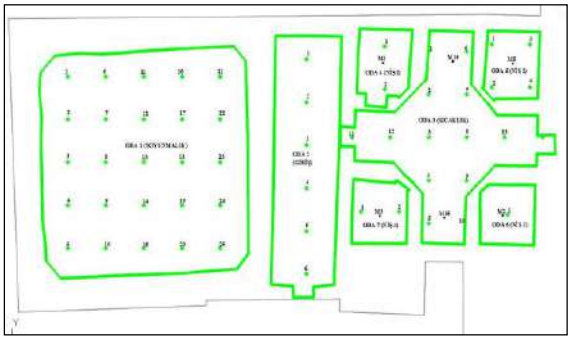
Kütüphane mekânlarında yer alan eserlerin korunumu da görsel konfor koşulları kadar önemlidir. Bütün kâğıtlar, parşömenler, üzerlerindeki yazılar ve işaretler ışıktan zarar görebilirler. Zarar tamamen beyaz yüzeylerin yuttuğu UV (ultraviole) ışınımından kaynaklanmamaktadır. Bozulma oranı ışığın şiddetine, objeden uzaklığına ve etkinin süresine bağlıdır. Yüksek ışık şiddeti ve uzun etki süresi daha fazla oranda bozulmaya sebep olur. Hassas malzemeler 50 lux' ten fazla aydınlık düzeyinde uzun süre bırakılmamalıdır. El yazmaları, bunları görmek isteyen okuyucular tarafından kolayca açılabilecek şekilde örtülerle kaplanabilirler. UV ışınlarının yarattığı bozulmaları engellemek için uygulanabilecek en etkili yöntem, eğer söz konusu ışık doğal ışık ise, ışık kaynağı ile nesne arasına UV ışınlarını yutan bir film tabakası koymaktır (Goodbar, 1976). Bu cam, özel bir cam veya daha ucuz, vernikli, plastik levhalı cam olabilir. Cam türlerinin performansları ve maliyetleri değerlendirilmelidir. Bir objeden 3 m yükseklikte bulunan flüoresan ışık kaynağının objeye zararı olmazken, doğrudan güneş ışığı her zaman tehlikelidir (Thompson, 1989). Günümüzde bu tür önlemleri armatüre bağlı lensler ve özel reflektörler yardımıyla aygıt ölçeğinde çözmek mümkündür. Çeşitli ışık kaynaklarına ait yüzde olarak bozulma oranları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2: Çeşitli Işık Kaynaklarına Ait Bozulma Oranları (Robbins, 1986)

Işık Kaynağı	Renk Sıcaklığı (K)	Bozulma Oranı (%)
Zenit gök ışığı	11.000	100
Bulutlu gök	6.400	44
Güneş ışığı, 30 º enlemi	5.300	27
Flüoresan lambalar		
Doğal beyaz	4.300	34
Sıcak beyaz	2.900	28
Günışığı	6.500	25
Enkandesen lamba	2.850	9

Setenönü Hamamı Mevcut Günışığı Değerleri Ölçüm Sonuçları

Önerilen yeni işlev kararına göre düzenlenen aydınlatma tasarımının öncelikli olarak görsel konfor koşullarını sağlayıp, enerji tüketiminin azaltılması ile birlikte optimum verimliliği sağlaması hedeflenmektedir. Enerji verimliliği konusu içerisinde öncelikli parametre olarak yer alan günışığının hacimdeki dağılımı önem kazanmaktadır. Bu sebeple proje kapsamında belirtilen yönteme uygun olarak her ayı içeren günışığı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de proje alanının günışığı alan hacimlerinde, ölçümlere uygun olarak belirlenen gridal nokta düzlemi yer almaktadır. Gridal düzen 2x2 aksında olup, simulasyonların yapılacağı Dialux 4.12 programının ölçüm noktaları çıktısına uygun olarak düzenlenmiştir. Ölçümler çalışma düzleminde (h:80) gerçekleştirilmiş olup, 12 ayı kapsayacak şekilde devam etmiş ve *"Assence Lighting Passport" Spectrum Genius cihazı* ile gerçekleştirilmiştir (Kozlu v.d., 2018).



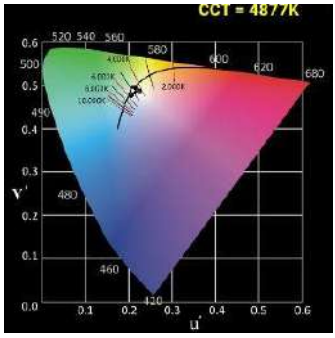
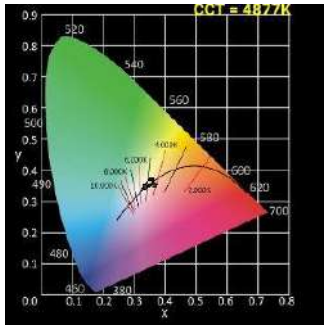
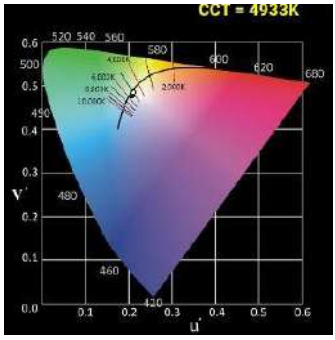
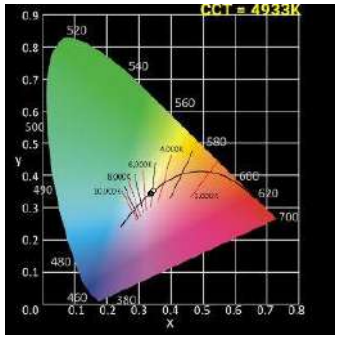
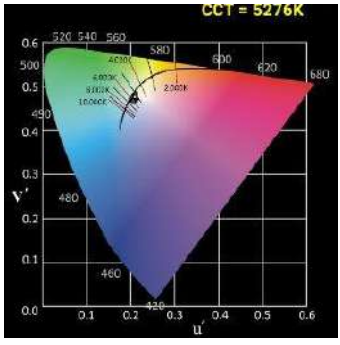
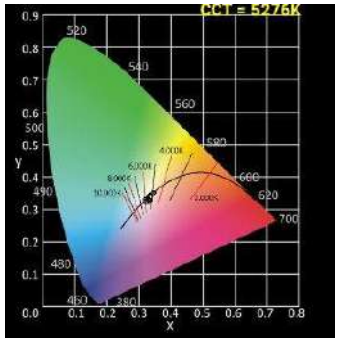
Şekil 2: Setenönü Hamamı Günışığı Alan Hacimlerde Belirlenen Ölçüm Noktaları (Kozlu v.d., 2018).

Tablo 3'de proje alanında günışığı alan hacimlerde, belirlenen ölçüm noktalarından Haziran ayına ilişkin elde edilen aydınlık düzeyi değerleri, Tablo 4'de Setenönü Hamamının günışığı alan hacimlerinde belirlenen ölçüm noktalarından elde edilen dalga boyları spektrum ve CCT renk sıcaklığı verileri yer almaktadır.

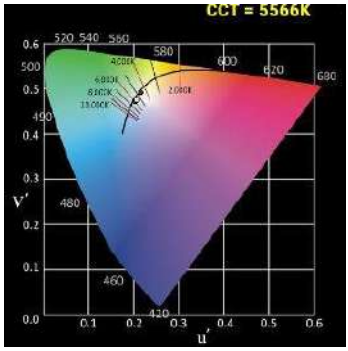
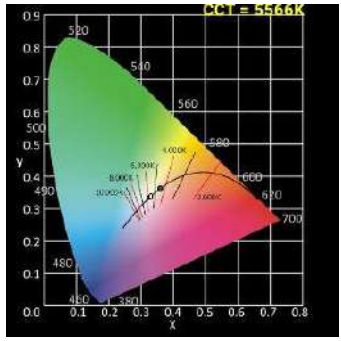
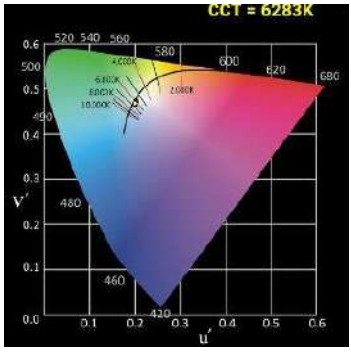
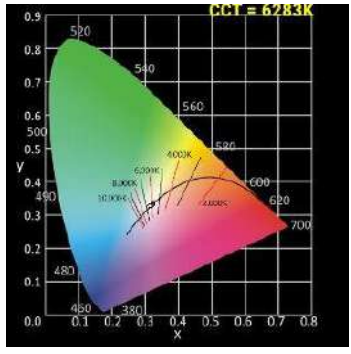
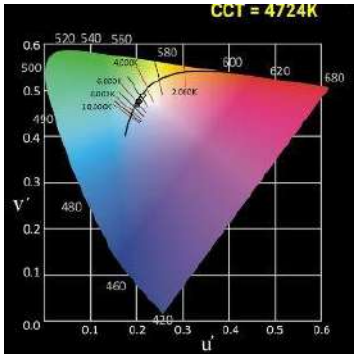
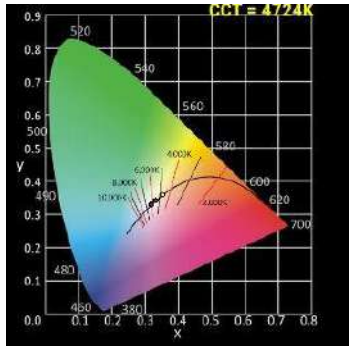
Tablo 3: Günışığı Alan Hacimlerdeki Ölçüm Noktalarında Haziran Ayında Belirlenen Aydınlık Düzeyi Değerleri (Tüm yıllık ölçümler her ayın 15. gününde yapılmıştır.) (Kozlu v.d., 2018)

Mekân adı	**Oda 1**	**Oda 2**	**Oda 3**	**Oda 4**	**Oda 5**	**Oda 6**	**Oda 7**
Tip	A	B	C	D	E	F	G
1	18	53	4	78	-	81	12
2	12	86	5	28	-	81	12
3	6	52	15	117	-	X	88
4	14	45	3	X	75	X	X
5	14	208	2	X	75	X	X
6	14	181	5	X	X	X	X
7	14	X	6	X	X	X	X
8	16	X	12	X	X	X	X
9	28	X	5	X	X	X	X
10	114	X	4	X	X	X	X
11	14	X	8	X	X	X	X
12	8	X	23	X	X	X	X
13	13	X	3	X	X	X	X
14	15	X	76	X	X	X	X
15	17	X	36	X	X	X	X
16	14	X	X	X	X	X	X
17	14	X	X	X	X	X	X
18	13	X	X	X	X	X	X
19	34	X	X	X	X	X	X
20	71	X	X	X	X	X	X
21	15	X	X	X	X	X	X
22	14	X	X	X	X	X	X
23	15	X	X	X	X	X	X
24	16	X	X	X	X	X	X
25	16	X	X	X	X	X	X
E. ort (lux)	22	104	14	74	7	81	37

Tablo 4: Hacimlere Ait Dalga Boyları Spektrum ve CCT Renk Sıcaklığı

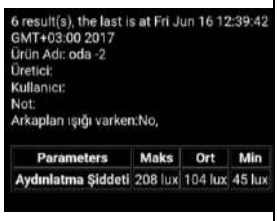
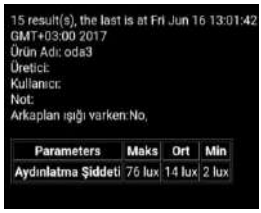
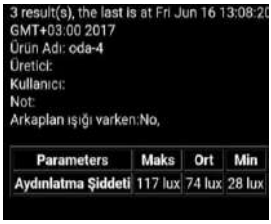
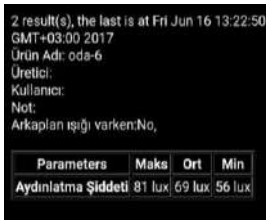
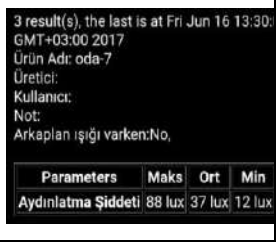
Mekânlar	**Işık Dalga Boyu (Spektrum)**	**Cct (Renk Sıcaklığı)**
ODA 1 (Soyun-malık)		
ODA 2 (Giriş)		
ODA 3 (Sıcaklık)		

Tablo 4 (devamı): Hacimlere Ait Dalga Boyları Spektrum ve CCT Renk Sıcaklığı Verileri

Mekânlar	Işık Dalga Boyu (Spektrum)	CCT (Renk Sıcaklığı)
ODA 4-5 (Niş-1-2)		
ODA 6 (Niş-3)		
ODA 7 (Niş-4)		

Tablo 5'de, farklı mekânlar için belirlenen maksimum, minimum ve ortalama aydınlık düzeyi değerleri verilmektedir. , Tablo 6'da ise Şubat – Ocak ayları arasında 12 ay boyunca, yukarıda belirtilen yönteme uygun olarak, günışığı alan hacimlerde belirlenen aydınlık düzeyi ortalama değerleri yer almaktadır. Ölçümler belirtilen ayların 15. gününe ait olup, çalışma düzlemi h:80 alınmıştır.

Tablo 5: Hacimlere Ait Ölçülen Aydınlık Düzeyi Değerleri

Oda 1	Oda 2	Oda 3
		
Oda 4-5	**Oda 6**	**Oda 7**
		

Tablo 6: Günışığı Alan Hacimlerde Aylara Bağlı Olarak Belirlenen Ortalama Aydınlık Düzeyi Değerleri

E ort. (lux)	Oda 1	Oda 2	Oda 3	Oda 4	Oda 5	Oda 6	Oda 7
Şubat	9	43	6	31	7	33	15
Mart	12	55	8	40	9	43	20
Nisan	15	73	10	51	12	57	26
Mayıs	19	92	12	65	15	71	33
Haziran	22	104	14	74	7	81	37
Temmuz	22	106	14	75	7	83	38
Ağustos	21	100	13	71	7	78	36
Eylül	17	80	11	57	5	62	28
Ekim	11	53	7	38	4	41	19
Kasım	7	35	5	27	2	27	12
Aralık	6	28	4	20	2	22	10
Ocak	6	29	4	21	2	23	10

Değerlendirme

İşlev kararlarında, belirlenen eyleme bağlı olarak sağlanması gereken görsel konfor koşulları CIE, IESNA, CIBSE, EN gibi kuruluşların çalışmaları ile önceki bölümlerde ele alınmıştır. Bu kuruluşların yayınladığı referans kaynaklarda incelenen, kütüphane işlevlerinde gereken görsel konfor kriterleri değerlerinin uluslararası düzeyde birbirleri ile uyumlu oldukları görülmektedir. Bu sonuçlara bağlı olarak; okuma ve çalışma salonlarında gereken aydınlık düzeyi değerinin 500 lux'ün altına düşmemesi gerektiği, kitap rafları ve depolama alanları için ise minimum

200 lux aydınlık düzeyinin gerektiği belirtilmektedir. Giriş-lobi, dinlenme gibi alanlar için de yine 100-200 lux arası bir aydınlık düzeyi gerekmektedir. Günışığı alan hacimlerde şimdiye kadar belirlenen ölçüm değerleri incelendiğinde, elde edilen maksimum aydınlık düzeyi değerinin 208 lux, ortalama aydınlık düzeyi değerinin ise; 104 lux olduğu görülmektedir. Bu değerler ve standart gereksinimleri karşılaştırıldığında, hacimlerdeki mevcut aydınlık düzeyinin 7/24 aktif olduğu düşünülen kütüphane işlevi için yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda önerilecek olan aydınlatma tasarımında bu veriler dikkate alınmıştır.

AYDINLATMA TASARIMI VE HESAPLAMALARI

Hacimlerde yapılan aydınlatma tasarımında öncelikli olarak kütüphane işlevine uygun görsel konfor koşullarının sağlanması hedeflenmiştir. Aynı zamanda yapıya minimum müdahale ilkesi uyarınca, özgün yapı elemanlarına en az zarar verecek sistem olan, armatürlerin konstrüksiyona montajı ilkesi tercih edilmiş, yapı yüzeylerinde armatür montajından kaçınılmıştır. Hacimde kullanılan renkler ve mobilya seçeneklerine bağlı olarak, tavan yansıtma katsayısı % 76, duvarlar %84, zemin %25, 8 ve bakım çarpanı 0,8 olarak belirlenmiş ve geçerli parıltı oranları sağlanmıştır. Seçilen ışık kaynaklarının, ışık renginin standartlarda olması gereken minimum renksel geriverim/Ra=80 olması tercih edilmiştir. Görsel konfor koşullarının sağlanması ile birlikte enerji tüketim değerleri de hesaba katılarak tüm yapı genelinde LED armatür kullanımı tercih edilmiştir. Bu kapsamda her hacim ayrı ayrı ele alınarak farklı hesap yüzeyleri tanımlanmıştır.

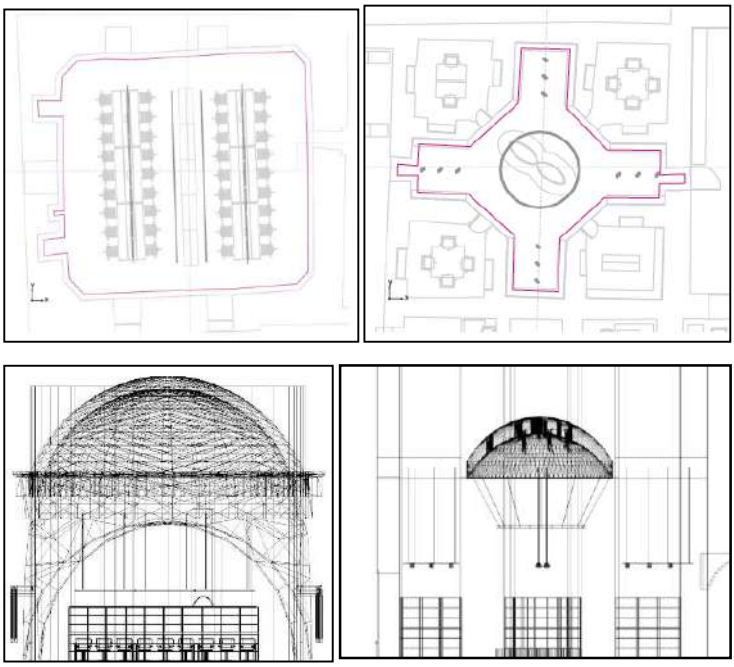
LED lambalar LED kelimesi "*light emitting diode*" nin kısaltması olup; "ışık yayan diyot" anlamını taşımaktadır. Klasik aydınlatma sistemlerine göre düşük enerji tüketimi, uzun ömürlülük, sağlamlık, yüksek dayanıklılık ve güvenilirlik gibi avantajlara sahip olan LED lambalar, ışık verimliliği ve enerji tüketimi açısından diğer lamba türlerine göre daha avantajlıdır. Uzun ömürlü ve sağlam oluşu, boyutlarının küçüklüğü, içerisinde doğaya zarar verebilecek herhangi bir gazın bulunmaması ve çok çeşitli renklerde sunulması, LED lambaların kullanılırlığını arttırmaktadır (Ataç, 2013).

Yeni nesil LED teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, 2011 yılı itibariyle LED'li lambalar floresan lambaların yerine kullanılabilecek yeterliliğe ulaşmış durumdadır. Önümüzdeki yıllarda ışık akısı, ışıksal etkinlik ve lümen sürekliliği parametrelerindeki iyileştirmelerle birlikte, aydınlatma sektörünün tamamında yeni nesil LED'li lambaların kullanımı yaygınlaşacaktır. Bu durum elektrik tasarrufu sağlamanın yanında çevreyle dost ışık kaynaklarının kullanımını da beraberinde getirecektir. LED'li lambaların performansını etkileyen sıcaklık sorununa çözüm olacak termal tasarımların gerçekleştirilmesi ve güç faktörü düzeltme (PFC) özelliğine

sahip sürücülerin kullanılması sayesinde LED'li aydınlatma sistemleri, enerji verimliliği ve güç kalitesi üzerine olumlu katkılar sağlamaktadır (Erol ve Canbolat, 2011).

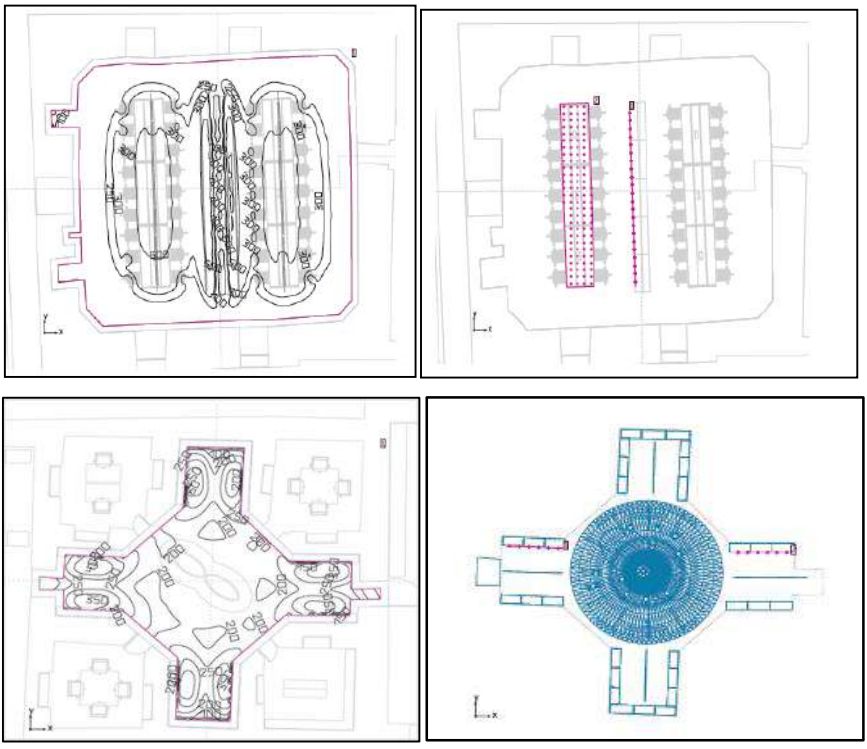
Okuma Salonu-1 (Oda-1) ve Okuma Salonu 2 (Oda-3)

Hamamın ana mekânları olan soyunmalık (Oda-1) ve sıcaklık (Oda-3) bölümleri, işlevlendirme projesi kapsamında okuma salonlarına dönüştürülmüştür. Hamamın özgün yapı elemanlarına en az seviyede müdahale edilmesi ilkesi ve enerji etkin tasarım ilkeleri göz önünde bulundurulmuş, farklı üretici firmaların Led ürünleri seçilerek aydınlatma tasarımı yapılmıştır. Oda-1'de çalışma masası düzleminin homojen ve gölgesiz aydınlatmaya uygun olması için, belirli yükseklikteki konstrüksiyona asılan lineer Led armatürler kullanılmıştır. Aynı zamanda kubbenin aydınlatılması için konstrüksiyon yüzeyine; kubbeye bakacak şekilde gizli ışıklar yerleştirilmiştir. Kitapların bulunduğu rafların yüzeyini aydınlatması ise yine raflara monte edilen konstrüksiyon ve lineer aydınlatma ile sağlanmıştır. Oda 3'de daha serbest bir okuma düzenine uygun bir aydınlatma sistemi tasarlanmış, kubbe çevresindeki konstrüksiyona adapte edilen dekoratif dairesel led armatürler ve raf yüzeylerinin düzgün ve homojen aydınlatılması için yine konstrüksiyona adapte edilen led raylı armatürler kullanılmıştır Okuma salonlarında, yapılan tefrişe uygun olarak tasarlanan aydınlatma sistemi Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3: Okuma salonlarında aydınlatma sistemi tasarımı

Kullanılan armatürlerin hacimde sağlamış olduğu ortalama aydınlık düzeyi, değer eğrileri ve seçilen ilave hesap yüzeyleri plan düzleminde Şekil 4'de görülmektedir. Hacimde kullanılan renkler ve mobilya seçeneklerine bağlı olarak, Okuma Salonu 1'de tavan yansıtma katsayısı % 79, Okuma Salonu 2'de tavan yansıtma katsayısı % 70, iki mekânda da duvarlar %84, zemin %25,8 ve bakım çarpanı 0,8 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4: Okuma Salonlarının Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzlemi; Değer Eğrileri Grafiği ve Seçilen Masa Düzlemi ve Raflardaki Düşey Hesap Yüzeyleri

Tablo 7'de yapılan tasarıma ilişkin çalışma düzleminde hesaplanan aydınlık düzeyi değerleri belirtilmektedir. Bu sonuçlara göre Okuma Salonu-1 için hacimde hesaplanan ortalama aydınlık düzeyi değeri 316 lux, Okuma Salonu-2 için 249 lux'tür. Okuma salonlarında genel aydınlık düzeyi dışında uluslararası standartlarda da belirtildiği gibi, kitap raflarındaki düşey aydınlık düzeylerinin de görsel konfor kriterlerine uygun olması gerekmektedir Hesaplama yüzeylerine ilişkin sonuç değerlerine göre çalışma masası düzleminde hesaplanan aydınlık düzeyi 482 lux, rafların yüzeyinde hesaplanan düşey aydınlık düzeyi 360 lux, açık kitap raflarının düşey yüzeyinde hesaplanan aydınlık düzeyi değerleri ortalama 200-212 lux olarak belirlenmiştir.

Tablo 7: Mekânlarda Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzleminde ve Seçilen Hesap Yüzeylerinde Belirlenen Aydınlık Düzeyi Değerleri

Yüzey	Sonuç	Orta (nominal)	Min.	Maks	Min/orta	Min/ maks
Okuma Salonu-1 çalışma düzlemi	Dikey aydınlık (adaptif) (lux) Yükseklik: 0,800 m., Sınır bölgesi: 0,250 m.	316 (≥500)	60,8	617	0,19	0,10
Rafların yüzeyi	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 1,194 m.	360	160	723	0,44	0,22
Okuma masaları üzeri	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,720 m.	482	0,00	575	0,00	0,00
Okuma salonu-2 çalışma düzlemi	Dikey aydınlık (adaptif) (lux) Yükseklik: 0,800 m., Sınır bölgesi: 0,250 m.	249 (≥500)	64,1	406	0,26	0,16
Açık raf yüzeyi-2	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,988 m.	212	107	393	0,50	0,27
Açık raf yüzeyi-1	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,988 m.	202	104	378	0,51	0,28

Okuma salonları için elde edilen sonuçların, kütüphanelerde sağlanması gereken konfor koşullarının belirtildiği Tablo 1'de yer alan uluslararası kriterlere uygun olduğu görülmüştür. Şekil 5 ve 6'da mekânlara ilişkin Dialux 4.12/ Evo ve 3D Max programları simülasyonları ile elde edilen görünüşler yer almaktadır.



Şekil 5: Okuma Salonu-1 (Oda-1) İç Mekan Görünüşleri



Şekil 6: Okuma Salonu-2 (Oda-3) İç Mekan Görünüşleri

Hacimde kullanılan armatürler ve teknik verilerin Dialux 4.12/ Evo programından elde edilen bilgileri Şekil 7 ve 8'de görülmektedir

#	Işıklık	Φ(Işıklık) [lm]
6	Fagerhults Belysning AB - 13226-402 Notor 78 Delta direct elox 4K Işık yayımı 1 > 1xLED: CCT 3000 K, CRI 100	3800
14	LED Linear GmbH - - 2530WWHO301008 Işık yayımı 1 > 1xLED module: CCT 3000 K, CRI 85	703
14	iGuzzini illuminazione - MI59_LENGTH1 Underscore15 - 18 14,4W Işık yayımı 1 > 1xLED: CCT 3000 K, CRI 100	1800
	Tüm aydınlatma aygıtlarının toplamı	57842

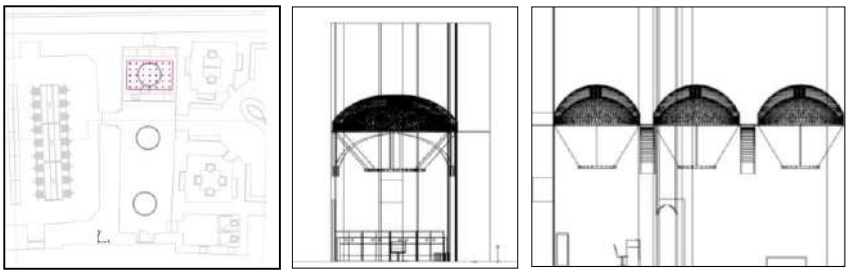
Şekil 7: Okuma Salonu-1 (Oda-1) İçin Önerilen Aydınlatma Armatürleri ve Teknik Veriler

#	Işıklık	Φ(Işıklık) [lm]
24	ERCO GmbH - 79645000_V04 Parscan Floodlight	533
1	Molto Luce - 445-9230013260 RINQ PDI 3000 HÄNGELEUCHTE 390W 2700K schwarz MIKROPRISMEN	10000
	Tüm aydınlatma aygıtlarının toplamı	22792

Şekil 8: Okuma Salonu-2 (Oda-3) İçin Önerilen Aydınlatma Armatürleri ve Teknik Veriler

Giriş-Holü (Oda-2)

Orijinalinde hamama ait ılıklık bölümü olan, ancak son dönemlerde kapı açılarak girişe dönüştürülen mekân, işlevlendirme projesi kapsamında da yine Giriş Holü olarak değerlendirilmiştir. Mekânda, kubbe çevresine uygulanan konstrüksiyona adapte edilen dairesel Led armatürler kullanılmıştır. Aynı zamanda kubbelerin aydınlatılması için konstrüksiyon yüzeyine; kubbelere bakacak şekilde gizli ışıklar yerleştirilmiştir (Şekil 9). Tasarımda kullanılan armatürler ve teknik verilerin Dialux 4.12/ Evo programından alınan verileri Şekil 10'da belirtilmektedir.

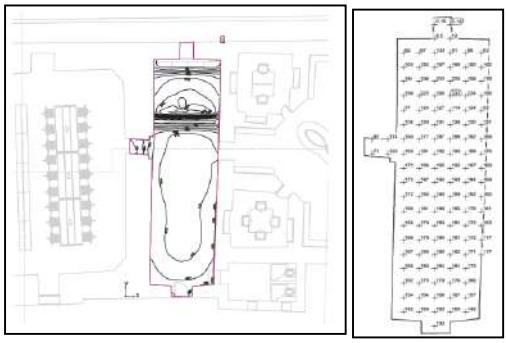


Şekil 9: Giriş Holü (Oda-2) İçin Önerilen Aydınlatma Tasarımı

# Işıklık	Φ(Işıklık) [lm]
3 Molto Luce - 445-921501916d RINQ PDI 1500 HÄNGELEUCHTE 196W 3000K schwarz PMMA OPAL DALI	4000
3 iGuzzini illuminazione - M159_LENGTH1 Underscore15 - 18 14,4W	400
Tüm aydınlatma aygıtlarının toplamı	13200

Şekil 10: Oda-2 Giriş Holü için önerilen aydınlatma armatürleri ve teknik veriler

Kullanılan armatürlerin hacimde sağlamış olduğu ortalama aydınlık düzeyi hesap noktaları sonuçları ve değer eğrileri plan düzleminde Şekil 11'de görülmektedir. Hacimde kullanılan renkler ve mobilya seçeneklerine bağlı olarak, tavan yansıtma katsayısı % 76, duvarlar %84, zemin %25, 8 ve bakım çarpanı 0,8 olarak belirlenmiştir.



Şekil 11: Oda-2 Giriş Holü Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzlemi; Ortalama Değer Eğrileri Grafiği ve Hesap Noktaları

Tablo 8'de, yapılan tasarıma ilişkin çalışma düzlemi için hesaplanan aydınlık düzeyi değerleri belirtilmektedir. Bu sonuçlara göre Giriş Holü için hacimde hesaplanan ortalama aydınlık düzeyi değeri 158 lux'tür. Giriş Holünde genel aydınlık düzeylerinin dışında, sekreterya bölümü ve giriş bölümü ayrı olarak hesaplanmıştır. Standartlara uygun olarak, sekreterya bölümündeki masa düzlemi aydınlık düzeyi, genel giriş alanından farklı olmalıdır Hesaplama yüzeylerine ilişkin sonuç değerlerine göre sekreterya bölgesinde hesaplanan aydınlık düzeyi 196 lux, giriş bölümünde hesaplanan aydınlık düzeyi 172 lux, bunlara ilave olarak danışma masası

üzerindeki hesaplanan aydınlık düzeyi 571 lux olarak belirlenmiştir. Mekân için yapılan hesaplama sonuçlarının, kütüphanelerde ve danışma bankolarında sağlanması gereken konfor koşullarının belirtildiği Tablo 1'deki uluslararası kriterlere uygun olduğu görülmüştür. Şekil 12'de Dialux 4.12 –Evo-3Dmax simülasyonundan elde edilen, Giriş Holüne ait görünüşler yer almaktadır.



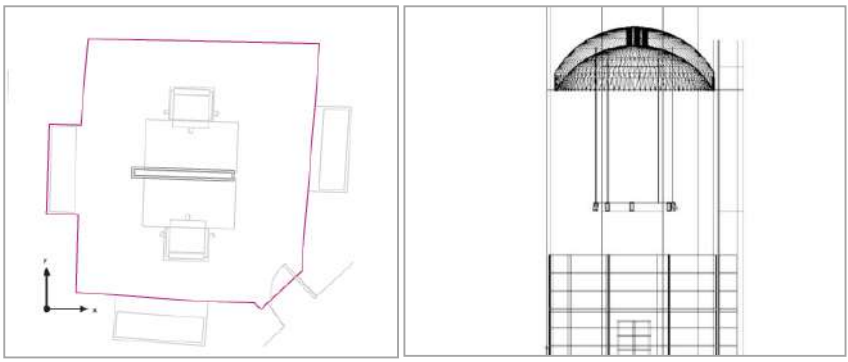
Şekil 12: Oda-2 Giriş Holüne İlişkin İç Mekân Görünüşleri

Tablo 8: Oda-2 Giriş Holü Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzleminde Ve Seçilen Yüzeylerde Hesaplanan Aydınlık Düzeyi Değerleri

Yüzey	Sonuç	Orta (nominal)	Min.	Maks	Min/ orta	Min/ maks
Çalışma düzlemi	Dikey aydınlık (adaptif) (lux) Yükseklik: 0,800 m., Sınır bölgesi: 0,000 m.	158 (≥500)	0,14	265	0,00	0,00
Sekreterya bölgesi	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,800 m.	196	163	241	0,83	0,68
Giriş genel aydınlatma	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,800 m.	172	135	192	0,78	0,70

Özel Çalışma Bölümleri (Oda 4-5-6-7)

Sıcaklıktaki halvet hücreleri olan bu mekânların yeniden işlevlendirme sürecinde özel çalışma bölümlerine dönüşmesi için tasarlanan bu sistem (Şekil 13, 14) tüm diğer hücrelere de uygulanmıştır.



Şekil 13: Özel Çalışma Bölümü (Oda-4) İçin Önerilen Aydınlatma Tasarımı



Şekil 14: Özel Çalışma Bölümlerine İlişkin İç Mekân Görünüşleri

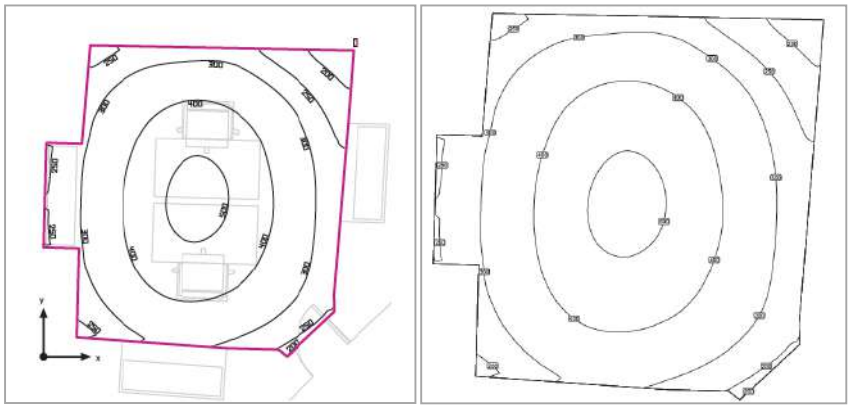
Özel çalışma bölümünde, çalışma düzlemi ve masa yüzeyinde düzgün dağılan ve yaygın bir aydınlık düzeyi sağlanması için kubbe çevresindeki konstrüksiyona adapte edilen lineer LED sarkıt armatürler kullanılmıştır. Tasarımda kullanılan armatürler ve teknik verilerin Dialux 4.12/ Evo programından alınan verileri Şekil 15'de görülmektedir

#	Işıklık	Φ(Işıklık) [lm]
1	Fagerhults Belysning AB - 12169 Closs LED Dir-Ind white 1200 Beta Opti 3K	4990
	Tüm aydınlatma aygıtlarının toplamı	4990

Şekil 15: Özel Çalışma Bölümü (Oda-4) İçin Önerilen Aydınlatma Armatürleri Ve Teknik Veriler.

Kullanılan armatürlerin hacimde sağlamış olduğu ortalama aydınlık düzeyi ve değer eğrileri plan düzleminde Şekil 16'da görülmektedir, Hacimde kullanılan renkler ve mobilya seçeneklerine bağlı olarak, tavan yansıtma katsayısı % 70, duvarlar %84, zemin %25, 8 ve bakım çarpanı 0,8 olarak belirlenmiştir. Tablo 9'da yapılan tasarıma ilişkin Dialux 4.12/

Evo programından alınan, çalışma düzlemi için hesaplanan aydınlık düzeyi değerleri verilmektedir. Bu sonuçlara göre Oda-4 Özel Çalışma Bölümü için hacimde hesaplanan ortalama aydınlık düzeyi değeri 355 lux'tür.



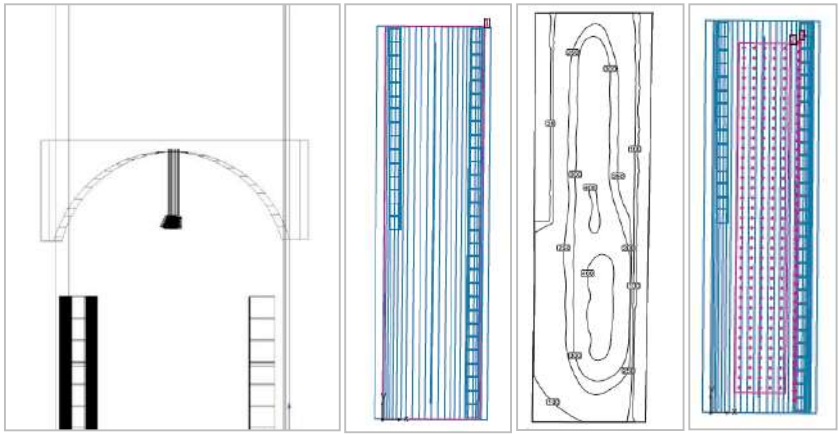
Şekil 16: Özel Çalışma Bölümü (Oda-4) Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzlemi; Ortalama Değer Eğrileri Grafiği

Tablo 9: Özel Çalışma Bölümü Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzleminde Hesaplanan Aydınlık Düzeyi Değerleri

Yüzey	**Sonuç**	**Orta (nominal)**	**Min.**	**Maks**	**Min/ orta**	**Min/ maks**
Çalışma düzlemi	Dikey aydınlık (adaptif) (lux) Yükseklik: 0,800 m., Sınır bölgesi: 0,000 m.	355 (≥500)	171	528	0,48	0,32

Yazma Eserler Bölümü (Oda-8)

Yazma Eserler bölümünde, diğer bölümlerden farklı olarak, eserlerin hava koşullarından ve kullanımdan etkilenmemesi için açık raf sistemi yerine kapalı cam yüzeyli dolapların kullanımı önerilmektedir. Şekil 17'de görüldüğü gibi konstrüksüyona adapte edilen ray sistemi ve lineer armatür kullanımı yerine yönlendirilebilir LED ray armatürleri kullanılmıştır. Eserlerin, armatürlerin yaydığı UV ışınlarından da etkilenmemesi için Erco-Parscan üretiminde yer alan özel filtrelerin de kullanılması önerilmektedir. Hacimde kullanılan armatürler ve teknik verileri Şekil 18'de görülmektedir



Şekil 17: Yazma Eserler Bölümü İçin Önerilen Aydınlatma Tasarımı ve Tasarıma İlişkin Çalışma Düzlemi; Ortalama Değer Eğrileri ve Seçilen Hesap Yüzeyleri Grafiği

#	Işıklık	Φ(Işıklık) [lm]
18	ERCO GmbH - 79753000_V04 Parscan Floodlight	522
	Tüm aydınlatma aygıtlarının toplamı	9396

Şekil 18: Yazma Eserler Bölümü İçin Önerilen Aydınlatma Armatürleri Ve Teknik Veriler

Kullanılan armatürlerin hacimde sağlamış olduğu ortalama aydınlık düzeyi değer eğrileri ve seçilen kapalı dolaplar için düşey aydınlık düzeyi hesap yüzeyleri plan düzleminde Şekil 20'de görülmektedir, Hacimde kullanılan renkler ve mobilya seçeneklerine bağlı olarak, tavan yansıtma katsayısı % 70, duvarlar %84, zemin %25, 8 ve bakım çarpanı 0,8 olarak belirlenmiştir. Tablo 10'da, yapılan tasarıma ilişkin çalışma düzlemi için hesaplanan aydınlık düzeyi değerleri belirtilmektedir. Bu sonuçlara göre Yazma Eserler Bölümü için hacimde hesaplanan ortalama aydınlık düzeyi değeri 212 lux, kapalı dolap yüzeyinde hesaplanan aydınlık düzeyi değerleri ortalama 15 lux'tür. Oda-8 Yazma Eserler Bölümü için yapılan hesaplama sonuçları, kütüphanelerde sağlanması gereken konfor koşullarının belirtildiği Tablo 1'deki uluslararası kriterlere uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 10: Yazma Eserler Bölümü Aydınlatma Tasarımına İlişkin Çalışma Düzleminde ve Seçilen Yüzeylerde Hesaplanan Aydınlık Düzeyi Değerleri

Yüzey	**Sonuç**	**Orta (nominal)**	**Min.**	**Maks**	**Min/ orta**	**Min/ maks**
Çalışma düzlemi	Dikey aydınlık (adaptif) (lux) Yükseklik: 0,800 m. Sınır bölgesi: 0,000 m.	212 (≥500)	0,89	434	0,00	0,00
Kapalı dolapların ön yüzeyi	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,750 m.	156	69,1	256	0,44	0,27
Zemin	Dikey aydınlık (lux) Yükseklik: 0,000 m.	243	143	297	0,59	0,48

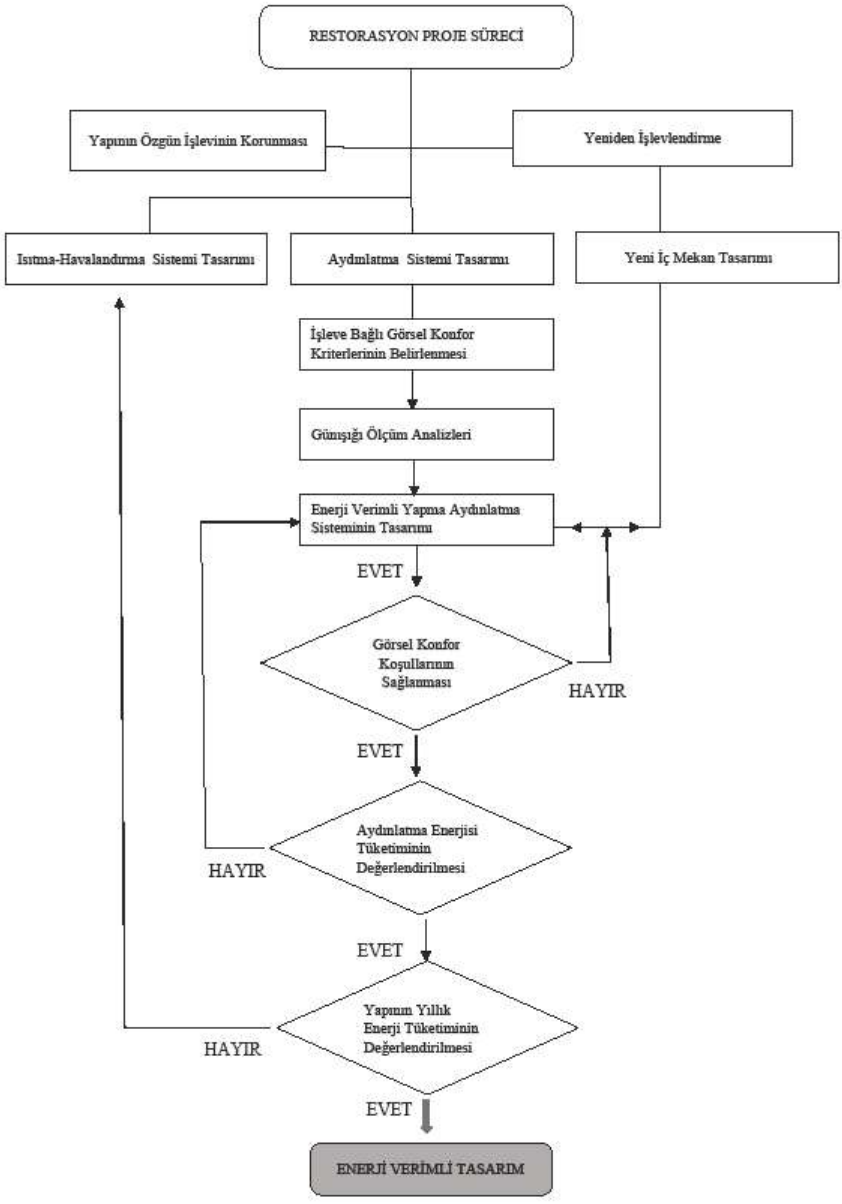
Aydınlatma Tasarımına ilişkin Enerji Tüketim Performans Değerlendirmesi

Yapılan aydınlatma tasarımının toplam kurulu gücü 1568.7 Watt olarak belirlenmiştir. Yıllık tüketim değeri (LENI), 13-14 kWh/a/m^2 aralığındadır. Yapının toplam alanı yaklaşık 400 m^2 olarak belirlenmiş olup, metrekare başına düşen toplama kurulu güç (LPD değeri) 3, 74 Watt/m^2 dir. Bu değerler, ANSI/ASHRAE/IES standartlarında belirtilen kütüphane tipolojisinde izin verilen aralıkların (0.78 W/ft^2 = 7 W/m^2) alt sınırına yakın olup, bu durum yapının enerji performans sınıfının oldukça yüksek seviyede olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu standarda göre izin verilen enerji tüketim aralıkları incelendiğinde, yapılan ölçüm değerlerindeki gün ışığı sonuçlarının, gün ışığına bağlı otomasyon sistemleri için yeterli olmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak her hacimin ayrı anahtarlama sistemine tabi olduğu, böylelikle sık kullanılmayan mekânların kolaylıkla kontrol edilebilmesine olanak veren varlık sensörlü otomasyon sistemlerinin kurulması uygun görülmüştür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İç ve dış aydınlatma tasarımı, tarihi yapı restorasyonlarında, her türlü işlev ve yapı türü için özenle ele alınması gereken bir konudur. Konfor koşullarının sağlanması amacıyla, ısıtma, havalandırma gibi çeşitli tesisat tasarımlarının da koruma önerileri kapsamında ele alınması

gereklidir. İşlevi değişen yapılarda bu durumun ele alınış biçimi, yapıya seçilen yeni işleve göre değişiklik gösterir. Bu kapsamda örneklem yapı olarak belirlenen Setenönü Hamamı için, uluslararası koruma ilkelerine, aydınlatma standartlarına ve bölgesel ihtiyaçlara yönelik belirlenen işleve uygun bir aydınlatma tasarımı önerisi geliştirilmiştir.



Şekil 36: Restorasyon projelerinde aydınlatma odaklı bütüncül çalışma modeli

Yapının yeniden işlevlendirmesi sonucu öncelikle kütüphane giriş holü, danışma bankosu, ana okuma salonu, serbest okuma salonu ve özel çalışma alanları, yazma eserler bölümü ve idari birimlere yönelik değerlendirmeler yapılmış, bu birimlere uygun tefriş ve aydınlatma elemanları belirlenmiştir. Bu mekânlarda standartlar referans alınarak çeşitli hesap yüzeyleri tanımlanmış, her bir yüzey için aydınlık düzeyi sonuçları elde edilmiştir. Böylelikle belirgin şekilde uluslararası standartlarda izin verilen tüketim değerlerinin altında kalan, enerji performansı yüksek bir tasarım elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, restorasyon projelerinde dikkat edilmesi gereken koruma ve aydınlatma ilkelerine uyumludur. Bu ilkeler göz önünde bulundurulduğunda, tarihi yapı restorasyonlarında aydınlatma tasarımının projenin vazgeçilmez bir parçası olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada koruma projelerinde yapının özgün değerlerine mümkün olduğunca zarar vermeyecek bir müdahale sürecinde, iç mekan tasarımı, enerji etkin ısıtma-havalandırma altyapısı ve aydınlatma tasarımının birlikte işlemesini içeren bütüncül ve disiplinlerarası bir bakış açısı geliştirilmiştir (Şekil 36). Örneklem olarak seçilen yapının üzerinde gerçekleştirlen çalışmalar sonucu geliştirilen bu model ile, yeni yapı veya iç mekan tasarımlarında uygulanması gereken ama çoğunlukla gözardı edilen aydınlatma tasarımı ilkeleri ve süreci, tarihi yapı restorasyonları için yeniden kurgulanmıştır.

Önerilen model kapsamında, aydınlatma tasarımı aşamasının tüm alt parametreleri yer almakta olup bu parametreler; hacimdeki yıllık gün ışığı ölçüm analizleri, görsel konfor kriterlerinin sağlanması ve enerji verimliliği yüksek yapma aydınlatma sisteminin oluşturulmasıdır. Elde edilen bu değerlerin, uluslararası standartlarda belirtilen veri aralığında olup olmadığı kontrol edilerek gerektiği durumlarda revizyonlar yapılmalıdır. Aydınlatma tasarımı için yapılan tüm işlemler, diğer altyapı parametrelerinde de eş zamanlı olarak yürütülmeli, iç mekân tasarımı bu verilere göre düzenlenmeli, böylece sistem bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak, psikolojik ve fizyolojik konforun optimize edildiği, enerji performansı yüksek bir tasarım ürünü elde edilmelidir.

NOT

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen FBA_6066 kodlu proje kapsamında üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Ahunbay, Z., (2014). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*. İstanbul: YEM Yayınları.

ANSI/ASHRAE/IES, (2016). Energy *Standart for Buildings Except Low Rise Residential Buildings*, Atlanta.

Ataç, F., (2013). *Kütüphanelerde Doğal ve Yapay Aydınlatma Kriterleri: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Kütüphanesinin Okuma Salonlarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

CIBSE Guide (2009). *Code For Lighting*, The Chartered Institution of Building Services Engineers, Norwich,

CIE Publication, No: 171:2011, Lighting of work Places -1, Viyana, 2011.

EN 12464, (2011). *Light and Lighting of Workplaces: Part 1-Indoor Workplaces*. CEN/TC 169, European Standarts, European Committee for Standardisation.

EN 1464-1, (1986). *Light and-lighting of work places - Part 1: Indoor Workplaces*, European Standarts, European Committee for Standardisation,.

Erol Y., Canbolat T., (2011). *Aydınlatma Sektöründe Yeni Nesil Power Led Teknolojileri*, Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Elazığ, 239-242.

Goodbar, I., (1976). "Possible Reduction of Fading from Art Objects by Elimination of the North Skylight", *Lighting Design and Applications*, 6 (6), 30-33,

IESNA, (2011). *The IESNA Lighting Handbook: Reference & Application.* 10th Edition, New York: Illuminating Engineering Society of North America.

Kandişer, S., (2003). *Kütüphanelerde Doğal Aydınlatma Sistemi ve Tasarım Kararlarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kocabey, S., '(2008). *İç Hacimlerde Aydınlık Düzeyi Dağılımının Bulunması ve Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kozlu, H. H., Sümengen Ö., Gözübüyük S., (2018). Re-*Use and Lighting Design Solutions of Traditional Buildings- Kayseri Setenönü Public Bath*, 4th International Conference on New Trends in Architecture and Interior Design (ICNTAD), St Petersburg, 162-171.

Küçükdoğu, M. Ş., (1976). *İklimsel Konfor ve Aydınlık Seviyesine Bağlı Görsel Konfor Gereksinmeleri Açısından Pencerelerin Tasarlanmasında Kullanılabilecek Bir Yöntem*, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Robbins, C. L., (1986). *Daylighting Design Aad Analysis*. New York: Van Nostrand Reinhold Company,

Thompson, G., (1989). *Planning and Design of Library Buildings, Butterworth Architecture Library of Planning and Design*, Edinburgh: Butterwort Architecture,.

Tonta, Y., (1996). "İnternet, Elektronik Kütüphaneler ve Bilgi Erişimi", *Türk Kütüphaneciliği,* 10 (3), 215-230,.