

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞLEV DEĞİŞİKLİĞİNİN AYDINLATMA TASARIMINA ETKİSİNİN
MYRELAION SARNICI ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

Büşra ÜNLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Danışman

Prof. Dr. Rengin ÜNVER

Temmuz, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞLEV DEĞİŞİKLİĞİNİN AYDINLATMA TASARIMINA ETKİSİNİN
MYRELAION SARNICI ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

Büşra ÜNLÜ tarafından hazırlanan tez çalışması 24.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ÜNVER

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Rengin ÜNVER, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. C. İrem YAYLALI GENÇER, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ayfer AYTUĞ, Üye

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Rengin ÜNVER sorumluluğunda tarafımda hazırlanan İşlev Değişikliğinin Aydınlatma Tasarımına Etkisinin Myrelaion Sarnıcı Örneğinde İncelenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Büşra ÜNLÜ

İmza

Aileme



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimde ve tez çalışmamda yardımını, desteğini ve sabrını esirgemeyen, değerli bilgileriyle beni yönlendiren sayın hocam Prof. Dr. Rengin ÜNVER'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Eğitim hayatım boyunca yanımda olan babam Yaşar ÜNLÜ'ye, annem Dilek ÜNLÜ'ye, ablama, kardeşlerime verdikleri maddi ve manevi destekler için teşekkür ederim. Ayrıca çalışmamın ilk aşamalarında bana büyük yardımı dokunan kardeşim Şevval ÜNLÜ'ye teşekkürler.

Büşra ÜNLÜ

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xvi
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
2 Tarihi Yapılarda Koruma Kavramı ve Yeniden İşlevlendirme	4
2.1 Koruma Yöntemleri	5
2.2 Yeniden İşlevlendirme	6
2.2.1 Yeniden İşlevlendirmede Tarihsel ve Kültürel Nedenler	7
2.2.2 Yeniden İşlevlendirmede Çevresel Nedenler	7
2.2.3 Yeniden İşlevlendirmede Ekonomik Nedenler	8
3 Yeniden İşlevlendirilen Tarihi Yapılarda Aydınlatma	9
3.1 Aydınlatma	9
3.2 Yapay Aydınlatma	10
3.3 Tarihi Yapılarda Yapay Aydınlatma ve Koruma	18
3.3.1 Aydınlatan Işığın Özelliklerine Göre Koruma	18
3.3.2 Aydınlanan Nesnenin Özelliklerine Göre Koruma	20
4 Sarnıçlar	22

4.1 Açık Sarnıçlar	22
4.2 Kapalı Sarnıçlar	23
4.3 İstanbul'daki Yeniden İşlevlendirilmiş Sarnıçlar	25
4.3.1 Yeniden İşlevlendirilmiş Açık Sarnıçlar	25
4.3.2 Yeniden İşlevlendirilmiş Kapalı Sarnıçlar	30
5 Myrelaion Sarnıcı'nın Tarihçesi ve Mimari Özellikleri	42
6 Myrelaion Sarnıcı'nın Mevcut Yapay Aydınlatma Düzeninin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi	51
6.1 Mevcut Aydınlatma Düzeni İnceleme Sonuçları.....	56
6.2 Mevcut Aydınlatma Düzeni İnceleme Sonuçları ve Değerlendirilmesi	59
7 Myrelaion Sarnıcı Yapay Aydınlatma Önerileri	61
7.1 Dolaşım Alanı Aydınlatma Önerisi (D).....	61
7.1.1 Dolaşım Alanı için 1. Aydınlatma Önerisi (D1)	64
7.1.2 Dolaşım Alanı için 2. Aydınlatma Önerisi (D2)	66
7.1.3 Dolaşım Alanı için 3. Aydınlatma Önerisi (D3)	68
7.1.4 Dolaşım Alanı Mevcut ve Öneri Aydınlatma Düzenlerinin Değerlendirilmesi	70
7.2 Tonoz Aydınlatma Önerisi (T).....	71
7.2.1 A Bölgesi Çapraz Tonoz Aydınlatması	74
7.2.2 C Bölgesi Çapraz Tonoz Aydınlatması	78
7.3 Dinlenme Alanı Aydınlatma Önerisi (DA).....	82
7.3.1 Dinlenme Alanı Aydınlatması 1. Öneri (DA1).....	87
7.3.2 Dinlenme Alanı Aydınlatması 2. Öneri (DA2)	92
7.3.3 Dinlenme Alanı Aydınlatması 3. Öneri (DA3).....	97
7.3.4 Dinlenme Alanı Aydınlatması 4. Öneri (DA4)	102
7.3.5 Dinlenme Alanı Aydınlatması 5. Öneri (DA5).....	107

7.4 Myrelaion Sarnıcı Yapay Aydınlatma Önerilerinin Değerlendirilmesi.....	112
8 Sonuç ve Öneriler	114
Kaynakça	117
A Myrelaion Sarnıcı Mevcut Aydınlatma Düzeni Ölçme ve Hesap Sonuçları	121
Tezden Üretilmiş Yayınlar	128



SİMGE LİSTESİ

°	Derece
cd	Kandela
cm	Santimetre
E	Aydınlık düzeyi (lm/m ² , lux)
K	Kelvin, ışık kaynağı için renk sıcaklığı
lm	Lümen
m	Metre
m ²	Metrekare
nm	Nanometre
r	Işık yansıtma çarpanı
R _a	Renksel geriverim indisi
U ₀	Aydınlığın dağılımı
W	Watt

KISALTMA LİSTESİ

A1	Myrelaion Sarnıcı Bodrum Camii Yakınındaki Girişindeki Avize
A2	Myrelaion Sarnıcı Aksaray Caddesi Girişindeki Avize
CIE	Commission Internationale de L'Eclairage
D	Dolaşım Alanı Aydınlatma Önerisi
D1	Dolaşım Alanı için 1. Aydınlatması Önerisi
D2	Dolaşım Alanı için 2. Aydınlatması Önerisi
D3	Dolaşım Alanı için 3. Aydınlatması Önerisi
DA	Dinlenme Alanı Aydınlatma Önerisi
DA1	Dinlenme Alanı Aydınlatması 1. Öneri
DA2	Dinlenme Alanı Aydınlatması 2. Öneri
DA3	Dinlenme Alanı Aydınlatması 3. Öneri
DA4	Dinlenme Alanı Aydınlatması 4. Öneri
DA5	Dinlenme Alanı Aydınlatması 5. Öneri
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites
LED	Light Emitting Diode
T	Tonoz Aydınlatma Önerisi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UGR	Unified Glare Rating

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1	Fildamı Sarnıcı.....	23
Şekil 4.2	Yerebatan Sarnıcı	24
Şekil 4.3	Aeitas Sarnıcı planı ve sarnıcın konumu.....	26
Şekil 4.4	Aeitas sarnıcı günümüzdeki durumu	26
Şekil 4.5	Aspar Sarnıcı planı ve konumu	27
Şekil 4.6	Park alanının ve spor sahasının aydınlatılması için yerleştirilen aydınlatma direklerine örnekler	27
Şekil 4.7	Aspar Sarnıcı günümüzdeki durumu.....	28
Şekil 4.8	Altımermer Sarnıcı planı ve konumu	28
Şekil 4.9	Altımermer Sarnıcı günümüzdeki durumu	29
Şekil 4.10	Fildamı Sarnıcı planı ve konumu	29
Şekil 4.11	Fildamı Sarnıcı günümüzdeki durumu.....	30
Şekil 4.12	Yerebatan Sarnıcı planı ve konumu	31
Şekil 4.13	Yerebatan Sarnıcı yürüyüş yolları aydınlatması	32
Şekil 4.14	Yerebatan Sarnıcı günümüzdeki durumu ve sütun aydınlatması	32
Şekil 4.15	Binbirdirek Sarnıcı planı ve konumu.....	33
Şekil 4.16	Binbirdirek Sarnıcı eski ve yeni işlevi	34
Şekil 4.17	Binbirdirek Sarnıcı yeni işlevine ait görüntüler	34
Şekil 4.18	Binbirdirek Sarnıcı aydınlatma elemanları	35
Şekil 4.19	Şerefiye Sarnıcı planı ve konumu.....	35
Şekil 4.20	Şerefiye Sarnıcı günümüzdeki durumu.....	36
Şekil 4.21	Şerefiye Sarnıcı aydınlatması.....	36
Şekil 4.22	Zeyrek Sarnıcı duvarı	37
Şekil 4.23	Seferikos Sarnıcı günümüzdeki durumu	38
Şekil 4.24	Sultan Sarnıç günümüzdeki durumu	39
Şekil 4.25	Sultan Sarnıç aydınlatması.....	39
Şekil 4.26	Antik Otel Sarnıcı günümüzdeki durumu.....	40
Şekil 4.27	Nakilbent Sarnıcı günümüzdeki durumu ve aydınlatma aygıtları	40
Şekil 4.28	Terzioğlu Halıcılık altındaki sarnıç.....	41
Şekil 5.1	Myrelaion Sarnıcı konumu	42
Şekil 5.2	Myrelaion rotundası planı	43
Şekil 5.3	Yapının restorasyon öncesi görünümü.....	43
Şekil 5.4	Myrelaion Sarnıcı, Kilisesi ve Saray Yapısı X. yüzyıl görünümü canlandırması	44
Şekil 5.5	Myrelaion Sarnıcı planı	45
Şekil 5.6	1992 yılı restorasyonu sırasındaki görünümü	45
Şekil 5.7	Bodrum Camii ve Myrelaion Sarnıcı Genel Görünüm	46
Şekil 5.8	Bodrum Camii Yanındaki Girişi (A) ve Aksaray Caddesindeki Girişi (B)	46
Şekil 5.9	Myrelaion Sarnıcı Dolaşım Alanları ve Mağazalar	47
Şekil 5.10	Sarnıcın iç mekanına ait görseller.....	47
Şekil 5.11	Mağaza hacimleri, dolaşım alanları, girişler ve büfe.....	48
Şekil 5.12	Mağaza Bölme Elemanları.....	49
Şekil 6.1	Myrelaion Sarnıcı giriş, mağaza, depo ve dolaşım alanı bölümleri....	51
Şekil 6.2	Girişlerde yer alan avizelerin ve apliklerin konumları.....	52
Şekil 6.3	A Girişinde bulunan apliklerin ve avizenin (A1) görselleri	53
Şekil 6.4	B Girişinde bulunan apliklerin ve avizenin (A2) görseli	53

Şekil 6.5	Dolaşım alanı aydınlatma düzeni ve mağazalar	55
Şekil 6.6	Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanları aydınlatmasının günümüzdeki durumu.....	55
Şekil 6.7	Dolaşım alanı bölgeleri ve aydınlatma aygıtlarının konumları	57
Şekil 6.8	Dolaşım alanı ölçüm noktaları	57
Şekil 7.1	Bölgeler ve aydınlatma aygıtlarının konumları.....	63
Şekil 7.2	Myrelaion sarnıcı çapraz tonoz görüntüsü ve çapraz tonozun plan, kesit ve görünüşü.....	71
Şekil 7.3	Tonoz aydınlatması için kullanılan noktasal aygıtların kesitte gösterimi.....	72
Şekil 7.4	A ve C bölgelerinin sarnıç içindeki konumları	73
Şekil 7.5	Tonoz hesap yüzeylerinin plan ve kesit üzerinde şematik gösterimi	73
Şekil 7.6	Tonozun bulunduğu A bölgesinin konumu	75
Şekil 7.7	A bölgesi tonozun ve aydınlatma aygıtlarının yerleşimi.....	75
Şekil 7.8	A bölgesinde seçilen tonozun aydınlatmasının simülasyon görseli..	76
Şekil 7.9	A bölgesi tonozun kesiti ve aygıtların konumu	76
Şekil 7.10	Tonozun bulunduğu C bölgesinin konumu.....	78
Şekil 7.11	C bölgesi tonozun ve aydınlatma aygıtlarının yerleşimi	79
Şekil 7.12	C bölgesinde seçilen tonozun aydınlatmasının simülasyon görseli...	79
Şekil 7.13	C bölgesi tonozun kesiti ve aygıtların konumu.....	80
Şekil 7.14	Dinlenme alanının konumu	82
Şekil 7.15	1. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi	88
Şekil 7.16	Avizede kullanılan lambaların yükseklikleri	88
Şekil 7.17	1. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu.....	89
Şekil 7.18	1. Önerinin simülasyon görseli.....	89
Şekil 7.19	2. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi	93
Şekil 7.20	Avizede kullanılan lambaların yükseklikleri	93
Şekil 7.21	2. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu.....	94
Şekil 7.22	2. Önerinin simülasyon görseli.....	94
Şekil 7.23	3. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi	98
Şekil 7.24	Avizede kullanılan lambaların yükseklikleri	98
Şekil 7.25	3. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu.....	99
Şekil 7.26	3. Önerinin simülasyon görseli.....	99
Şekil 7.27	4. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi	103
Şekil 7.28	Avizede kullanılan lambaların yükseklikleri	103
Şekil 7.29	4. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu.....	104
Şekil 7.30	4. Önerinin simülasyon görseli.....	104
Şekil 7.31	5. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi	108
Şekil 7.32	Avizede kullanılan lambaların yükseklikleri	108
Şekil 7.33	5. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu.....	109
Şekil 7.34	5. Önerinin simülasyon görseli.....	109

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	Lamba özellikleri	11
Tablo 3.2	Hedef ve yakın çevre aydınlık düzeyi ilişkisi	13
Tablo 3.3	Yapay ışık kaynaklarının renksel geriverim özellikleri	15
Tablo 3.4	Kamaşma derecesine göre konforsuzluk kamaşmasının değerlendirilmesi.....	16
Tablo 3.5	İç yüzey türleri ve önerilen ışık yansıtma çarpanı değerleri.....	18
Tablo 3.6	İşınım türleri ve dalga boyları	18
Tablo 3.7	Nesnelerin işınımlara karşı duyarlılıkları açısından sınıflandırılması	21
Tablo 3.8	Görünür işınımdan etkilenme derecelerine göre önerilen aydınlık düzeyleri.....	21
Tablo 5.1	Sarınc yüzeylerinin Munsell Renk Dizgesi simgeleri ve yansıtma çarpanları	50
Tablo 6.1	Mevcut düzende dolaşım alanlarında kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri.....	56
Tablo 6.2	Bölge genişlikleri, bölgede bulunan aydınlatma aygıtı sayıları ve bölgedeki hesap ve ölçüm noktalarının sayısı	58
Tablo 6.3	Mevcut düzende dolaşım alanı bölgeleri için ölçme ve hesap sonuçları göre (E_{m_h} = ortalama yatay aydınlık düzeyi, U_0 = aydınlığın dağılımı, E_{m_h}/E_{m_z} = modelleme indeksi ve UGR= kamaşma)	59
Tablo 6.4	TS EN 12464-1:2013 standardına göre dolaşım alanlarında sağlanması gereken ölçütlere ilişkin değerler	59
Tablo 7.1	Dolaşım alanı 1. Önerisinde (D1) kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri.....	64
Tablo 7.2	Dolaşım alanı bölgelerinde mevcut durum ve 1. Öneri (D1) için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{m_h}), modelleme indeksi (E_{m_h}/E_{m_z}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin hesap sonuçları ve sağlanması gereken değerler	65
Tablo 7.3	Mevcut kurulu güç ve 1. Öneri (D1) için enerji verimliliği karşılaştırması.....	65
Tablo 7.4	Dolaşım alanı 2. Önerisinde (D2) kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri.....	66
Tablo 7.5	Dolaşım alanı bölgelerinde mevcut durum ve 2. Öneri (D2) için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{m_h}), modelleme indeksi (E_{m_h}/E_{m_z}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin hesap sonuçları ve sağlanması gereken değerler	67
Tablo 7.6	Mevcut kurulu güç ve 2. Öneri (D2) için enerji verimliliği karşılaştırması.....	68
Tablo 7.7	Dolaşım alanı 3. Önerisinde (D3) kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri.....	68
Tablo 7.8	Dolaşım alanı bölgelerinde mevcut durum ve 3. Öneri (D3) için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{m_h}), modelleme indeksi (E_{m_h}/E_{m_z}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin hesap sonuçları ve sağlanması gereken değerler	69

Tablo 7.9	Mevcut kurulu güç ve 3. Öneri (D3) için enerji verimliliği karşılaştırması.....	69
Tablo 7.10	Mevcut ve öneri düzenlerin dolaşım alanı bölgelerinde oluşturdukları ortalama yatay aydınlık düzeyleri (E_{mh}) ve enerji kullanımları	70
Tablo 7.11	Tonoz aydınlatmasında kullanılan LED aygıtın özellikleri [63]	72
Tablo 7.12	A bölgesi dolaşım alanı (D3) ve tonoz (T) aygıtlarının tonoz ve döşeme yüzeylerinde oluşturduğu aydınlık düzeyi hesap sonuçları	77
Tablo 7.13	C bölgesi dolaşım alanı (D3) ve tonoz (T) aygıtlarının tonoz ve döşeme yüzeylerinde oluşturduğu aydınlık düzeyi hesap sonuçları	81
Tablo 7.14	Önerilen tefrişlerin planı, kullanılan avize tipleri ve avizelerde kullanılan lambaların yükseklikleri	83
Tablo 7.15	Avizelerde kullanılan lambanın teknik özellikleri [61]	84
Tablo 7.16	Dinlenme alanı önerilerine ilişkin avize konumlarını ve lamba yüksekliklerini gösteren kesitler	86
Tablo 7.17	Avize özellikleri	87
Tablo 7.18	Dinlenme alanı 1. Öneri (DA1) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları.....	90
Tablo 7.19	Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları	91
Tablo 7.20	Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları.....	92
Tablo 7.21	Dinlenme alanı 2. Öneri (DA2) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları.....	95
Tablo 7.22	Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları	96
Tablo 7.23	Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları.....	97
Tablo 7.24	Dinlenme alanı 3. Öneri (DA3) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları.....	100
Tablo 7.25	Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları	101
Tablo 7.26	Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları.....	102
Tablo 7.27	Dinlenme alanı 4. Öneri (DA4) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları.....	105
Tablo 7.28	Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları	106
Tablo 7.29	Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları.....	107
Tablo 7.30	Dinlenme alanı 5. Öneri (DA5) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları.....	110
Tablo 7.31	Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları	111
Tablo 7.32	Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları.....	112

İşlev Değişikliğinin Aydınlatma Tasarımına Etkisinin Myrelaion Sarnıcı Örneğinde İncelenmesi

Büşra ÜNLÜ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Rengin ÜNVER

Koruma, tarihi yapıların özgün haliyle gelecek nesillere aktarılması ve bu kültürel mirasın sürekliliğini sağlamak için en az müdahale ile doğru yöntemler uygulanarak muhafaza edilmesi işidir. Bir yapının veya yapı grubunun korunmaya değer olabilmesi için kültürel, sanatsal, mimari, tarihi bir özelliğe sahip olması gerekir. Burada önemli olan, inşaa edilmesinin üzerinden ne kadar süre geçtiği değil sahip olduğu bu değerlerdir.

Fiziksel olarak bozulmaya uğrayan tarihi yapıların ilk işlevi, çağdaş toplumla beraber değişen sosyo-kültürel özelliklere, mimari tasarım ve malzeme alanındaki gelişmelere uyum sağlamak için değişime ihtiyaç duyar. Yapıyı olduğu gibi muhafaza etmek yerine ona çağdaş toplumun gereksinimlerine uygun güncel bir işlev vermek hem sürdürülebilirlik ve ekonomik açıdan hem de kültürel mirasın taşıdığı maddi ve manevi unsurların gelecek nesillere aktarımı için önemlidir.

Sarnıçlar suyun şehir merkezine taşındıktan sonra depolandığı yapılar olup genelde yer altında bulunurlar. Günümüzde özellikle İstanbul'da yer alan sarnıçların birçoğu yeniden işlevlendirilmiş veya işlevlendirilmektedir. Müze, sergi salonu, kapalı çarşı vb. değişik işlevlerle kullanılan bu yapılarda güncel işlevlerine uygun bir aydınlatma düzeninin oluşturulması kaçınılmazdır. Söz konusu düzenler, doğal ışığın mekâna alınmadığı kapalı sarnıçlarda yapay aydınlatma olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapalı sarnıçlarda yapay aydınlatma tasarımı yapılırken, kullanıcı görsel konforunu sağlamak, aygıt yerleşimlerinde yapının özgünlüğünü bozmamak, enerji açısından verimlilik sağlamak vb. kriterler dikkate alınmalıdır.

Bu tez kapsamında, önce yeniden işlevlendirme, tarihi yapılarda koruma ve aydınlatma konuları ele alınmıştır. Ardından, günümüzde kapalı çarşı olarak yeniden işlevlendirilen İstanbul-Fatih ilçesinde bulunan Myrelaion Sarnıcı'nın giriş, mağaza ve dolaşım alanlarına yönelik mevcut yapay aydınlatma düzeninin özellikleri nesnel yöntemlerle (yerinde belirleme ve ölçme) incelenmiştir. Daha

sonra, Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında modellenen dolaşım alanları için hesaplamalar yapılmış, yerinde ölçme ve hesap sonuçları ilgili standartta verilen aydınlatma ölçütleri açısından irdelenmiştir. Çalışmada ayrıca, Myrelaion Sarnıcı'nın dolaşım alanlarına, mimari özelliklerinden olan tonozlara ve tez kapsamında yeni kurgulanan dinlenme alanına yönelik yapay aydınlatma düzeni önerileri verilmiştir. Çalışma 8 bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1'de literatür özeti, tezin amacı ve hipotezi verilmiştir.

Bölüm 2'de tarihi yapılarda koruma kavramı ve yeniden işlevlendirme konusu ele alınmıştır.

Bölüm 3'te yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda aydınlatma konusu incelenmiştir.

Bölüm 4'te sarnıçlar ile ilgili genel tanımlar ve İstanbul'da yer alan yeniden işlevlendirilmiş sarnıçlar hakkında bilgiler verilmiştir.

Bölüm 5'te tez kapsamında ele alınan Myrelaion Sarnıcı'nın tarihçesi ve mimari özellikleri açıklanmıştır.

Bölüm 6'da Myrelaion Sarnıcı'nın giriş, mağaza ve dolaşım alanlarındaki mevcut aydınlatma düzenine ilişkin nesnel inceleme ve değerlendirmeler sunulmuştur.

Bölüm 7'de Myrelaion Sarnıcı'nın dolaşım ve dinlenme alanları ile tonoz bölümlerine yönelik oluşturulan yapay aydınlatma önerileri aktarılmıştır.

Bölüm 8'de tez kapsamında yapılan çalışmalarla ilgili genel değerlendirmeler ve sonuçlar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarihi yapı, kapalı sarnıç, yapay aydınlatma, Myrelaion sarnıcı.

The Effect of Change of Function on Lighting Design in the Case of Myrelaion Cistern

Büşra ÜNLÜ

Department of Architecture

M. Sc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Rengin ÜNVER

Protection is the work of transferring historical buildings to future generations in their original form and preserving this cultural heritage with the right methods with minimum intervention to ensure continuity. A structure or group of buildings must have a cultural, artistic, architectural and historical character to be worth the protection. What is important here is not how long it takes to build, but these values.

The first function of the physically deteriorated historical structures requires change with the modern society to adapt to changing socio-cultural characteristics, economy, architectural design and materials. Rather than preserving the structure as it is, it is important to give an up-to-date function to the needs of the contemporary society, both for sustainability and economics, and for the transfer of the material and spiritual elements of cultural heritage to future generations.

Closed cisterns are structures in which water is stored after transport to the city center and are usually found underground. Nowadays, most of the cisterns in Istanbul are re-functionalized or functional. It is inevitable to create a lighting system suitable for the current functions in these buildings which are used with different functions such as museum, exhibition-invitation hall, closed market and similar. These arrangements appear as artificial lighting in closed cisterns where natural light is not placed. When designing artificial lighting in closed cisterns, it provides the visual comfort of the user, to disrupt the originality of the structure in the device settlements, to provide energy efficiency and similar criteria.

Within the scope of this thesis, firstly, re-functionalization, conservation and lighting of historical buildings were discussed. Then, the current artificial lighting pattern in the entrance, store and circulation areas of the Myrelaion Cistern in the Fatih district of Istanbul, which is now re-functional as a closed bazaar, were examined by objective methods (on-site determination and measurement). Later, calculations were made for the circulation areas modeled in the Dialux Evo 8.1 lighting simulation program and on-site measurement and calculation results were examined in terms of lighting criteria given in the relevant standard. In addition,

artificial lighting arrangements were proposed for the circulation areas of Myrelaion Cistern, vaults of architectural features and the newly constructed recreation area within the scope of the thesis. The study consists of 8 chapters.

In Chapter 1, literature summary, the aim of the thesis and hypothesis are given.

In Chapter 2, the concept of conservation and re-functionalization in historical buildings are discussed.

In Chapter 3, lighting of historical buildings which have been re-functionalized has been examined.

In Chapter 4, general definitions of cisterns and information about re-functionalized cisterns in Istanbul are given.

In Chapter 5, the history and architectural features of the Myrelaion Cistern examined in this thesis are given.

In Chapter 6, objective review and evaluation of the current lighting pattern in the entrance, store and circulation areas of the Myrelaion Cistern are presented.

In Chapter 7, the artificial lighting suggestions for the circulation and recreation area of the Myrelaion Cistern and the vault sections were presented.

In Chapter 8, general evaluations and results related to the studies conducted within the scope of the thesis are given.

Keywords: Historical building, closed cistern, artificial lighting, Myrelaion cistern.

Giriş bölümünde tez çalışmasında incelenen literatür bilgileri verilmiş, tezin amacı ve hipotezi belirtilmiştir.

1.1 Literatür Özeti

Tarih boyunca dünyanın tüm yerleşim bölgelerinde su depolamak için farklı yapım teknikleri kullanılarak sarnıçlar yapılmıştır. Geçmişte bir şehir kuşatıldığında su hatlarına saldırı gerçekleştirilmekte, böylece susuz kalan şehrin ele geçirilmesi kolaylaşmaktadır. Bu durum, suyun sarnıçlarda depolanmasını zorunlu kılmıştır. Suyun korunması için inşa edilen sarnıçlar, yapıldığı dönemin tarihi ve mimari özelliklerini yansıtmaları nedeniyle korunmaya değer yapılardır. Fiziki olarak varlığı günümüze kadar gelmiş olan sarnıçlar, eski işlevlerini kaybetmeler de yeni işlev verilerek kullanılmaktadır. Tez çalışması kapsamında sarnıçlarla ilgili yapılan literatür araştırması kısaca aşağıda örneklenmiştir.

Yeniden işlevlendirme konusunda literatürde, Banu Pekol tarafından 2010 yılında "İstanbul'da Yeni İşlevlerle Kullanılan Tarihi Yapıların Üslup Sorunsalı" adlı doktora tezi bulunmaktadır [1]. Yağmur Kocabıyık ise 2014 yılında yayımlanan yüksek lisans tezinde yeniden işlevlendirme kapsamında İTÜ Taşkışla binasını incelemiştir [2].

Yeniden işlevlendirilen yapılarda aydınlatma konusuna yönelik Cansu Paşaalioğlu'na ait 2018 yılında Yeniden İşlevlendirilen Tarihi Yapılarda Aydınlatma başlıklı yüksek lisans tezinde Kabataş Lisesi Kültür Merkezi Kütüphanesi ele alınmıştır [3]. Selcan Sezer, 2013 yılında "Endüstri Yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Sürecinde Aydınlatma Tasarımı: Ankara Cer Modern Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinde ise bir endüstri yapısı üzerinden çalışmasını gerçekleştirmiştir [4].

Sarnıç yapıları konusunda, Kerim Altuğ 2013 yılında yaptığı “İstanbul’da Bizans Dönemi Sarnıçlarının Mimari Özellikleri ve Kentin Tarihsel Topografyasındaki Dağılımı” başlıklı doktora tezinde, İstanbul’da bulunan 158 adet sarnıcı mimari özelliklerini, yeni işlevlerini ve mevcut halini incelemiştir [5]. Erdem Yücel’in 1967 yılında Arkitekt dergisinde yayımlanan “İstanbul’da Bizans Sarnıçları” ve “İstanbul’da Bizans Sarnıçları II” yazılarında İstanbul’da bulunan sarnıçlar hakkında bilgi verilmiştir [6].

Kapalı sarnıçlarda aydınlatma konusunda ise Mustafa Adil Kasapseçkin tarafından 2012 yılında yapılan “İstanbul Tarihi Yarımada’da Bulunan Yeniden İşlevlendirilmiş Kapalı Sarnıçların Malzeme ve Yapay Aydınlatma Yönünden İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezi bulunmaktadır. Bu tezde beş adet kapalı sarnıç, malzeme özellikleri ve yapay aydınlatma açısından incelenmiştir [7]. Myrelaion Sarnıcı’nın aydınlatması için de genel bir yorum yapılmıştır. Kerim Altuğ 2017 yılında Toplumsal Tarih dergisinde yayımlanan “Myrelaion Rotunda’sı” adlı makalesinde sarnıcın tarihsel gelişiminden söz etmiştir [8].

Kısa bilgisi yukarıda verilmiş olan incelenen literatürde Myrelaion Sarnıcı’nın aydınlatmasına yönelik çalışmaların sınırlı olduğu saptanmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Yeniden işlevlendirilen yapılarda kullanıcı eylemlerinin değişmesi nedeniyle aydınlatma gereksinimleri de değişmektedir. Yeni işlevin gerektirdiği aydınlatma ölçütlerini sağlamak için yeni bir aydınlatma düzeni oluşturulmalıdır. Bu tezin amacı, Myrelaion Sarnıcı örneği üzerinden, tarihi yapıların işlev değişikliğinin aydınlatma düzenine etkisini incelemektir. Belirtilen hedef doğrultusunda çalışmada kullanılan yöntemin adımları aşağıda verilmiştir:

- Literatür incelemesi.
- Myrelaion Sarnıcı’nın mevcut işlevinin belirlenmesi.
- Mevcut aydınlatma düzeninin yerinde belirleme ve ölçme yöntemi ile incelenmesi.

- Mevcut yapay aydınlatma düzeninin aydınlatma bilgisayar program aracılığıyla simülasyonunun yapılması, ölçme ve simülasyon hesap sonuçlarının standard değerlerle karşılaştırılması.
- Yeni işlevine yönelik yapay aydınlatma düzeni önerilerin sunulması.

Çalışmada yukarıda verilen adımlar izlenerek Myrelaion Sarnıcı'nın mevcut aydınlatma düzeni yerinde incelenmiştir ve tarihi yapıya hasar vermeyen, mimariyi güçlendiren ve gerekli aydınlatma ölçütlerini sağlayan aydınlatma düzeni önerileri sunulmuştur.

1.3 Hipotez

CIE (Comission Internationale de l'Éclairage) aydınlatmayı "nesnelere görülebilmeleri için ışık uygulamak" olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, her mekân kendi özelliklerine uygun görsel konfor koşullarını sağlamalıdır. İşlevi değişen tarihi yapılar için de bu olgu geçerlidir. Bunun yanı sıra tarihi yapılara yeni işlev verilirken geçmişten bugüne taşıdığı tüm değerlerini korumak ve yapıya fiziksel olarak en az müdahaleyi yapmak amaçlanmalıdır.

Yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda değişen kullanıcı eylemlerine uygun, mekânın doğru algılanmasını ve görsel konfor koşullarını sağlayan, tarihi yapıya hasar vermeyen ve sarnıcın mimari öğelerini ön plana çıkaran bir aydınlatma düzeninin oluşturulması gerektiği düşüncesi bu çalışmanın hipotezidir.

Bu tez çalışmasında yukarıda verilen hipotez doğrultusunda işlev değişikliğinin aydınlatma tasarımına etkisini incelemek amacıyla, yeni işlevi kapalı çarşı olan Myrelaion Sarnıcı seçilmiştir. Eski işlevi su depolama olan bu kapalı sarnıç yapısının yeni işlevine uygun bir aydınlatma düzenine sahip olup olmadığı tez kapsamında incelenmiş ve iyileştirme önerileri sunulmuştur.

TARİHİ YAPILARDA KORUMA KAVRAMI VE YENİDEN İŞLEVLENDİRME

Geçmiş dönemlerde insanlar temel olarak barınma, yiyecek ve su depolama, dini ibadetlerini yerine getirebilme gibi farklı işlevlerde kullanabilecekleri yapılar inşa etmişlerdir. Bu yapılardan korunabilenler, günümüze kadar gelmiş ve geçmiş ile bugün arasında bir köprü kurmuşlardır. Her yapı bir belge niteliğindedir ve toplumun kimliğinin yanı sıra kentin kimliğini de mimari olarak yansıtmaktadır.

Bir yapının veya yapı grubunun korunmaya değer olabilmesi için kültürel, sanatsal, mimari, tarihi bir özelliğe sahip olması gerekir. Burada önemli olan inşaa edilmesinin üzerinden ne kadar süre geçtiği değil, sahip olduğu bu değerlerdir. Koruma kavramı; bir kültürel mirasın özgünlüğünü yitirmeden, sanatsal ve simgesel değerlerini koruyarak gelecek nesillere aktarılması için çeşitli koruma yöntemleri ile ömrünün uzatılması olarak açıklanabilir.

Tarihi yapılar bir toplumun tarihsel belleğinin oluşmasında rol oynayan ve var olduğu dönemin ekonomik, sosyal, kültürel, mimari özelliklerini günümüze kadar taşıyarak toplumsal kimliğin oluşmasına katkı sağlayan taşınmaz kültür varlıklarıdır. Ülkemizde yürürlükte olan 2682 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nda (1983) koruma kavramı "Koruma taşınmaz kültür ve tabiat varlıklarında muhafaza, bakım, onarım, restorasyon, fonksiyon değiştirme işlemleri; taşınır kültür varlıklarında ise muhafaza, bakım, onarım ve restorasyon işleridir" maddesi ile tanımlanmaktadır [9].

Mimari korumada amaç, yapının fiziksel dokusunun yanı sıra simgesel ve sanatsal değerlerini muhafaza etmektir. Yapıların korunması için bu değerlerden biri ya da her ikisine sahip olmaları gerekmektedir. Bir başka anlatımla, yalnızca fiziksel olarak mevcut bulunmaları yapıların korunmaları için yeterli olmayıp, kültürel bir konuma da sahip olmaları gerekmektedir. Çünkü bu konum toplumun veya insanlığın kolektif tarih ya da hafızasında önemli bir yere sahiptir veya estetik açıdan değerlidir [1]. Bu doğrultuda tarihi bir yapı strüktürü, yapım tekniği, formu,

malzemesi ve o döneme ait taşıdığı sanatsal imgeleriyle bir bütün olarak, özgün nitelikleri bozulmadan korunmalıdır.

1964 yılında Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (International Council on Monuments and Sites, ICOMOS) tarafından yayınlanan Venedik Tüzüğü'nün 3. maddesinde "Anıtların korunmasında ve onarılmasındaki amaç, onları bir sanat eseri olduğu kadar, bir tarihi belge olarak da korumaktır" ve 4. maddesinde "Anıtların korunmasındaki temel tutum korumanın kalıcı olması, sürekliliğinin sağlanmasıdır" olarak belirtilmektedir [10].

Özetle koruma, bir toplumun tarihsel belleğinde yer etmiş yapıların, en özgün haliyle gelecek nesillere aktarılması ve bu kültürel mirasın sürekliliğini sağlamak için en az müdahale ile doğru yöntemler uygulanarak muhafaza edilmesi olarak tanımlanabilir [11], [12]. Tarihi yapının korunması mevcut fiziki durumuna ve işlevine bakılarak çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Aşağıdaki bölümlerde koruma yöntemleri kısaca açıklanmış ve yeniden işlevlendirme konusu ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.1 Koruma Yöntemleri

Tarihi bir yapının korunması amacıyla, yapının fiziksel olarak mevcut durumu ve işlevine göre özgün niteliği ile koruma, restorasyon ve yeniden işlevlendirme olarak aşağıda kısaca açıklanan üç yöntem uygulanmaktadır.

Özgün Niteliği ile Koruma: Tek bir yapı veya bir grup yapıyı proje başladığı andaki durumunda tutup, özgün detayları, dekorasyonu, konumu ve strüktürünün olduğu gibi korunmasını amaçlar [1].

Restorasyon: Bu yaklaşımda amaç, özgün niteliğine göre değişiklik (bozulma, eksilme, ekleme) gösteren kültürel varlığın özgün okunabilirliğini veya anlamını yeniden canlandırmaktır [1], [13]. Restorasyon adı altında yapılan diğer teknikler; mevcut yapının dayanıklılığını artırmak üzere dokuya yapılan fiziksel müdahaleler anlamına gelen sağlamlaştırma (konsolidasyon), yapının eksik kısımlarının yeni malzeme ile bütünleştirilmesi anlamında olan bütünleme (reintegrasyon), bütünü oluşturan parçalardan bir takımın yenilenmesi olan yenileme (renovasyon), yok olmuş bir yapıyı belgeler ve varsa kalıntılar ışığında ilk şekline getirmek olan

yeniden yapma (rekonstrüksiyon), yapının ilk inşasından sonra eklenmiş fazlalıkları çıkartmak olan temizleme (liberasyon) ve taşıma olarak sıralanabilir.

Yeniden İşlevlendirme: Sağlamlaştırılmış tarihi yapıların nasıl yaşatılabileceğinin araştırılıp uygulanması anlamına gelen ve yeniden canlandırma olarak da adlandırılabilen yeniden işlevlendirme yönteminin bir diğer ismi “rövizalizasyon”dur. Burada yapılar, gerektiğinde küçük veya büyük çaplı müdahaleler ile çağdaş ihtiyaçlara ve kullanımlara uygun hale getirilerek yeni işlevler kazandırılır.

Bu tez çalışmasının temel amacı tarihi yapılarda yeniden işlevlendirmeye yönelik olduğundan aşağıdaki bölümde yeniden işlevlendirme konusu daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.2 Yeniden İşlevlendirme

Genel olarak var oldukları dönemin yapım tekniğini, sanatını, sosyal ve ekonomik özelliklerini yansıtarak yapılan ve farklı işlevlere sahip olan tarihi yapılar zaman içinde bu ilk işlevlerini sürdürmezler. Fiziksel olarak bozulmaya uğrayan tarihi yapıların sahip oldukları işlev; çağdaş toplumla beraber değişen sosyo-kültürel özelliklere, ekonomiye, mimari tasarım ve malzeme alanındaki gelişmelere uyum sağlamak için değişime ihtiyaç duyar. Yapıyı olduğu gibi muhafaza etmek yerine ona çağdaş toplumun gereksinimlerine uygun güncel bir işlev vermek hem sürdürülebilirlik ve ekonomik açıdan hem de kültürel mirasın taşıdığı maddi ve manevi unsurların gelecek nesillere aktarımı için önemlidir [11], [12].

Pekol’un Weeks’ten aktardığına göre yeniden işlevlendirme terimi, “bir yapının tarihi, kültürel veya mimari değerlerini yansıtan özellikleri ve/veya bölümlerini koruyarak, onarım ve ekler vasıtasıyla bu yapıya uygun, özgün işlevinden farklı bir işlev vermek” olarak tanımlanmaktadır [1].

Venedik Tüzüğü ise yeniden işlevlendirmeyi 5. maddesinde “Anıtların korunması, her zaman onları herhangi bir yararlı toplumsal amaç için kullanmakla kolaylaştırılabilir. Bunun için bu tür bir kullanma arzu edilir, fakat bu nedenle yapının planı, ya da bezemeleri değiştirilmemelidir. Ancak, bu sınırlar içinde yeni

işlevin gerektirdiği değişiklikler tasarlanabilir ve buna izin verilebilir” biçiminde açıklanmaktadır [10].

Yeniden işlevlendirme bu yapıların tekrar aktif olarak kullanılmasına olanak sağlar. Bu işlev verilirken temel amaç; yapının tarihi bütünlüğünü bozmamak, biçimine en az müdahaleyi yapmak ve en önemlisi yapıyı yeniden canlandırmaktır. Güncel olarak dönemin insanının etkin olarak kullanabileceği sürdürülebilir bir mekân oluşturmaktır.

Günümüzde eski sanayi yapılarına, dini yapılara, su yapılarına, depolara, saraylara yeni işlevler verilerek topluma kazandırma çalışmaları yapılmaktadır. Müze, kafe, üniversite birimi, otel ve benzeri işlevlerle kullanılan bu tarihi yapıların geçmişi yansıtan tüm özellikleri, mekâna yeni bir ruh kazandırarak kullanıcılarına farklı bir deneyim sunmaktadır.

Yeniden işlevlendirmede rol oynayan etkenler tarihsel-kültürel, çevresel ve ekonomik nedenler olarak üç başlık altında açıklanabilir.

2.2.1 Yeniden İşlevlendirmede Tarihsel ve Kültürel Nedenler

Her yapı yapıldığı dönemin izlerini taşır. Bu izler gelecek kuşağa geçmişini hatırlatan her türlü veriyi içlerinde barındırırlar. Tarihi yansıtılmaları açısından kültürel miras olarak kabul edilen yapılar, her ne kadar işlevsel olarak eskiseler de toplumun hafızasında belli bir yere sahiptirler ve yaşamak zorundalardır. Yeniden işlevlendirerek çağdaş toplumun hizmetine sunmak, tarihi yapıları yaşatmak için en akılcı çözümlerendir. Yeni verilen işlev; hem yapıya aktif bir kullanım getirmekte hem de tarihsel önemini korumaktadır.

2.2.2 Yeniden İşlevlendirmede Çevresel Nedenler

Yapı bulunduğu çevre ile bir bütündür. Çevre halkını yaşamına kattığı sürece yapı var olmaktadır. Yapı mevcut özellikleri ile kullanılamıyorsa, kullanım dışı kalmakta ve tahrip olmaktadır. Bu durumda, yapıya yeni bir işlev vermek etkili bir yöntemdir. Yapıya toplumun gereksinimlerine uygun bir işlev verildiğinde yapı çevresi ile etkileşimini kesmemekte ve önemini kaybetmemektedir.

Yeni işlev verilirken yapının yer aldığı bölgenin ihtiyaçları doğrultusunda bir seçim yapılmalıdır. İhtiyaçlara cevap vermeyen bir işlev, yapının zamanla kullanım dışı kalmasına yol açar.

2.2.3 Yeniden İşlevlendirmede Ekonomik Nedenler

Yeni bir yapı inşa etmek yerine tarihi bir yapıyı onarıp, yeniden işlevlendirmek maliyet düşünülduğünde daha olumlu bir yaklaşım olabilir. Mevcut yapı kullanıldığında enerjiden, malzemeden, iş gücünden tasarruf edilebilir. Hızlı nüfus artışı ve artan ekonomik gereksinimler kentsel gelişmeyi ve arazi kullanım değerlerini etkilemekte, bu durum giderek tarihi kentlerin fiziksel yapısını değiştirmektedir. Böylece tarihi kent merkezleri ticaret, hizmet ve diğer sektörlerin baskısına karşı koyamamakta, tarihi öğeleri ve mimari anıtları zorlamaktadır. Bunun sonucunda en özgün haliyle korunan tarihi yapılar bile artık işlevlerini kaybetmekte ve yeniden işlevlendirilmek zorunda kalmaktadır [2]. Yeni verilen işlev sosyal ve ekonomik yönden yapıya da canlılık katacaktır.

YENİDEN İŞLEVLENDİRİLEN TARİHİ YAPILARDA AYDINLATMA

Bu bölümde aydınlatma, yapay aydınlatma, tarihi yapılarda yapay aydınlatma ve koruma konuları ele alınmıştır.

3.1 Aydınlatma

Bir ışımının ışık kaynağından çıktıktan sonra doğrudan veya nesnelere çarparak yansıması ve geçmesi ile canlıların görmesini sağlayan olgu görünür ışınım olarak adlandırılır ve yaygın kullanımıyla ışığı belirtir. Görünür ışınım, doğrudan doğruya bir görsel duyulanma oluşturabilen optik ışınımdır [14], [15]. Görünür ışınımın insanların fiziksel çevre ile etkileşiminde en önemli etkendir.

Açık ya da kapalı bir mekânın görsel olarak algılanmasında ışık, %90 gibi önemli bir yer tutacağından mimari ve ışık ayrı düşünülemez. Kuban'a (1998) göre, "Mekân ışıkla var olur: Işık yapıda mekânın varoluşunu belirleyen doğal bir özelliktir. Aydınlik yaşamın vazgeçilmez bir ögesi olduğu kadar sınırlanan boşluğun niteliklerini görmeye olanak vermesi bakımından da yapı mekânının ayrılmaz bir parçasıdır" [3], [16]. Nitekim, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de L'Eclairage, CIE) aydınlatmayı "nesnelere, bunların çevrelerine ya da bir bölgeye, bir kent bölgesine, gereği gibi görünebilmeleri için ışık uygulamak" olarak tanımlanmaktadır [14], [17].

Aydınlatmanın amacı, görsel konfora yönelik iyi görme koşullarının ve ilgili ölçütlerin sağlanmasıdır. Bu ölçütler:

- Görünmesi gereken en ufak parçaları kolayca görebilmek,
- Yüzey biçimlerini ve dokuları doğru algılayabilmek,
- Devingenliği, yön, hız, ivme vb. bileşenleri ile doğru algılayabilmek,
- Renkleri doğru görebilmek ve en ufak renk ayrımlarını fark edebilmek,
- "İyi görmeyi" yorulmadan, uzun süre sürdürebilmek

olarak tanımlanmaktadır [18], [19]. Bu bağlamda aydınlatma tasarımlarında;

- Mekânın işlevi,
- Mekânın fiziksel verileri (boyutları, mimari detayları, strüktürel yapısı, bulunduğu coğrafya vb.),
- Mekân donatılarının yerleşim planı (tefriş),
- Kullanıcı özellikleri,
- Sağlanması gereken görsel konfor koşulları (standartlar),
- Mekânın tasarım konsepti ile aydınlatma tasarımının bütünlüğü

gibi konular dikkatle ele alınmalıdır” [20], [21].

Aydınlatma tasarımının aşamaları ise,

- Aydınlatma konusunun işlevsel, mimari ve yapımsal özelliklerinin incelenmesi
- Her aydınlatma konusu için gerekli aydınlığın standartlar dikkate alınarak nicelik ve nitelik özelliklerinin belirlenmesi
- Gerekli aydınlık niteliklerini sağlayabilecek aydınlatma düzenlerinin kurgulanması ve bu düzenlerin mimari anlatım, mekân özellikleri, yapımsal gereçlerle uyumunun sağlanması
- Gerekli aydınlık niceliklerini sağlayacak hesapların yapılması

olarak açıklanabilir [21], [22].

Aydınlatma tasarımlarında doğal ve yapay ışık kaynaklarından yararlanır. Bu tez kapsamında kapalı sarnıçlar konusu ele alındığından, aşağıdaki bölümlerde yalnızca yapay aydınlatma konusuna yer verilmiştir.

3.2 Yapay Aydınlatma

Mekanların aydınlatma düzenlerinde doğal ışığın yeterli ya da var olmadığı durumlarda yapay ışık kaynaklarından (lambalardan) yararlanır. Aydınlatma düzenlerinde kullanılacak lambalar seçilirken;

- Işık akısı yüksek,
- Renksel geriverim ve sınıfı ve indisi yüksek,
- Işıklılığı düşük,

- Ömrü uzun ve yardımcı parça gerektirmeyen,
- Değişik güç, biçim, büyüklük vb. özelliklere sahip olmasına dikkat edilmelidir.

Gelişen teknolojiyle daha verimli, uzun ömürlü lambalar üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Kapalı mekanların aydınlatılmasında kullanılan kimi lamba türleri ve özellikleri Tablo 3.1' de örneklendirilmiştir.

Tablo 3.1 Lamba özellikleri [23]

Lamba Türü	Ömür (saat) (s/h)	Verim (lm/W)	Renksel Geriverim	Işıklılık (cd/m ²)	İlk Yatırım, Bakım
Akkor Halojen	2000	14-22	1A	Yüksek	Yüksek
Flüoresan	15.000-25.000	70-90	1A-3	Düşük	Yüksek
Yüksek Basınçlı Cıva Buharlı	20.000	40-80	1B-3	Yüksek	Yüksek
Metalik Halojenürlü	6000- 7500	75-95	1A-2B	Yüksek	Yüksek
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı	~20.000	40-80	1B-2B	Yüksek	Yüksek
Sülfür	60.000	~100	2A	Yüksek	Yüksek
LED	25.000-100.000	~130- 30	1A-3	Yüksek	Yüksek

Lambaların içinde yer aldığı aydınlatma aygıtları ise;

- geriverimi yüksek,
- ışık yeğinlik dağılımı aydınlatma konusuna uygun

olanlardan seçilmelidir.

Yapay aydınlatma tasarımları için ülkemizde “TS EN 12464-1:2013, Işık ve Aydınlatma, Çalışma Yerlerinin Aydınlatılması, Bölüm 1: Kapalı Çalışma Alanları”

başlıklı standart kullanılmaktadır. Bu standartta, bir iç mekânın işlevine bağlı olarak yapay aydınlatmaya yönelik ölçütler ve bunların sınır değerleri yer almaktadır. Söz konusu standartta ölçütler;

- Aydınlık düzeyi (E)
- Aydınlığın dağılımı (U_0)
- Işığın renksel niteliği (R_a)
- Kamaşma (UGR)
- Modelleme (modelling)
- İç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı (r)

olarak verilmiştir.

Aydınlık Düzeyi (E)

Bir yüzeyin, bir noktasını çevreleyen küçük bir parçacığının aldığı ışık akısının, bu yüzey parçacığının alanına bölümü aydınlık düzeyi olarak tanımlanır [14], [24], [25]. Aydınlık düzeyinin birimi " lm/m^2 (lux)" dir.

Aydınlık düzeyi gereksinimi, hacim içerisinde yapılan eylemlerin tanımına göre farklılık gösterir. İşlev değişikçe yapılan eylemler değişir ve buna göre gereken aydınlık düzeyi değişir. Örneğin, bir ofisteki dolaşım alanlarında döşeme üzerinde gereken aydınlık düzeyi çalışma masası düzlemi için gerekenden farklıdır. Kısacası, hem yapının hem de içerisindeki bölümlerin işlevleri değişikçe ihtiyaç duyulan aydınlık düzeyi de değişir.

Yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda yeni işleve uygun aydınlık düzeyleri sağlanmalıdır. İlk işlev için kullanılan aydınlatma düzeni, yeni verilecek işlev için gerekli olan aydınlatma düzenine uymayabilir. Bu nedenle, yeni işlev için gereken aydınlık düzeyi değerlerine ulaşmak için farklı bir düzen oluşturmak gerekebilir. Dolayısıyla, tarihi yapıların güncel işlevlerindeki eylemler belirlenmeli, bu eylemler için ilgili standartta verilen sağlanması gereken aydınlık düzeylerine uygun aydınlatma tasarımı yapılmalıdır.

Aydınlık Düzeyi Dağılımı (U_0)

Aydınlık düzeyi dağılımı mekânın kullanılış amacına ve mekânda yapılan eylemlere göre değişik nitelikler gösterir ve

- Genel Aydınlatma,
- Bölgesel Aydınlatma

olarak iki başlıkta ele alınmalıdır.

Genel aydınlatma hacmin tümünün aydınlatılmasıdır. Aynı tür eylemlerin yapıldığı büro, sınıf vb. mekanlarda düzgün yayılmış genel aydınlatma oluşturulabilir. Tüm mekânın aynı anda ve aynı yoğunlukta kullanılmadığı durumlarda, konut, otel lobisi vb. mekanlarda düzgün yayılmamış genel aydınlatma düzeni kurulabilir.

Bölgesel aydınlatma, mekânın belirli bölgelerinde diğer bölgelerine göre üç kat veya daha fazla aydınlığın bulunmasıdır [26]. Bölgesel aydınlatma, yüksek aydınlık düzeyi gereken yerlerde, dikkat çekilmek istenen hacim bölümlerinde kullanılabilir. Hedef alan ve yakın çevre arasında olması gereken aydınlık düzeyi ilişkisi Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Hedef ve yakın çevre aydınlık düzeyi ilişkisi [27]

Hedef aydınlık düzeyi- E_{task} (lm/m^2)	Yakın çevre aydınlık düzeyi (lm/m^2)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{task}
100	E_{task}
≤ 50	E_{task}

Her mekân için aydınlık düzeyi dağılımı (U_0) TS EN 12464-1:2013 standardında minimumun ortalamaya oranına bağılı olarak belirtilmiştir. Örneğin, sirkülasyon alanları için " $U_0 \geq 0.40$ " olmalıdır.

Işığın Renksel Niteliği

Işığın renksel niteliği renksel izlenim, renk sıcaklığı ve renksel geriverim olarak üç ayrı biçimde tanımlanmakta olup kısaca aşağıda açıklanmıştır.

Renksel izlenim, ışığın renk türü bakımından rengin sıcaklığı ve soğukluğudur. Sıcak renkli ışıklar, akkor lambanın pembemsi-sarı ışığı ve rengi buna benzeyen ışıklardır. Soğuk renkli ışıklar günışığı ya da rengi buna benzeyen beyaz (türsüz) ışıklar, mavimsi ışıklar ve benzerleridir [26].

Renk sıcaklığı, ışınımı verilmiş bir renk uyartısı ile aynı türsellikte bulunan Planck ışıyıcısının sıcaklığıdır [14], [28]. Birimi Kelvin (K)'dir. 2000 K-3300 K arasındaki renk sıcaklığı değerleri sıcak renkli ışık, 3300 K- 5300 K arasındaki renk sıcaklığı değerleri ılık renkli ışık, 5300 K'den büyük renk sıcaklığı değerleri soğuk renkli ışık olarak adlandırılır [27].

Renksel geriverim, ışığın renkli bir nesne üzerinde gerçekleştirdiği renksel etkidir. Belli sayıda renk örnekleri, akkor halojen lamba ile aydınlatılıp, başka bir tür lamba ile de aydınlatılınca elde edilen renksel izlenimlerin, akkor ışığı ile edinilen izlenimlere yakınlığını gösterir. Bu değerlendirmede akkor halojen lamba ışığı altındaki renksel izlenimler 100 alınarak, bu izlenimlere yakınlık dereceleri 100'e yaklaşan sayılarla bildirilir [29]. Rengin doğru algılanması gereken desen ayırma, tekstil vb. çalışma alanlarında renksel geriverimi yüksek ışık kaynakları kullanılmalıdır. Tablo 3.3'te yapay ışık kaynaklarının renksel geriverim özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 3.3 Yapay ışık kaynaklarının renksel geriverim özellikleri [23], [30], [31]

Renksel Geriverim İndisi (R _a)			Niteliği	Işık Kaynağının Türü
1	1A	≥ 90	Mükemmel	LED, multifosfor flüoresan ve metalik halojenürlü lambalar, akkor lambalar
	1B	80-89	Çok iyi	LED, Üç bantlı flüoresan lambalar, metalik halojenürlü lambalar
2	2A	70-79	Uygun	LED, Standart flüoresan lambalar
	2B	60-69	Yeterli	LED, Standart flüoresan lambalar, metalik halojenürlü lambalar
3	40-59		Zayıf	Standart flüoresan lambalar, yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar
4	20-39		Çok Zayıf	Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar

Tarihi yapıların aydınlatılmasında ışığın renksel niteliği mekânın fiziksel özelliklerinin ve tarihi değerinin algılanması, doğru bir renk görme sağlanması açısından önemli bir ölçüttür. Dolayısıyla, ışık kaynağı seçilirken mekânın özgün kimliğine, yüzeysel özelliklerine ve işlevine göre renksel geriverim indisi yüksek, yapının işlevine ve yüzey özelliklerine uygun olan renk sıcaklığına ve renksel izlenime sahip bir aydınlatma tasarımı oluşturmak daha olumlu sonuçlar doğurmaktadır.

Kamaşma (UGR)

Kamaşma, hacimlerdeki görsel konforu olumsuz yönde etkileyen etkenlerden biri olup ışıklılıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı bir karşıtlık sonucu, nesnelerin ya da bunların ayrıntılarının ayırt edilmesinde bir yetenek eksikliği ya da bir güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşulları şeklinde tanımlanabilir [14], [25], [32].

Bir mekandaki açıklıklardan içeriye giren dolaysız güneş ışığı, bir yapay ışık kaynağından doğrudan göze gelen ışık veya mekân içerisindeki yüzeylerden yansiyarak göze gelen ışık kamaşmaya yol açar. Bu doğrultuda kamaşmanın kaynakları güneş, lamba, yansıtıcı yüzeyler ve saydam nesnelere olarak sıralanabilir. Kamaşma gözün görme yeteneğini azaltır, görme hatalarına yol açar. Kullanıcı sağlığı ve görsel konfor için kamaşmanın oluşmamasına dikkat edilmelidir. Mekân içerisinde ışık kaynaklarının görüş alanına girmesi engellenmelidir.

Konforsuzluk kamaşması ve yetersizlik (bozucu) kamaşması olmak üzere iki tür kamaşma vardır. Konforsuzluk kamaşması; nesnelere görsel algılanmasını etkilemeden hoş olmayan bir duyulanma oluşturan kamaşmadır. Yetersizlik kamaşması ise hoş olmayan bir duyulanma oluşturmazken, nesnelere görülmesini bozar. Yapay ışık kaynakları için konforsuzluk kamaşmasının derecelendirilmesi Tablo 3.4'te sunulmuştur.

Tablo 3.4 Kamaşma derecesine göre konforsuzluk kamaşmasının değerlendirilmesi [27]

Kamaşma	Kamaşma derecesi (UGR)
Hemen hemen hissedilmez	10-13
Ancak kabul edilebilir	16-19
Rahatsızlık verici	22-25
Katlanılmaz rahatsızlık	28

TS EN 12464-1:2013 standardına göre yapay aydınlatma yapılan kapalı bir mekânın iç yüzeylerinden yansıyan ışığın kamaşmaya neden olmaması için alınması gereken önlemler:

- Mekân tefrişini aydınlatma aygıtlarının konumuna göre yerleştirmek,
- Mat yüzeyler kullanmak,
- Işık kaynaklarının ışıklılığını sınırlandırmak,
- Duvar ve tavanlarda yansıtma çarpanı yüksek açık renkler kullanmak

olarak sıralanabilir [27].

Modelleme (Modelling)

Işığın tek bir doğrultudan gelmesi durumunda doğrultulu ışık alanı, birçok veya sonsuz doğrultudan gelmesi durumunda yayınık ışık alanı, hem doğrultulu hem yayınık gelmesi durumunda baskın doğrultulu ışık alanı oluşur. Baskın doğrultulu ışık alanı, insanların uzun süre yaşadığı ortamlarda iyi görme koşullarını sağlar.

Işığın doğrultu ve gölge ilişkisi, yapıların iç hacimlerinde yalnızca görme eylemini değil, mekânı sınırlayan yapı elemanlarının biçimini, rengini, dokusunu ve diğer mekânsal pozisyonların algılanmasını da sağlar. Yani bir yapının ya da bir mekânın kimliği, ışığın varlığı ve oluşturduğu gölge ile belirlenir [3]. Özellikle tarihi yapılarda mekânın karakterinin anlamlandırılmasında gölgenin etkisi önemlidir. Yapının aydınlatması tasarlanırken, doğru kurgulanmış gölgeler özgün formu ön plana çıkarır ve bu da yapının tarihi detaylarını gözler önüne serer. Sert gölge, sınırları kesin gölgedir, yumuşak gölge ise sınırları kesin olmayan yani giderek yok olması (giderek saydamlaşması) ile geçilen gölgedir. Yumuşak gölgeli aydınlık, genelde her yüzey için doğal görüntüler sağlar ve üç boyutsal özellikleri ortaya çıkarır. İçinde uzun süre yaşanan ortamlarda yumuşak ve saydam gölgeli aydınlık oluşturulmalıdır.

TS EN 12464-1:2013 standardında ışığın doğrultusal özellikleri ve gölge ilişkisi modelleme adı altında ele alınmaktadır. Modelleme, bir kişi ya da nesnenin doku, biçim ve derinliğinin (üç boyutsal özelliklerinin) ortaya çıkması için baskın doğrultulu aydınlatmanın etkisi olarak açıklanmaktadır [33].

Belirlenen bir noktadaki silindirselsel aydınlığın yatay aydınlığa oranı modelleme indeksini verir. TS EN 12464-1:2013 standardına göre 0,30-0,60 arasındaki bir değer, iyi bir modellemenin olduğunu gösterir.

İç Yüzeylerin Işık Yansıtma Çarpanı (r)

Yüzeye gelen ışık, yüzeyin açık renkli veya koyu renkli olmasına bağlı olarak ışığı az ya da çok yansıtır. Bir yüzeyden yansıyan ışığın, yüzeye gelen ışığa oranı ışık yansıtma çarpanı (r) olarak tanımlanır. TSE EN: 12464-1:2013 standardında bir

hacmin kimi iç yüzeylerinin yansıtma çarpanları için önerilen değerler Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5 İç yüzey türleri ve önerilen ışık yansıtma çarpanı değerleri [27]

İç yüzey türü	Işık yansıtma çarpanı değeri (r)
Tavan	0,7- 0,9
Duvarlar	0,5- 0,8
Zemin	0,2- 0,4

3.3 Tarihi Yapılarda Yapay Aydınlatma ve Koruma

Tarihi yapılar aydınlatılırken koruma açısından aydınlanan nesne ve aydınlatan ışığın özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu bölümde zararlı ışınım ve alınması gereken önlemler ile nesnelerin ışığa karşı duyarlılık derecesine göre aydınlatma konusu ele alınmıştır

3.3.1 Aydınlatan Işığın Özelliklerine Göre Koruma

Tarihi yapıların iç hacimlerinde bulunan nesnelere, boyalar ve yapıda kullanılan malzemeler, süsler; bir sergi mekânı ise sergilenen eserler ışık kaynaklarından yayımlanan ışınım nedeniyle fiziksel ve kimyasal bozulmaya uğrayabilirler. Işık kaynakları çeşitli dalga boylarında ışınım yayımlar. Bu ışınım Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6 Işınım türleri ve dalga boyları [34]

Işınım Türü	Dalga Boyu (nm)
Morötesi (ultraviyole) ışınım	100-380
Görünür ışınım	380-780
Kızılötesi (infrared) ışınım	780-100.000

Tarihi yapılarda aydınlatma tasarımı yapılırken, yapıyı morötesi, görünür ve kızılötesi ışınımlardan koruyacak önlemlerin alınması gerekmektedir.

Morötesi (ultraviyole) ışınımlar, Dalga boyları görünür ışınımından daha kısa olan optik ışınımdır [14], [35]. Bu ışınımlar, boyaların solmasına, kâğıdın sararmasına vb. neden olur. Her ışık kaynağı morötesi ışınım yayımlar ve bu ışınımların dalga uzunluğu küçüldükçe, esere verdiği zarar miktarı artar. En fazla morötesi ışınım yayımlayan ışınım, günışığıdır [36], [37], [38].

Morötesi ışınımlara karşı alınacak önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Morötesi ışınım filtreleri kullanılması: Filtreler genellikle plastik kökenli gereçlerden yapılır, camın içine veya dışına yapıştırılarak kullanılabilir.
- Özel boya kullanılması: Işık kaynaklarından çıkan ışınımlar, morötesi ışınımları yutan titanyum dioksit veya çinko oksit boyaların, sürülmüş olduğu duvar, tavan gibi yüzeylerin üzerinden yansıtılarak nesne üzerine yönlendirilebilir.
- Özel ışık kaynakları: Morötesi ışınımı az yayımlayan lambalar tercih edilmelidir.
- Mimari düzenleme: Günışığının sergilenen nesne üzerine düşmesi engellenmelidir. Tarihi yapılarda iç mekâna giren gün ışığı, morötesi ışınım filtreleri kullanılarak kontrol edilmeli, özel boyalı yansıtıcılar ile iç mekâna dolaylı alınmalı veya tamamen mekân içine giren günışığı girişi engellenmelidir [36], [37], [38].

Görünür ışınımlar, tarihi yapılarda aydınlanma süresine bağlı olarak zaman içerisinde nesnelere üzerinde bozulmalar yol açabilir. Işığın, yani gözde duyulanma yaratan görünür ışınımların da 500 nm ye kadar olan bölümü, diğer ışınımlar gibi, el yazmaları, baskılar, halılar, renkli minyatürler vb. duyarlı nesnelere yıpratır [37], [38]. Optik filtreler ve ikincil ışık kaynaklarında kullanılacak özel boyalar ile görünür ışınımların zararları önlenir.

Kızılaltı (Infrared) ışınımlar, dalga boyu görünür ışınımdan daha büyük olan optik ışınımdır [14], [39]. Kızılaltı ışınımlar mekânda bulunan yüzeylerin sıcaklığının artmasına neden olur. Isı artışı yüzey renginin açıklık ve koyuluğu ile doğrudan

ilişkilidir [36], [37], [38]. Isınma ve soğuma etkisiyle nesnelere üzerinde çatlama, yarılma gibi bozulmalara sebep olur.

Kızılaltı ışınımına karşı alınacak önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kızılaltı ışınım filtresi: Genellikle normal camın, ışık kaynağı ile nesne arasında konması yeterli olmaktadır. Bazı durumlarda özel filtre niteliğinde levha veya yansıtıcı filmler kullanılmaktadır. Her iki durumda da havalandırma düzeni kullanılarak, filtrenin ısınarak ısı yaymaması engellenmelidir.
- Özel ışık kaynakları: Kızılötesi ışınımı az yayımlayan lambalar tercih edilmelidir [36], [37], [38].

3.3.2 Aydınlanan Nesnenin Özelliklerine Göre Koruma

Tarihi yapıların ve iç mekanındaki nesnelere ışığa duyarlılık derecesi belirlenerek aydınlatma tasarımının yapılması koruma açısından daha olumlu bir yaklaşım olacaktır. CIE (International Commission on Illumination) tarafından 2004 yılında yayımlanan Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation adlı teknik raporda nesnelere ışınımına karşı duyarlılıkları açısından sınıflandırılması ve ışıktan etkilenme derecelerine göre önerilen aydınlık düzeyleri Tablo 3.7'de belirtilmiştir.

Tablo 3.7 Nesnelerin ışınımlara karşı duyarlılıkları açısından sınıflandırılması [40]

Nesne sınıfı	Nesnelerin Tanımı
Duyarsız nesnelere	Nesne, kalıcı olan gereçlerden oluşmuştur ve ışığa duyarlı değildir. Örnekler: çoğu metal, taş, çoğu cam.
Az duyarlı nesnelere	Nesne, ışığa az duyarlı dayanıklı gereçlerden oluşmuştur. Örnekler: yağlı boya, zamlı boya, fresk, boyanmamış deri ve ahşap, kemik, vernik ve bazı plastikler.
Orta duyarlıdaki nesnelere	Nesne, ışığa orta duyarlılıkta olan geçici (kısa ömürlü) gereçlerden oluşmuştur. Örnekler: sulu ve pastel boya, el yazması, baskı ve çizimler, tutkallı boya, duvar kâğıdı, guaş boya, ve çoğu doğal tarihi nesnelere, botanik örnekler.

Zararlı ışınımlardan tam bir koruma sağlayabilmek için aydınlatma düzeni oluşturulurken nesnelerin duyarlılığına göre uygun olan aydınlık düzeyi üst sınırı ve ışığa maruz kalma süreci dikkate alınmalıdır. Işınımların nesnelere üzerindeki zararı, kümülatif (üst üste yığılan) bir özellikte olduğu için aydınlanma süresi yani “aydınlık düzeyi(E) x süre (t)” ile orantılıdır [37], [38]. Bu bakımdan aydınlatma süresinin de nesnenin duyarlılığına göre ayarlanması gerekmektedir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8 Görünür ışınımdan etkilenme derecelerine göre önerilen aydınlık düzeyleri [40]

“Nesne sınıfı	Aydınlık Düzeyi Üst Sınırı (lm/m²)	Işığa Maruz Kalmanın Üst Sınırı (lm/m²* yıl)
Duyarsız nesnelere	Limitsiz	Limitsiz
Az duyarlı nesnelere	200	600.000
Orta duyarlıdaki nesnelere	50	150.000
Çok duyarlı nesnelere	50	15.000

Sarniç ismi, Arapça “şahrīc” kelimesinden gelir [41]. Su yolları ve kemerler aracılığıyla; yağmur, göl, akarsu gibi kaynaklardan şehir merkezlerine taşınan suyun depolandığı, yer altında veya yer üstünde bulunan su yapıları “sarniç” olarak adlandırılır. Sarniçlar şehrin su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan önemli yapılardır. Genellikle nüfusun fazla olduğu bölgelerde inşa edilmişlerdir. Ayrıca saray, tapınak, okul vb. yapıların su temini için de sarniçlar yapılmıştır.

Suyun korunması için inşa edilen sarniçlar, yapıldığı dönemin tarihi özelliklerini ve mimari standartlarını yansıtmaları nedeniyle korunmaya değer yapılardır. Fiziki olarak varlığını günümüze kadar getirmiş olan sarniçlar, eski işlevlerini kaybetmelerle de yeni işlev verilerek kullanılabilirlerdir. Sarniçler açık ve kapalı olmak üzere iki grupta toplanır.

4.1 Açık Sarniçler

Açık sarniçler; yağmur ve sel sularının depolandığı, dört tarafı kalın duvarlarla çevrili kare veya dikdörtgen plan şemasıyla oluşturulmuş yapılardır. Açık hava sarniçleri, suyun duvarlara olan basıncı azaltmak ve yıkılmasını önlemek amacıyla şehrin yüksek noktalarına inşa edilmişlerdir. Roma inşaat tekniklerine göre yapılan sarniçlerin duvarlarında blok taşlar, tuğla ve horasan harcı kullanılmıştır. Ayrıca sızdırmaya karşı havuzun iç kısmında tuğla, mermer parçaları dövülerek kireç ve keten yağı ile karıştırılarak ince noktalar sıvanarak kapatılmıştır [42].



Şekil 4.1 Fildamı Sarnıcı [38]

Açık sarnıçlarda biriktirilen suyun hijyenini sağlamak daha zor olduğundan kapalı sarnıçlara göre daha az sayıda bulunmaktadır. Depolanan sular içme suyu olarak pek tercih edilmemiş, genelde tarımsal veya endüstriyel amaçlarla kullanılmıştır. Bizans döneminde çok sayıda kuşatma geçiren Konstantinus'da surların içerisinde bulunan tarım alanlarının önemi artmıştır. Açık sarnıçlar aracılığıyla yağmur, sel suları depolanarak bu tarım alanları için su temini sağlanmıştır. Fetihden sonra Osmanlı döneminde ise genellikle bostan tarlası ve hayvan barınağı olarak kullanılmıştır.

4.2 Kapalı Sarnıçlar

Suyun göl, akarsu gibi kaynaklardan alınıp kemerler veya su hatları aracılığıyla şehir merkezlerine ulaştırılmasından sonra yer altında depolandığı yapılar “kapalı sarnıç” olarak adlandırılır. Kapalı sarnıçlar suya ulaşımın kolay olması amacıyla, sirkülasyonun ve nüfusun fazla olduğu saray, konak, kilise gibi yapıların yanında konumlandırılmıştır. Kapalı sarnıçlar su ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra, meyilli bir arazi üzerine oturacak binaya düz bir zemin teşkil etmek (emprovize sarnıç) ve sığınak olarak kullanmak amacıyla inşa edilmişlerdir [42].

İstanbul' da Bizans döneminde bu amaçlarla birçok sarnıç inşa edilmiştir. İstanbul'un fethinden sonra Osmanlılar sarnıçları su depolama amacıyla pek kullanmamıştır. İslamiyet'te durgun suyun temiz olmadığı görüşünü dikkate alan Osmanlılar su ihtiyacını sarnıçlardan değil, şehre gelen suyu doğrudan çeşmelere aktararak kullanmıştır. Bu dönemde kapalı sarnıçlar imalathane, depo, çöplük, iplik eğirme ve hapishane gibi işlevlerle kullanılmıştır.



Şekil 4.2 Yerebatan Sarnıcı [44]

Kapalı sarnıçlar genellikle dikdörtgen veya kare planlıdır. Suyun basıncını karşılayabilmek için kalın tuğla duvarlarla örülmüş ve payandalarla desteklenmiştir, duvarların köşeleri pahlanmıştır. Taşıyıcı duvarlar iç mekânda genellikle mermerden yapılmış sütunlar ile desteklenmiş; bu sütunlar kubbe, tonoz ve kemerler aracılığıyla birbirine bağlanarak üst örtü oluşturulmuştur. Sütun başlıkları, kaideleri genellikle devşirmedir. Birçok kapalı sarnıca giriş için duvar kenarlarından taş merdivenler inşa edilmiştir. Genellikle sarnıçların zeminleri tuğladan, duvarları taştan oluşturulmuştur.

4.3 İstanbul'daki Yeniden İşlevlendirilmiş Sarnıçlar

Günümüzde su depolama amacıyla kullanılmayan sarnıçlar yeniden işlevlendirilerek topluma kazandırılmaktadır. Sarnıçların iç mekânının çok sayıda sütundan oluştuğu ve tek bir hacimde olduğu görülmektedir. Sarnıcın yeniden kullanımında; fiziksel özelliklere fazla müdahale gerektirmeyen, tarihi dokuyu ve mekânsal algıyı bozmayan bir işlev verilmesi önemlidir. Müze, toplantı salonu, davet salonu, sergileme alanı, park vb. işlevlerle kullanılan sarnıçlar bu yeni işlevleriyle hayatta kalmaktadır.

Aşağıdaki bölümlerde yeniden işlevlendirme kapsamında İstanbul'da özellikle Tarihi Yarımada'da bulunan sarnıçların kimileri tarihçe, konum, mimari özellik ve yeni işlevleri açısından ele alınmıştır.

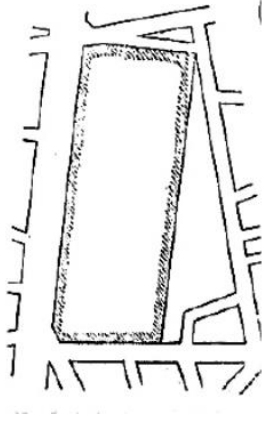
4.3.1 Yeniden İşlevlendirilmiş Açık Sarnıçlar

İstanbul'da dört adet açık sarnıç bulunmaktadır. Bu sarnıçlar,

- Aetios (Karagümrük Çukurbostanı) Sarnıcı
- Aspar Sarnıcı (Çarşamba Çukurbostanı)
- Altımermer (Mokios) Sarnıcı
- Fildamı (Hebdemon) Sarnıcı

olarak isimlendirilir. Bu sarnıçların özellikleri aşağıda kısaca verilmiştir.

Aeitos Sarnıcı: Açık sarnıçlar arasında en küçüğüdür, İmparator Theodosius II (403 -450) döneminde yapılmıştır. Günümüzde Fatih ilçesi, Karagümrük semtinde bulunmaktadır. Sarnıcın boyutları 244 x 84 m olup dikdörtgen planlıdır. Duvar yüksekliği ortalama 13-15 m arasında, duvar kalınlığı ise 5,20 m' dir. Sarnıcın planı ve konumu Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3 Aeitos Sarnıcı planı ve sarnıcın konumu [45],[46]

Osmanlı döneminde bostan olarak kullanılan Aeitos Sarnıcı, günümüzde spor sahası olarak kullanılmaktadır. Yapının güneydoğu cephesinde konumlandırılan Vefa kulübünün binası ve eklenen tribünler sarnıç kalıntılarının görülmesini engellemekte ve yapısında bozulmalara yol açmaktadır. Sarnıcın aydınlatma düzeni spor sahasının aydınlatılmasına yöneliktir. Şekil 4.4'te sarnıcın günümüzdeki durumu ve futbol sahasının aydınlatılması için yerleştirilen aydınlatma direkleri görülmektedir.



Şekil 4.4 Aeitos sarnıcı günümüzdeki durumu [47]

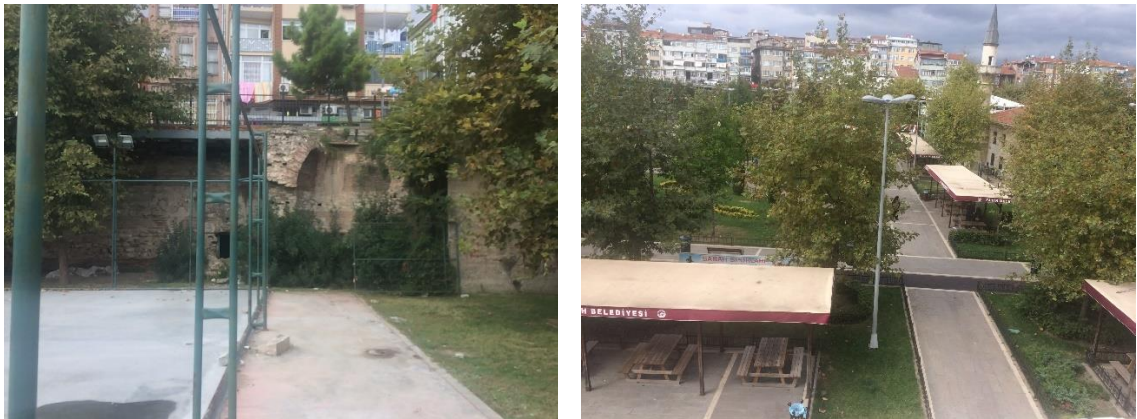
Aspar Sarnıcı (Çarşamba Çukurbostanı): Fatih ilçesi, Balat mahallesi, Çarşamba semtinde yer almaktadır. I. Leo (457-474) döneminde General Aspar tarafından inşa ettirilmiştir. Bizans döneminde kare bahçe anlamına gelen Xerakopion ismi

verilmiştir. Bir kenarı yaklaşık 152 m' dir ve açık sarnıçlar içinde ikinci büyük sarnıçtır. Sarnıcın duvar yüksekliği 10,80 m olmasına rağmen, zeminin zamanla toprakla dolması nedeniyle yüksekliği günümüzde daha azdır. Duvar kalınlığı ise 5,20 m' dir. Sarnıcın planı ve konumu Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5 Aspar Sarnıcı planı ve konumu [48], [46]

Günümüzde kamusal bir park alanı olarak kullanılan sarnıcın sınırları içerisinde Fatih Belediyesi'ne ait ek binalar, futbol sahası ve çocuk oyun parkı bulunmaktadır. Sarnıcın tarihi duvarları net olarak seçilememekle beraber yeşil bitkilerin ve binaların arkasında kalmıştır. Sarnıcın aydınlatma düzeni park alanının ve spor sahalarının aydınlatılmasına yöneliktir (Şekil 4.6). Sarnıcın günümüzdeki durumu Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

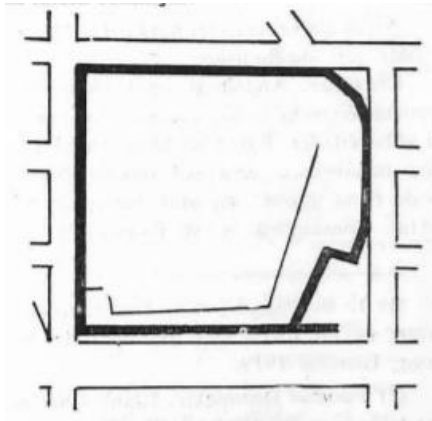


Şekil 4.6 Park alanının ve spor sahasının aydınlatılması için yerleştirilen aydınlatma direklerine örnekler [44]



Şekil 4.7 Aspar Sarnıcı günümüzdeki durumu [44]

Altımermer (Mokios) Sarnıcı: Fatih ilçesinin Altımermer semtinde yer almaktadır. Dikdörtgen planlı olan sarnıcın boyutları 170x147 m olup İstanbul'daki açık sarnıçlar içinde en büyük olanıdır. Duvar kalınlığı 6 m, duvar yüksekliği 10-12 m'dir. İsmi güneydoğusunda bulunan Hagios Mokios Kilisesi'nden almıştır. İmparator Anastasius I (491- 518) zamanında yaptırıldığı düşünülmektedir. Sarnıcın planı ve konumu Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 Altımermer Sarnıcı planı ve konumu [49],[46]

Önceleri bostan olarak kullanılan sarnıcın içine daha sonra gecekondular ve bir kuyu yapılmıştır. Günümüzde sarnıcın içine eğitim için iki ve üç katlı yapılar

yerleştirilmiş, basketbol ve futbol oyun sahalarından geri kalan alan park olarak düzenlenmiş ve Türkiye Eğitim Gönüllüleri Vakfı Fındıkzade Eğitim Parkı adını almıştır [49]. Sarnıcın aydınlatma düzeni park alanının ve spor sahalarının aydınlatılmasına yöneliktir, günümüzdeki durumu Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9 Altımermer Sarnıcı günümüzdeki durumu [50]

Fildamı (Hebdemon) Sarnıcı: Bakırköy ilçesinde Veliefendi Hipodromunun kuzeyinde yer almaktadır. İnşa tarihi kesin bilinmemektedir, VIII. Yüzyıla ait olduğu düşünülmektedir. Bizans döneminde Bakırköy'e yakın Hieria sarayı ile Campes kışlasının su ihtiyacını karşılamıştır. Dikdörtgen planlı olan sarnıcın boyutları 127x76 m'dir. Duvar yüksekliği 11 m'dir. Sarnıcın planı ve konumu Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 Fildamı Sarnıcı planı ve konumu [51],[46]

Bu sarnıç Osmanlı döneminde padişahların fil ahır olarak kullanıldığı için ismi literatürde fil damı olarak geçmektedir. Sarnıç bir dönem konser mekânı olarak

kullanılmıştır. Şekil 4.11' de sarnıcın günümüzdeki durumu ve konser platformu görülmektedir.



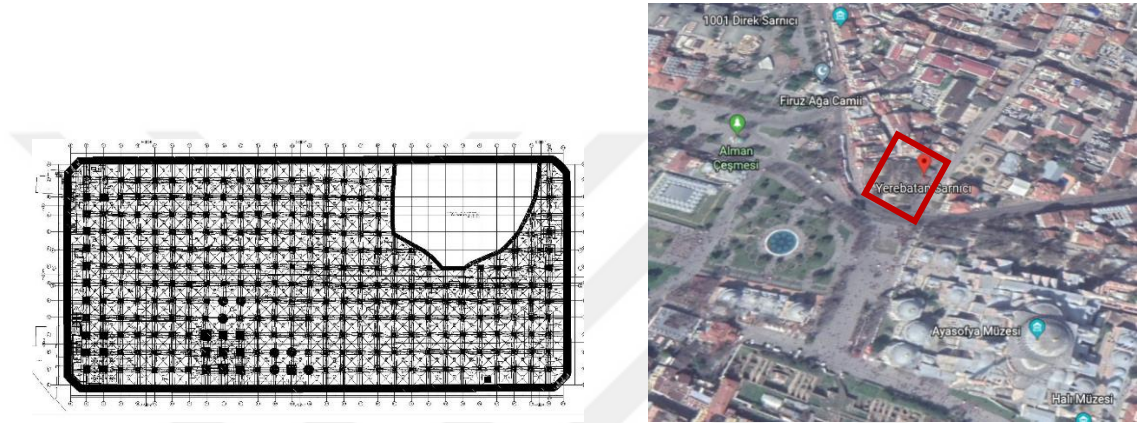
Şekil 4.11 Fildamı Sarnıcı günümüzdeki durumu [52]

4.3.2 Yeniden İşlevlendirilmiş Kapalı Sarnıçlar

İstanbul'da Bizans döneminde yapılan ve günümüze kadar gelen birçok kapalı sarnıç bulunmaktadır. Araştırmalar ve çalışmalar sonucunda belli bir bölümüne ulaşılabilirdiği bir bölümünün ise hala keşfedilmediği düşünülmektedir. Bu çalışmada İstanbul'da günümüze ulaşan ve isimleri aşağıda belirtilen 10 adet kapalı sarnıç incelenmiştir.

- Yerebatan (Bazilika) Sarnıcı
- Binbirdirek (Philoxenus) Sarnıcı
- Şerefiye (Theodosius) Sarnıcı
- Soğukçeşme Sokağı (Ayasofya) Sarnıcı
- Zeyrek (Pantokrator) Sarnıcı
- Seferikos Sarnıcı
- Sultan Sarnıç
- Antik Otel Sarnıcı
- Nakkaş (Nakilbent Sokağı) Sarnıcı
- Myrelaion Sarnıcı

Yerebatan (Bazilika) Sarnıcı: Sultanahmet'te Ayasofya'nın güney batısında bulunan Yerebatan Sarnıcı Bizans İmparatoru I. Justinianus (527-565) tarafından yaptırılmıştır. Sarnıcın bulunduğu yerde geçmişte bir bazilika bulunduğu için, Bazilika Sarnıcı olarak da adlandırılır. Dikdörtgen planlı olan sarnıcın boyutları 140x70 m'dir. Yaklaşık 100.000 ton su depolama kapasitesine sahip olan bu sarnıca 52 basamaklı bir merdivenle inilmekte ve sarnıçta her birinin yüksekliği 9 m olan 336 sütun bulunmaktadır. Sarnıcın planı ve konumu Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12 Yerebatan Sarnıcı planı ve konumu [53], [46]

Yerebatan Sarnıcı, Bizans döneminde çevrede bulunan sarayların ve bölgede yaşayanların su ihtiyacını karşılamıştır. Osmanlılar ise Topkapı Sarayı'nın bahçelerini sulamak için bu sarnıcı kullanmışlardır. Sarnıç 1987'de İstanbul Belediyesi tarafından temizlenmiş ve müze olarak işlevlendirilmiştir. İçerisindeki yürüme yolları aracılığıyla tüm sarnıç gezilebilmektedir. Günümüzde ise sarnıç ve çevresinde tekrar restorasyon çalışmaları başlatılmıştır.



Şekil 4.13 Yerebatan Sarnıcı yürüyüş yolları aydınlatması [44]

Sarnıcın aydınlatma düzeni yürüyüş yollarının ve sütunların aydınlatmasına yöneliktir. Sütun başlıklarının aralarında bulunan demir gergiler üzerine yerleştirilen LED aygıtlar, yürüyüş yolu platformu üzerine yönlendirilerek aydınlatılması sağlanmıştır (Şekil 4.13). Sütunların aydınlatılması için sütun ayaklarının iki tarafına yerleştirilen spot led aygıtlar yukarıya doğru yönlendirilmiştir (Şekil 4.14). Sarnıcın üst örtüsünü vurgulayan bir aydınlatma bulunmamakla birlikte yürüyüş yolları ve sütun aydınlatmasından gelen ışık üst örtüyü aydınlatmaktadır.



Şekil 4.14 Yerebatan Sarnıcı günümüzdeki durumu ve sütun aydınlatması [44]

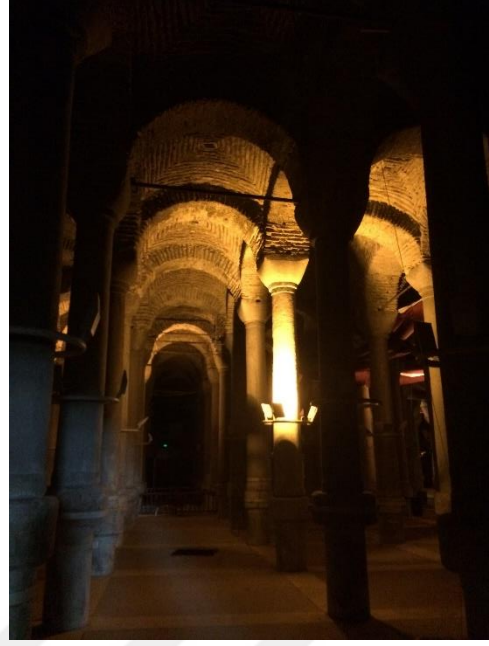


Şekil 4.16 Binbirdirek Sarnıcı eski ve yeni işlevi [56]



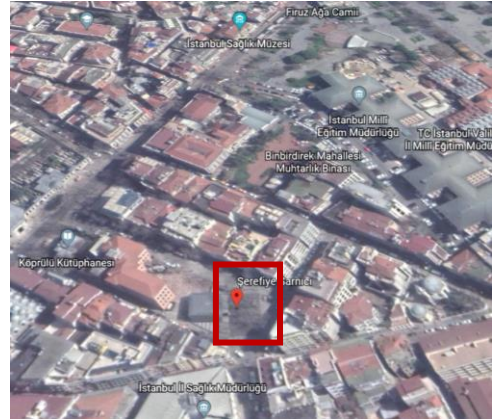
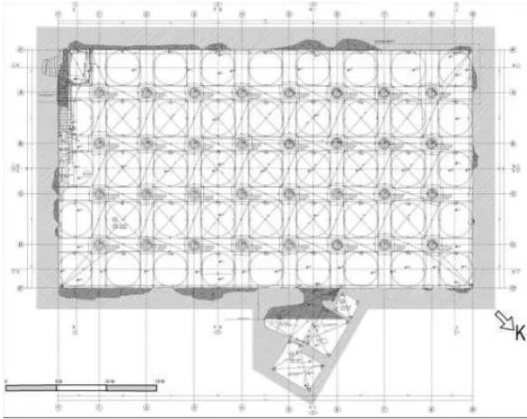
Şekil 4.17 Binbirdirek Sarnıcı yeni işlevine ait görüntüler [44]

Şekil 4.18'de görüleceği gibi aydınlatma elemanları sütunlar üzerine takılan çemberler üzerine yerleştirilerek sarnıcın aydınlatması sağlanmıştır. Tez kapsamında yapılan incelemeler sırasında bu aygıtların birçoğu çalışmamaktadır.



Şekil 4.18 Binbirdirek Sarıncı aydınlatma elemanları [44]

Şerefiye (Theodosius) Sarıncı: Fatih ilçesi Piyer Loti Caddesi'nde yer almaktadır. Sarıncın yapı tarzı Justinianus'dan daha erken bir tarihe işaret etmekle beraber, bu bölgede inşaî bazı faaliyetleri bulunan I. Theodosius (378- 395) döneminde yapıldığı düşünülmektedir [6]. Dikdörtgen planlı sarıncın boyutları 43x25 m olup içinde 32 adet sütun bulunmaktadır. Sarıncın planı ve konumu Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19 Şerefiye Sarıncı planı ve konumu [57], [46]

Uzun yıllar metruk olan sarıncıta 2004 yılında restorasyon çalışmalarına başlanmıştır. 2018 Nisan ayında restorasyon tamamlanarak yapının kendisinin sergilendiği müze ve sergi alanı olarak işlevlendirilerek halka açılmıştır. Sarıncın günümüzdeki durumu Şekil 4.20'de verilmiştir.

Sarnıcın aydınlatması sütun, kubbe ve yürüyüş yollarının aydınlatılmasına yöneliktir. Aydınlatma elemanlarının konumlandırılabilmesi için sütun başlıklarının üzerine çelik gergiler yerleştirilmiştir. Sütunların aydınlatılması için sütun başlıklarının ve ayaklarının dört tarafına yerleştirilen noktasal LED aygıtlardan çıkan ışıklar sütun üzerine yönlendirilmiştir. Mekânın dolaşımını sağlamak için oluşturulan yürüyüş platformunun aydınlatılması için, platform üzerine noktasal LED aygıtlar yerleştirilmiştir. Kubbe aydınlatması için ise çelik gergilere yerleştirilen LED aygıtlar kubbelere yönlendirilmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.20 Şerefiye Sarnıcı günümüzdeki durumu [58]



Şekil 4.21 Şerefiye Sarnıcı aydınlatması [44]

Soğukçeşme Sokağı (Ayasofya) Sarnıcı: Sultanahmet semtinde Soğukçeşme Sokağı'nda bulunan bu sarnıcın Roma imparatoru I. Justinyanus 527- 565 yılları arasında yaptırmıştır. Bir dönem oto tamirhanesi olarak kullanılmıştır, 1980'li yıllarda Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu tarafından restore edilmiştir ve Roma tavernası olarak kullanıma açılmıştır. Tez çalışması sırasında restorasyonda olması nedeniyle kapalı olup incelenememiştir.

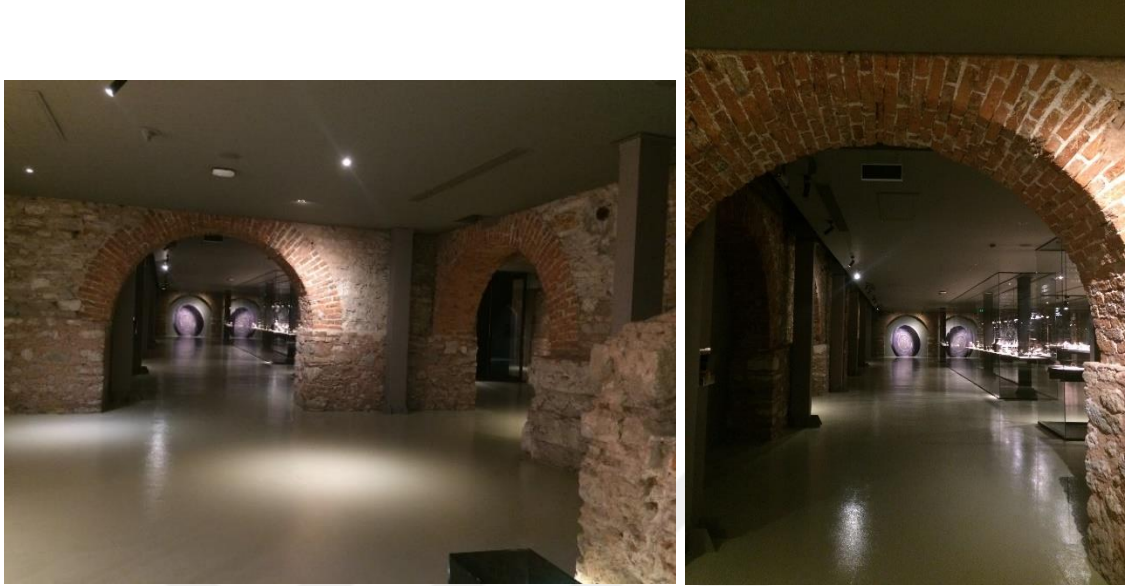
Zeyrek (Pantokrator) Sarnıcı: Fatih ilçesinin Cibali Mahallesi'nde yer alan sarnıcın II. Ioannes Komnenos döneminde (1118-1143) inşa edilen Pantokrator Manastırı ile aynı dönemde yapıldığı düşünülmektedir. Sarnıcın üç tarafı toprak seviyesinin altında kalırken diğer duvarı toprak üstündedir. Bu yönüyle diğer kapalı sarnıçlardan ayrılır. 2005-2012 yılları arasında restorasyonu tamamlanmıştır. Tez çalışması sırasında ziyarete kapalı olduğu için incelenememiştir. Şekil 4.22'de sarnıcın dış duvar görünümü verilmektedir.



Şekil 4.22 Zeyrek Sarnıcı duvarı [44]

Seferikos Sarnıcı: Fatih ilçesi Cibali Mahallesi'nde yer alan bu sarnıç, “Kadir Has Üniversitesi” olarak yeniden işlevlendirilen Eski Cibali Tütün Fabrikası binasının altında yer almaktadır. Hakkında detaylı bir araştırma olmadığından yapım tarihi bilinmemektedir. Boyutları 21,85x27,1 m’ dir. Günümüzde müze işleviyle “Rezan Has Müzesi” olarak kullanılmakta olup özgün sergiler ve kültürel

etkinlikler düzenlenmektedir. Sarnıcın aydınlatması müzede sergilenen eserlerin aydınlatılmasına yöneliktir. Şekil 4.23'te sarnıcın günümüzdeki durumu gösterilmektedir.

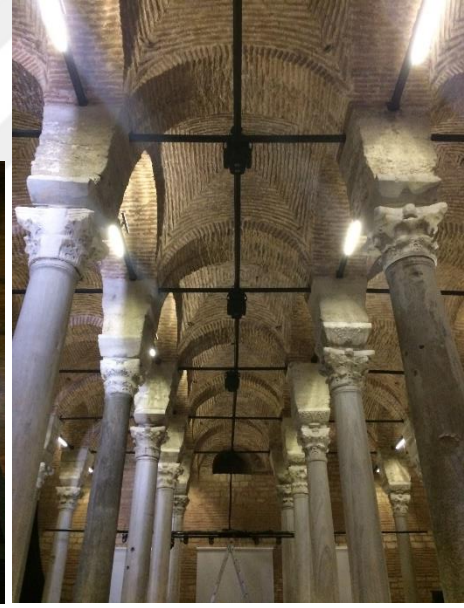


Şekil 4.23 Seferikos Sarnıcı günümüzdeki durumu [44]

Sultan Sarnıcı: Fatih ilçesi Balat Mahallesi'nde Aspar Sarnıcı'nın güneydoğusunda bulunmaktadır. E. Yücel'e göre sarnıcın yapım tarzı, Justinianus'dan daha önceki dönemlerde yapıldığını düşündürmektedir ve bu nedenle I. Theodosius (378- 395) dönemine tarihlendirmeyi uygun olmaktadır [6]. Dikdörtgen planlı ve ölçüleri 29x19 m olan sarnıcın bir kısmı toprak üzerinde bulunmaktadır. Bir dönem iplik atölyesi olarak kullanılan sarnıç, günümüzde düğün, toplantı vb. etkinlikler için kullanılmaktadır. Şekil 4.24'te sarnıcın günümüzdeki durumu gösterilmiştir. Sarnıcın aydınlatmasında aygıtların yerleşimi için; sütun başlıklarının aralarına demir gergiler, sütun ayaklarına ise metal bir kare kutu yerleştirilmiştir. Genel aydınlatma için kullanılan doğrusal aydınlatma aygıtları demir gergilere asılmıştır. Sütun aydınlatması için sütun ayağındaki metal kutunun iki tarafına aydınlatma aygıtları yerleştirilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.24 Sultan Sarnıç günümüzdeki durumu [44]



Şekil 4.25 Sultan Sarnıç aydınlatması [44]

Antik Otel Sarnıcı: Fatih ilçesinde Beyazıt'ta bulunan Antik Hotel'in altında bulunan sarnıçtır. 1984 yılında otelin inşası sırasında ortaya çıkarılmıştır. Boyutları 20x15 m olan sarnıç dikdörtgen planlıdır ve içinde 13 adet sütun bulunur. Günümüzde otelin bodrum katında toplantı-davet salonu olarak kullanılmaktadır. Şekil 4.26'da sarnıcın günümüzdeki durumu gösterilmiştir. Salonun aydınlatılması için asma tavan üzerine noktasal LED aygıtlar yerleştirilmiştir.



Şekil 4.26 Antik Otel Sarnıcı günümüzdeki durumu [44]

Nakkaş (Nakilbent Sokağı) Sarnıcı: Fatih ilçesinde Sultanahmet'te bir halı mağazasının alt katında bulunmaktadır. Dikdörtgen planlı sarnıcın boyutları 9,20x33,78 m olup içinde iki sıra halinde dizilmiş 18 adet sütun bulunmaktadır. Günümüzde mağaza sahipleri tarafından restore edilmiş ve halka ücretsiz olarak hizmet veren bir sergi salonuna dönüştürülmüştür. Şekil 4.27'de sarnıcın günümüzdeki durumu gösterilmiştir. Sarnıcın aydınlatması için sütun başlıklarının aralarına demir gergiler yerleştirilmiştir. Yürüyüş alanı aydınlatması için sütun ayaklarına ve demir gergilere noktasal LED aygıtlar yerleştirilmiştir. Sergilenen eserler genel olarak sarnıç duvarlarının önüne yerleştirilmiştir. Eserlerin aydınlatılması için demir gergilere yerleştirilen aydınlatma aygıtları eserlere yönlendirilmiştir.



Şekil 4.27 Nakilbent Sarnıcı günümüzdeki durumu ve aydınlatma aygıtları [44]

Yukarıda verilen sarnıçlara ek olarak yeniden işlevlendirilen başka sarnıçlarda bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak:

- Kirazlı Mescid Sarnıcı kafe işlevinde,
- Kambur Mustafa Paşa Camii Sarnıcı kadınlar mescidi işlevinde,
- Mercan Sarnıcı üzerindeki işletmenin deposu,
- Besler Han Sarnıcı kumaş deposu,
- Kirmasti Sarnıcı semt pazarı deposu,
- Ayakapı Şapeli Sarnıcı kereste deposu,
- Haydar Hamamı Sokağı Sarnıcı apartman dairesinin deposu,
- Terzioğlu Halıcılık altındaki sarnıç işletmenin yemekhanesi

verilebilir.



Şekil 4.28 Terzioğlu Halıcılık altındaki sarnıç [44]

Tez çalışması kapsamında İstanbul'da bulunan yeniden işlevlendirilmiş kapalı sarnıçlar arasından Myrelaion Sarnıcı seçilmiştir. Myrelaion Sarnıcı'nın tarihi ve mimari özellikleri 5. bölümde verilmiştir.

5

MYRELAION SARNICI'NIN TARİHÇESİ VE MİMARİ ÖZELLİKLERİ

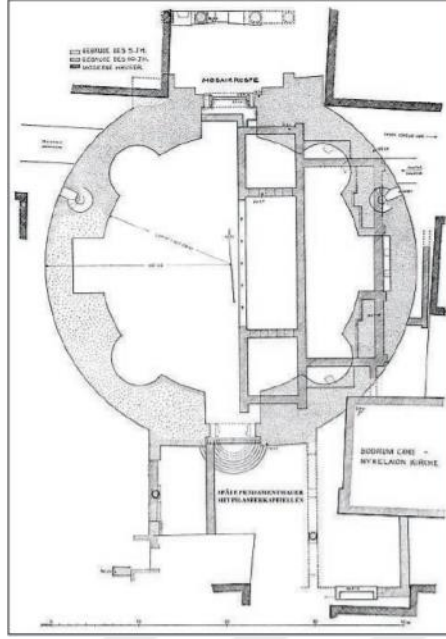
Tez kapsamında İstanbul' da bulunan yeniden işlevlendirilmiş sarnıçlar arasından diğerlerinden daha farklı bir işleve sahip olan Myrelaion Sarnıcı seçilmiştir. Bu bölümde, günümüzde kapalı çarşı olarak işlevlendirilen Myrelaion Sarnıcı'nın tarihçesi ve mimari özellikleri ele alınmıştır.

Myrelaion Sarnıcı, diğer ismiyle Bodrum Mesih Paşa Camii Sarnıcı İstanbul tarihi yarımada da bulunan kapalı sarnıçlardan biridir. Fatih ilçesi Laleli semtinde yer alan bu sarnıç yapısı Bodrum Mesih Paşa Camii'nin yanında yer almaktadır. Günümüzde cami olarak kullanılan bu yapı aslında Myrelaion Kilisesidir. II. Beyazıt döneminde (1481-1512) Sadrazam Mesih Ali Paşa tarafından camiye çevrilmiştir, bu nedenle sadrazamın ismiyle anılmaktadır. Şekil 5.1'de sarnıcın günümüzdeki konumu gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Myrelaion Sarnıcı konumu [46]

Yapı ilk kez 19. yüzyılda Forchheimer ve Strzygowski, daha sonra Wulzinger tarafından incelenmiş ve 1930 yılında Rice, 1965 ve 1966 yıllarında İstanbul Arkeoloji Müzeleri ile Alman Arkeoloji Enstitüsü tarafından Naumann'ın başkanlığında kazı çalışmaları yürütülmüştür [8].



Şekil 5.2 Myrelaion rotundası planı [8]



Şekil 5.3 Yapının restorasyon öncesi görünümü [8]

V. yüzyılda inşa edilen yapı, ilk dönemlerinde bir dairesel planlı bir yapı (rotunda) olup kubbesinin büyük olasılıkla yıkıldığı düşünülmektedir. O dönemdeki işlevi ve yapılış amacı bilinmemektedir (Şekil 5.2, Şekil 5.3).

Bizans döneminde I. Romanos Lekapenos (920- 944) bir saray ve Myrelaion Manastırı'nı yaptırmıştır. Kubbesi daha önceden yıkıldığı düşünülen dairesel planlı yapı, üzerine inşa edilecek yeni yapılara teras vazifesi görecek bir sarnıca dönüştürülmüştür. Konstantinopolis'teki en büyük kubbeli yapı olan bu ihtişamlı

yapının duvarları yaklaşık 5 m kalınlığında olup çapı dıştan 40 m' yi bulmaktadır. Sarnıcın duvar malzemesi taştır ve en yüksek noktası yaklaşık 4,64 m' dir. Kuzey ve güneyde iki girişi olan yapının beden duvarlarının iç kısmında karşılıklı gelecek şekilde yarım daire formunda ve dikdörtgen büyük nişler yer almaktadır. Ayrıca duvar kesiti içerisinde iki adet döner merdivenin var olduğu tespit edilmiştir [8].

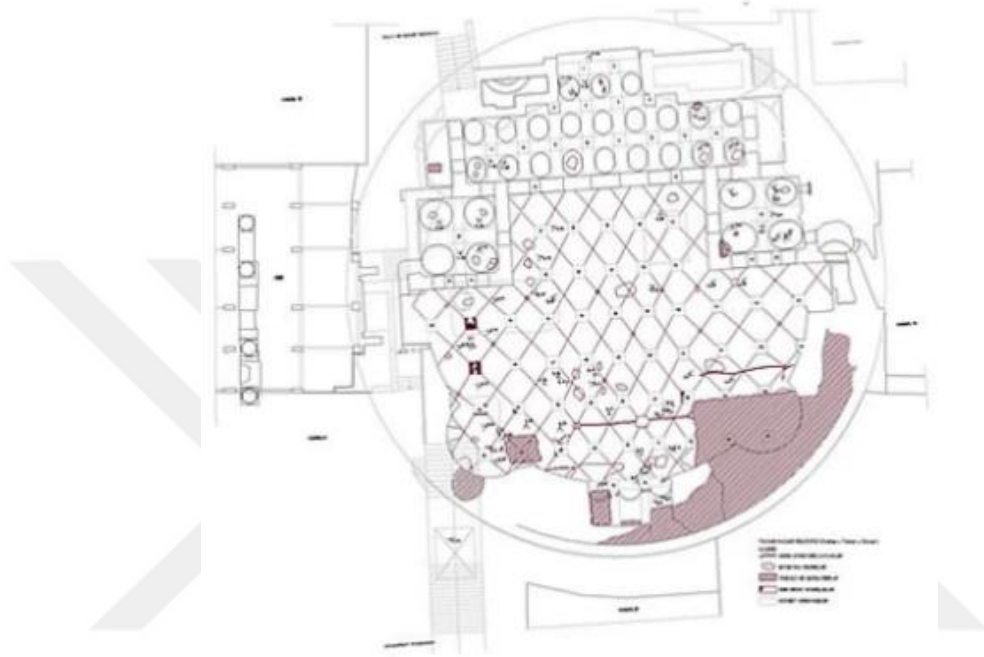
Lekapenos döneminde saray yapılırken harap olan bu yapıya, başka yapılardan 74 adet devşirme mermer sütun getirilerek yerleştirilmiştir. Yapının doğu tarafı sarayın ağırlığını taşıyabilmesi için yelken tonozlarla, diğer kısımları çapraz tonozlarla örtülmüştür. Devşirme sütun başlıkları, kullanıldıkları yere ve taşıyacakları yüke göre farklı konuma yerleştirilmiştir. Taş duvarlar su geçirmeyen hidrolik kireç harcı ile kaplanarak yapı sarnıç haline getirilmiştir. Şekil 5.4' te görüldüğü gibi yapının doğu kısmının üzerinde saray yapısı, batı kısmının üzerinde de sarayın önünde açık bir teras şeklinde uzanan avlu yer almaktadır.



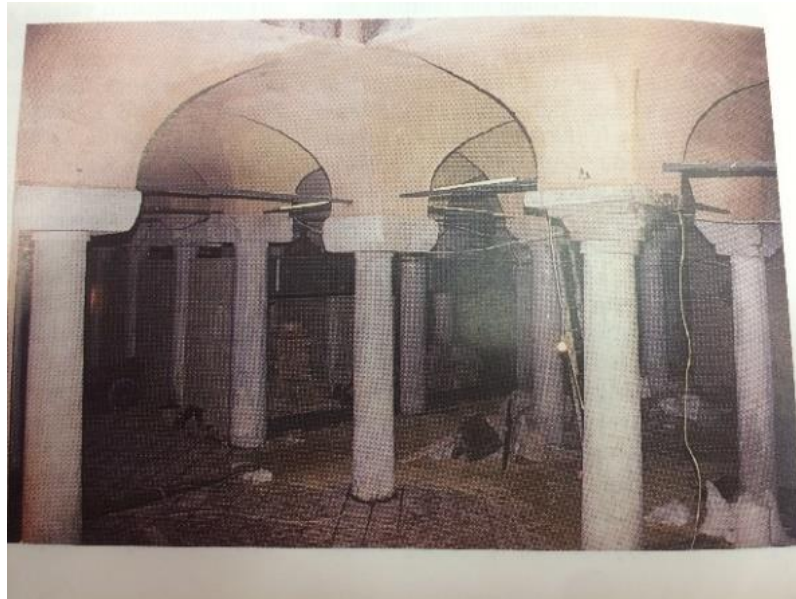
Şekil 5.4 Myrelaion Sarnıcı, Kilisesi ve Saray Yapısı X. yüzyıl görünümü canlandırması [59]

1992 yılına kadar içi atık ve molozla dolu olan sarnıcın aynı yıl restore edilmesi amacıyla içi temizlenerek özgün tuğla zemin kaplaması ortaya çıkartılmış, bazı hasarlı sütun ve başlıklar yenilenmiş, çökmüş tonozlar tamamlanmıştır [59]. Myrelaion Sarnıcındaki taşıyıcı mermer sütunlarda diferansiyel gerilmelerden dolayı çatlaklar gözlemlenmiştir. Aynı zamanda yüzeylerde kopma-kılcal çatlaklar

meydana gelmiştir. Mermer taşıyıcı sütunlarda bulunan bu bozulmaların giderilmediği görülmüştür [7]. Restorasyon sırasında sarnıcın özgün zemininin üzeri kumla doldurulmuş ve üzeri renkli bir seramik malzeme ile kaplanmıştır. Su, elektrik, havalandırma tesisatı bu kum katmanına yerleştirilmiştir. Sarnıcın planı Şekil 5.5'te, restorasyon sırasındaki görünümü ise Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.5 Myrelaion Sarnıcı planı [60]



Şekil 5.6 1992 yılı restorasyonu sırasındaki görünümü [61]

Myrelaion Sarnıcı 1994'ten itibaren kapalı çarşı işlevlendirilmiştir ve ticaret işleviyle varlığını sürdürmektedir. Günümüzde etraftaki yapılaşma nedeniyle sarnıcın girişi kolayca edilmemekte ve pek fazla kişi tarafından bilinmemektedir. Sarnıcın ve Myrelaion Camii'nin genel görünümü Şekil 5.7'de gösterilmektedir. Sarnıcın biri Bodrum Camii'nin yanında (A Girişi), diğeri Aksaray Caddesi üzerinde (B Girişi) olmak üzere iki girişi bulunmaktadır (Şekil 5.8). Caminin yanından sarnıca girebilmek için Aksaray Caddesi'nden merdivenle çıkılması gerekmektedir.

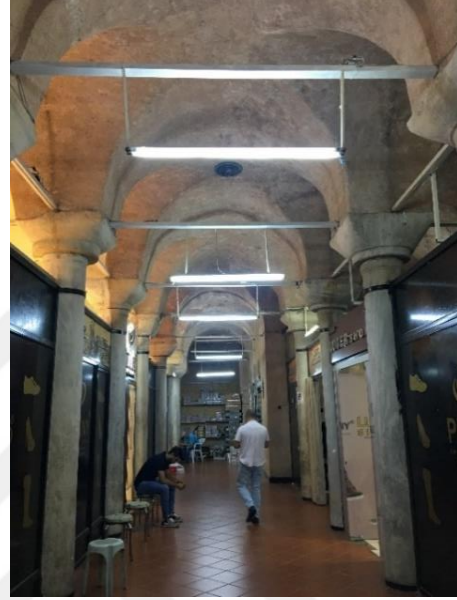


Şekil 5.7 Bodrum Camii ve Myrelaion Sarnıcı Genel Görünüm [8]

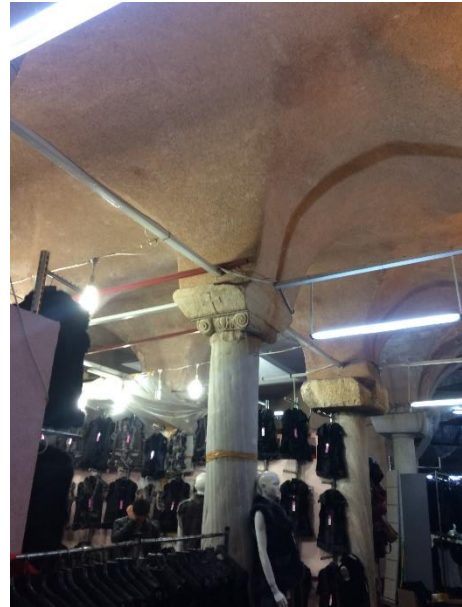


Şekil 5.8 Bodrum Camii Yanındaki Girişi (A) ve Aksaray Caddesindeki Girişi (B) [44]

Dairesel planlı sarnıcın çeperinde ve orta mekânda mağazalar yer almaktadır. Mağazalarda deri, kürk, çanta, ayakkabı ve benzeri giyim eşyalarının satışı yapılmaktadır. Kullanıcıları içinde bulunan mağaza çalışanları ve çoğunluğu turistlerden oluşan müşterilerdir. Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da Myrelaion Sarnıcı'nın giriş, koridor ve mağaza bölümlerine ilişkin görünümler verilmiştir.

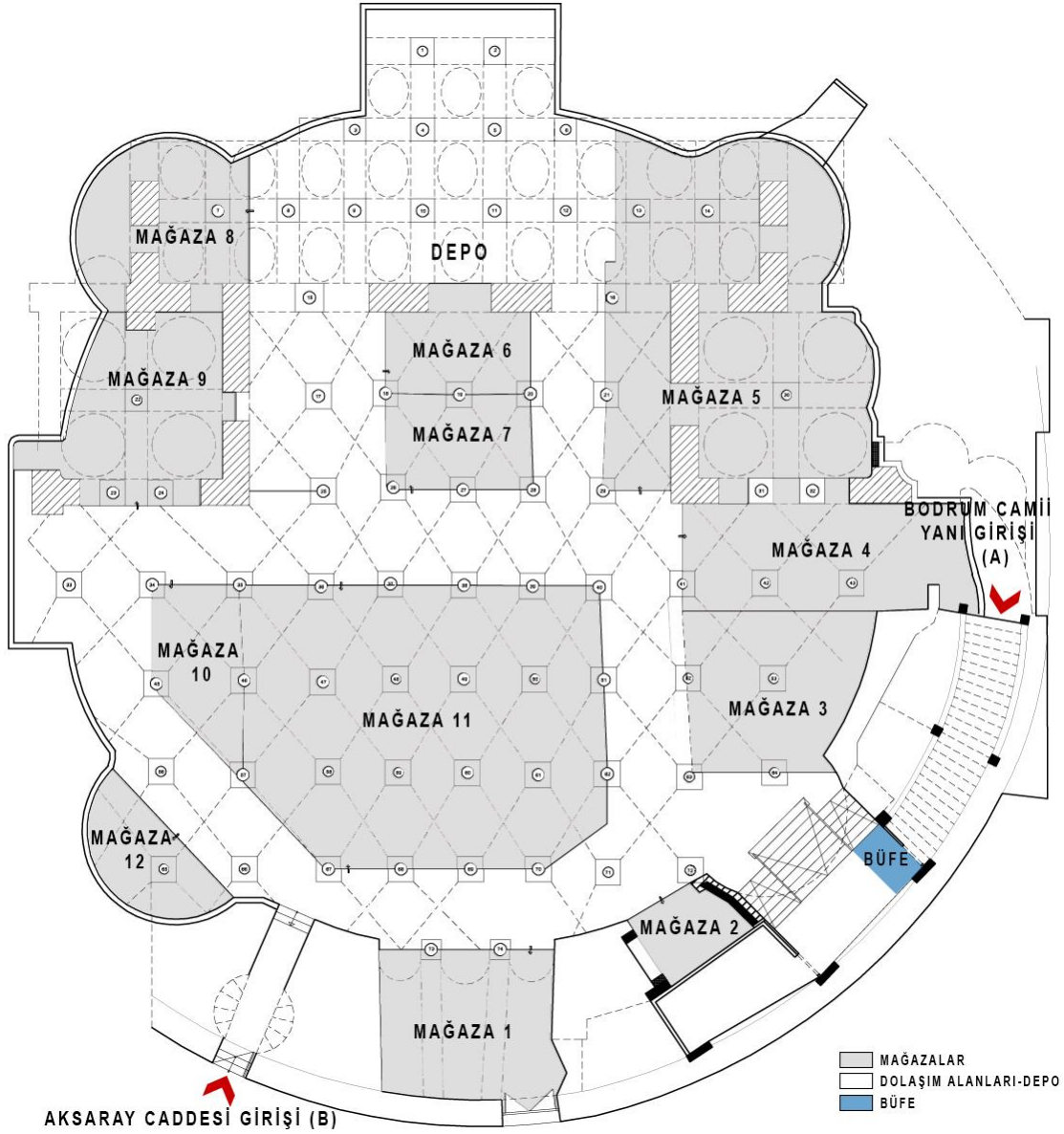


Şekil 5.9 Myrelaion Sarnıcı Dolaşım Alanları ve Mağazalar [44]



Şekil 5.10 Sarnıcın iç mekânına ait görseller [44]

Sarnıcın Bodrum Camii yakınındaki girişinin yanında çarşı kullanıcılarına yiyecek ve içecek satışı yapan küçük bir kafe yer almaktadır. Sarnıç içindeki 12 mağaza Şekil 5.11’de gri, sarnıçta merdivenin altındaki içecek satışı yapılan büfe ise mavi ile gösterilmiştir.



Şekil 5.11 Mağaza hacimleri, dolaşım alanları, girişler ve büfe

Kapalı çarşı olarak kullanılan sarnıçta sütun araları, mağaza bölümlerinin sınırlarını belirlemek için kemer yüksekliğine kadar alüminyum doğramalarla kapatılmış ve bu bölme elemanları sarnıcı çok hacimli bir yapıya dönüştürmüştür. Bu durum,

mekânın bütünlüğünü bozarak mimari özelliklerinin anlaşılmasını güçleştirmekte ve tarihi yapının özelliklerinin sergilenmesinin önüne geçmektedir.

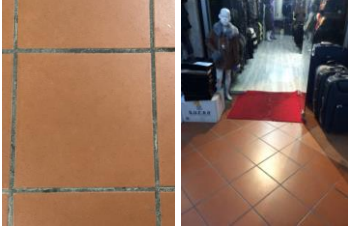


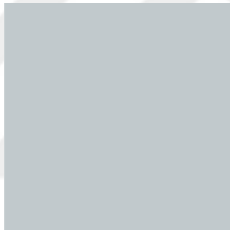

Mağazaların bölme elemanları çoğunlukla üzerinde marka isimlerinin yer aldığı siyah bir kaplama malzemesiyle kaplanmış, küçük bir bölümünde ise cam malzeme kullanılmıştır (Şekil 5.12). Sarnıcın tarihi dokusu ile uyuşmayan bu malzeme ve renk kullanımları tarihi mekânda estetik bir görüntü sergilememektedir.



Şekil 5.12 Mağaza Bölme Elemanları [44]

Sarnıcın mekân yüzeylerinin renksel özellikleri Munsell Renk Atlası aracılığıyla “renk eşleme” yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Tablo 5.1’de sarnıç yüzeylerinin malzeme cinsi, bunların renksel özelliklerine ilişkin Munsell Renk Dizgesi simgeleri ve ışık yansıtma çarpanları gösterilmiştir.

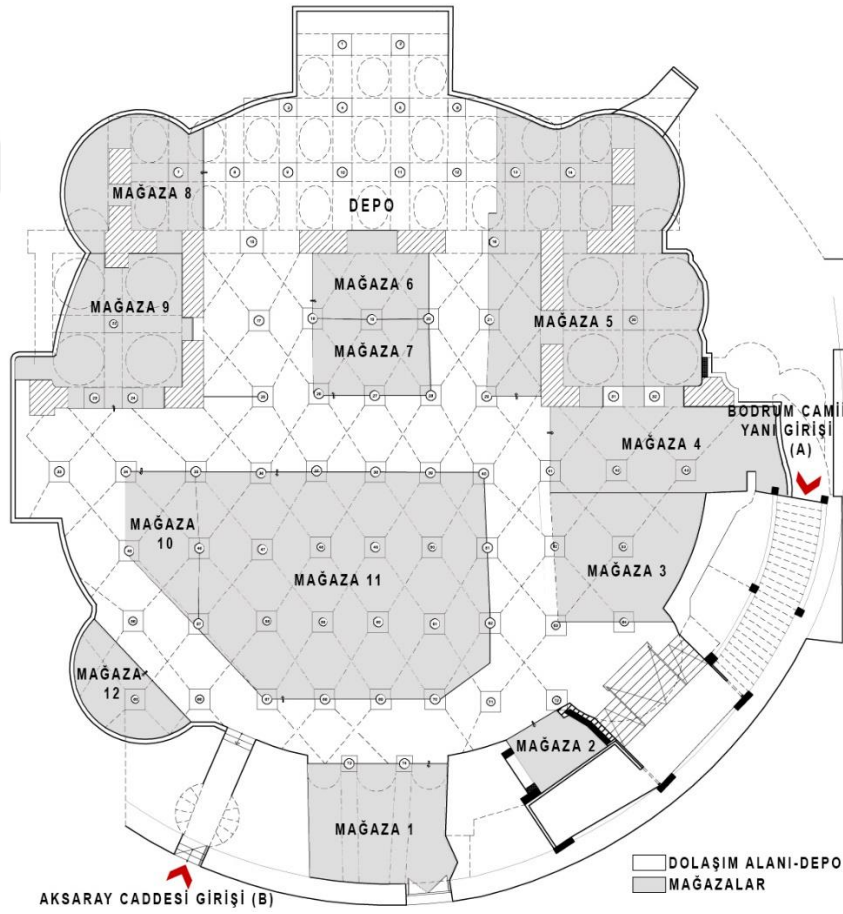
Tablo 5.1 Sarnıç yüzeylerinin Munsell Renk Dizgesi (MRD) simgeleri ve yansıtma çarpanları

	Görsel	Renk	MRD	Yansıtma çarpanı (r)
Zemin			12.5 - 5 / 6 Turuncu, orta koyu, orta doymuş	%17
Taş duvar			22.5- 7.5 / 2 Sarı, açık, çok az doymuş	%44
Sütun			70 - 8 / 1 Mavi, açık, çok az doymuş	%52
Duvar-tonoz rengi			5 - 7 / 3 Kırmızı, açık, az doymuş	%38

6

MYRELAION SARNICI'NIN MEVCUT YAPAY AYDINLATMA DÜZENİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Beşinci bölümde belirtildiği üzere Myrelaion Sarnıcı'nın güncel işlevi kapalı çarşı olup, mimari planlama açısından iki giriş, mağaza, depo ve dolaşım alanı bölümleri bulunmaktadır (Şekil 6.1). Sarnıcın tüm bölümleri yapay ışık ile aydınlatılmaktadır. Ancak, tarihi yapının mimari özelliklerinden olan tonoz tavan örtüsüne yönelik herhangi bir aydınlatma bulunmamaktadır. Mağaza bölümünde her kullanıcı kendine özgü bir aydınlatma düzeni kurgulamıştır. Depo bölümünde ise dolaşım alanlarına benzer bir düzen mevcuttur.



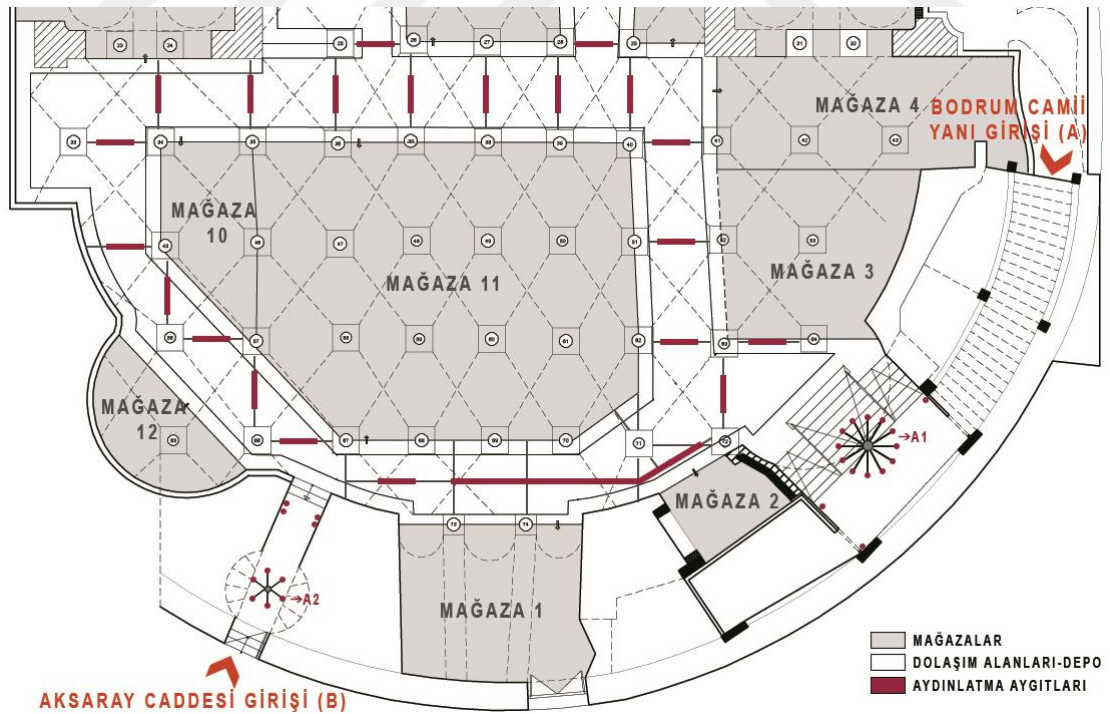
Şekil 6.1 Myrelaion Sarnıcı giriş, mağaza, depo ve dolaşım alanı bölümleri

Tez çalışması kapsamında Myrelaion Sarnıcı'nın mevcut aydınlatma düzeni giriş bölümlerinde yerinde belirleme yöntemi ile genel olarak, dolaşım alanlarında ise yerinde belirleme, ölçme ve hesaplama yöntemleri ile ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Giriş ve dolaşım alanı incelemeleri aşağıda verilmiştir.

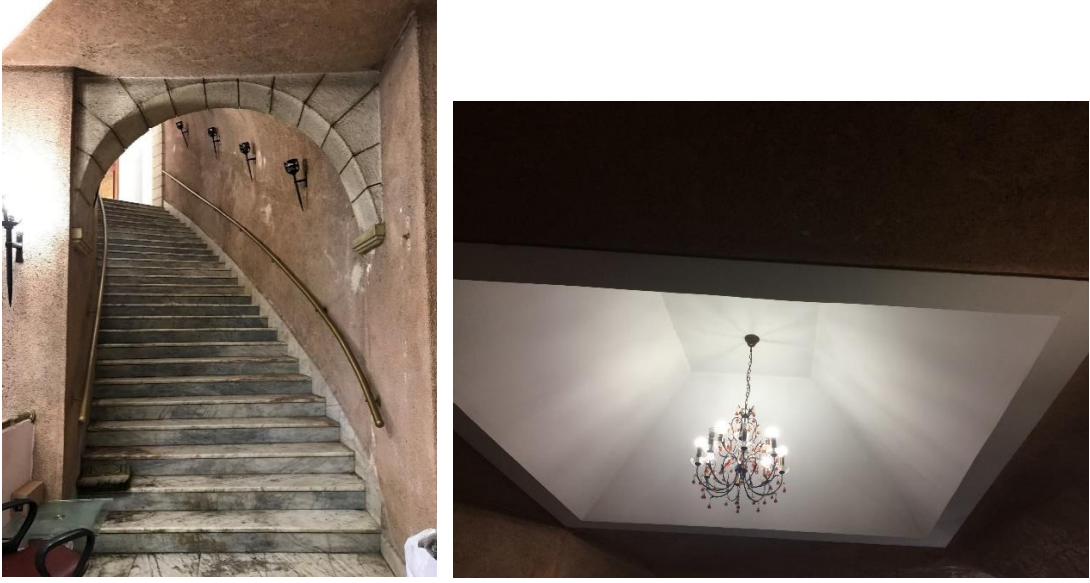
a) Giriş Bölümü Aydınlatması

Myrelaion Sarnıcı'nın Bodrum Camii yanındaki A girişinde merdiven ve sahanlık duvarlarına konumlandırılmış meşale biçiminde aplikler, tavanında ise 12 lambalı bir avize (A1) bulunmaktadır. Avize ve apliklerde OSRAM marka 23 W gücünde, ışık akısı 1600 lm, renk sıcaklığı 6500 K, renksel geriverim indisi (R_a) 80 olan kompakt flüoresan lamba kullanılmıştır.

Sarnıcın Aksaray Caddesi'ndeki B girişinde yan duvarlara konumlandırılmış şamdan biçimli 2 lambalı aplikler, tavanında ise 6 lambalı bir avize (A2) bulunmaktadır. Girişlerde yer alan avizelerin ve apliklerin konumları Şekil 6.2'de, A Girişinde bulunan apliklerin ve avizenin (A1) görselleri Şekil 6.3'te, B Girişinde bulunan apliklerin ve avizenin (A2) görseli Şekil 6.4'te sunulmuştur.



Şekil 6.2 Girişlerde yer alan avizelerin ve apliklerin konumları



Şekil 6.3 A Girişinde bulunan apliklerin ve avizenin (A1) görselleri [44]



Şekil 6.4 B Girişinde bulunan apliklerin ve avizenin (A2) görseli [44]

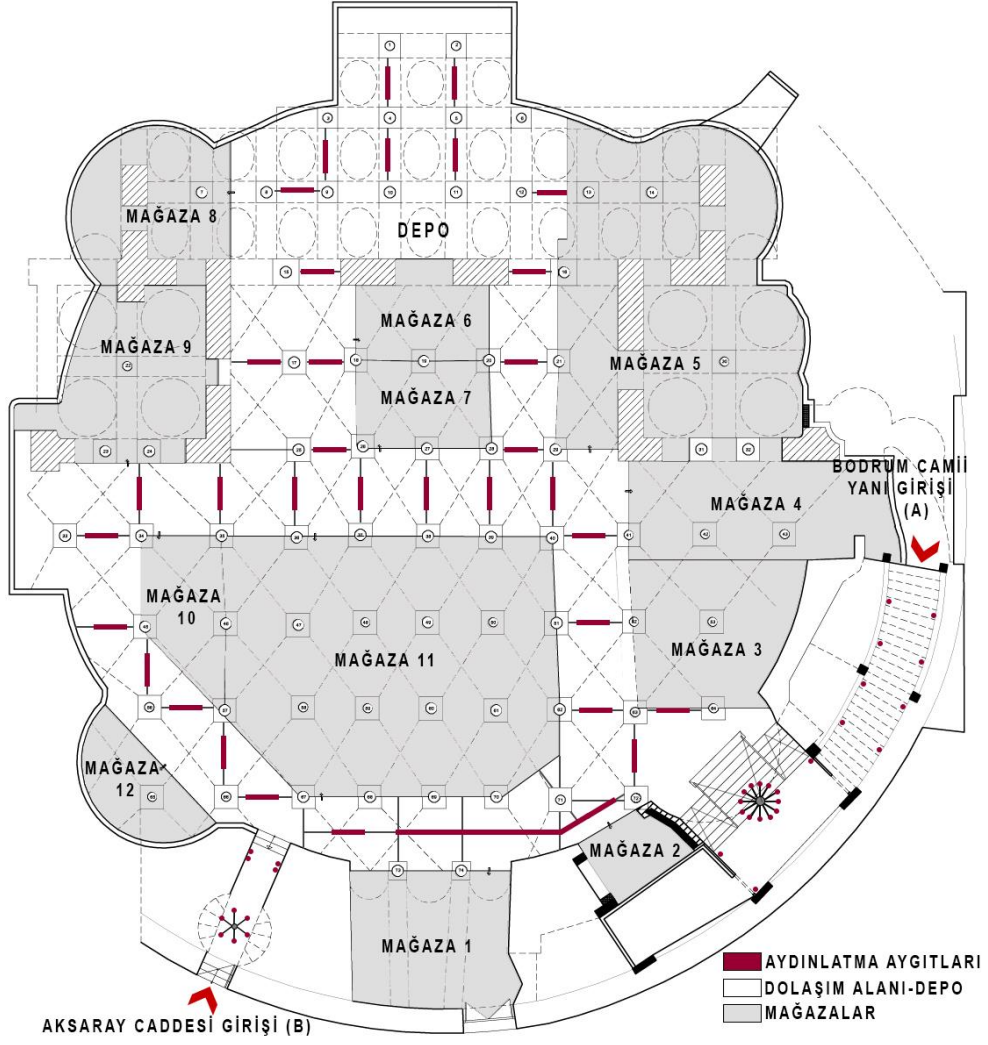
Myrelaion Sarnıcı'nın giriş bölümlerinde mevcut aydınlatma düzeni için yalnızca yerinde öznel belirlemeler yapılmış, aydınlatma ölçütlerine ilişkin ölçmeler gerçekleştirilmemiştir. Yerinde belirlemeler değerlendirildiğinde girişteki merdiven sahanlıklarının genelde az aydınlık olduğu, aplik ve avizelerin görme alanına girerek kamaşmaya yol açtığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca avizelerde ve apliklerde bulunan lambaların tümünün çalışmaması da olumsuz bir durum oluşturmaktadır.

b) Dolaşım Alanları Aydınlatması

Myrelaion Sarnıcı'nın dolaşım alanlarındaki mevcut aydınlatma düzeninin yerinde belirleme, ölçme ve hesaplama yöntemleri ile incelenmesinde aşağıda adımları verilen yöntem izlenmiştir:

- Mağazaların konumlarının ve dolaşım alanlarının sınırlarının belirlenmesi.
- Aydınlatma aygıtlarının konum, aygıt sayısı ve lamba özelliklerinin tespit edilmesi.
- Dolaşım alanlarının 7 bölgeye (A-G) ayrılması, TS EN 12464-1:2013 standardına uygun olarak ölçme noktalarının oluşturulması.
- Belirlenen ölçme noktalarında Testo 540 marka aydınlıkölçer ile döşeme üzeri yatay aydınlık düzeyinin (E_h) ve döşemeden 1,50 m yükseklikte silindirselsel aydınlık düzeyinin (E_z) ölçülmesi.
- Myrelaion Sarnıcı'nın Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında modellenerek mevcut aydınlatma düzeninin model üzerine eklenmesi ve ölçme işlemine benzer biçimde belirlenen noktalarda döşeme üzeri yatay aydınlık düzeyinin (E_h) ile döşemeden 1,50 m yükseklikte silindirselsel aydınlık düzeyinin (E_z) hesaplanması.
- Ölçme ve hesap sonuçlarının incelenmesi ve TS EN 12464-1:2013 standardında sirkülasyon alanları için belirlenen aydınlatma ölçütlerine ilişkin sağlanması gereken değerlerle karşılaştırılması.

Dolaşım alanlarındaki koridor bölümlerinin genişliği ortalama 3.30 m'dir ve alanda genel aydınlatma için yayınlık aydınlatma biçimine sahip, çıplak doğrusal flüoresan lambalı aygıtlar kullanılmıştır. Aygıtların birbirlerine uzaklıkları ortalama 2,80 m'dir. Her aygıtta 36 W gücünde, 26 mm çapında, 1,20 m uzunluğunda, renksel geriverim indisi (R_a) 72 olan iki adet flüoresan lamba bulunmaktadır. Aygıtlar duvarların ve sütunların arasına döşemeden 3,5 m yüksekliğe yerleştirilen demir gergilerden yaklaşık 30 cm aşağıya sarkıtılarak yerleştirilmiştir (Şekil 6.1). Dolaşım alanlarındaki aygıtların konumları Şekil 6.5'te, mekânın görünüşleri Şekil 6.6'da mevcut aygıtların teknik özellikleri Tablo 6.1'de verilmiştir.


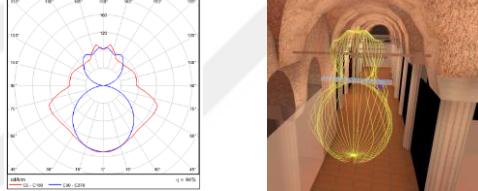


Şekil 6.5 Dolaşım alanı aydınlatma düzeni ve mağazalar



Şekil 6.6 Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanları aydınlatmasının günümüzdeki durumu [39]

Tablo 6.1 Mevcut düzende dolaşım alanlarında kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri [60]

Lamba Türü	Doğrusal Flüoresan
Lamba Gücü	36 W
Lamba Işık Akısı	2500 lm
Lamba Verimi	69,44 lm/W
Lamba Renksel Geriverim İndisi (R_a)	72
Lamba Renk Sıcaklığı	6500 K
Lamba Adedi	62
Aygıt Modeli	PHILIPS 2 X TLD 36W/840
Aygıt Adedi	31
Aygıt Resmi	
Aygıt Işık Yeğirlik Dağılımı	

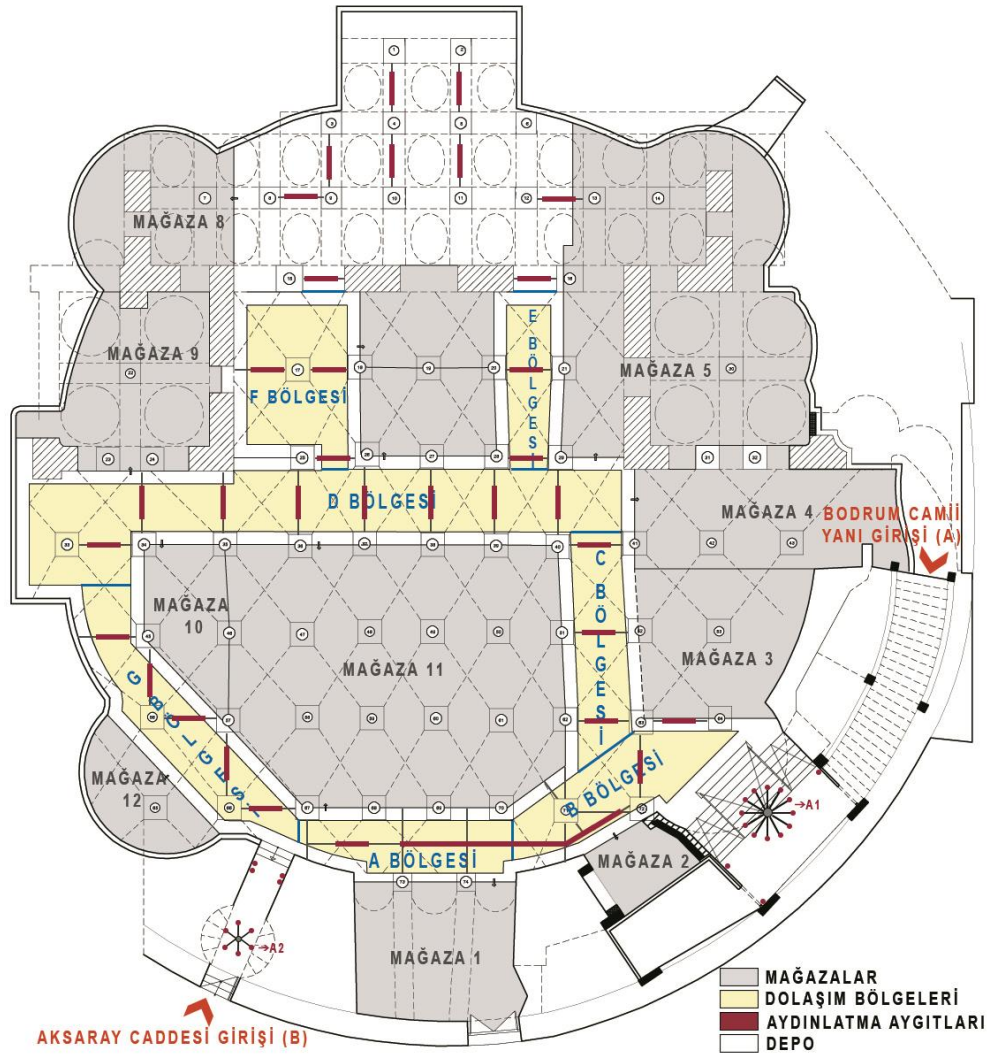
Genel özellikleri yukarıda açıklanan Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanlarının mevcut aydınlatma düzenine ilişkin yerinde ölçme ve simülasyon hesap sonuçları ve sonuçların değerlendirilmesi aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

6.1 Mevcut Aydınlatma Düzeni İnceleme Sonuçları

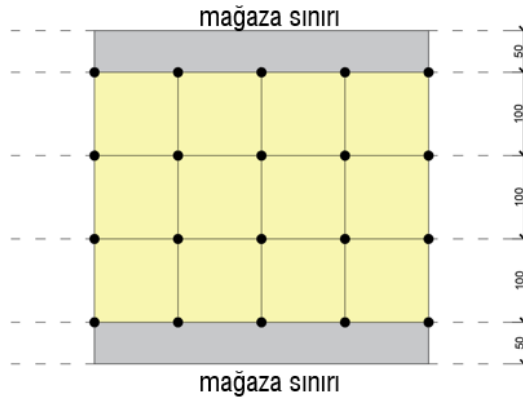
Dolaşım alanındaki aydınlatma düzeni, Şekil 6.7'de gösterildiği gibi A, B, C, D, E, F ve G bölgesi olmak üzere yedi bölgeye ayrılarak "yerinde ölçme" ve Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında "hesap yöntemi" ile incelenmiştir. Sarnıçta mağazalar tarafından depo olarak kullanılan bölgede ölçüm ve hesap yapılamamıştır.

Ölçme işlemi yapılırken TS EN 12464-1:2013 standardı dikkate alınarak her bölgede mağaza sınırlarından 50 cm uzaklık bırakılmış ve 1 m aralıklarla ölçme noktaları oluşturulmuştur. Bu noktalarda döşeme üzerindeki yatay aydınlık (E_h) ve 1,50 metre yükseklikteki silindirel aydınlık düzeyi (E_z) değerleri Testo 540 aydınlıkölçeri ile ölçülmüştür. Ölçme sırasında mağazaların kendi aydınlatmaları

açık olup, mevcut lambaların yaklaşık üçte birinin çalışmadığı görülmüştür. Dolaşım alanı ölçüm noktalarının Şekil 6.8'de şematik gösterimi sunulmuştur.



Şekil 6.7 Dolaşım alanı bölgeleri ve aydınlatma aygıtlarının konumları



Şekil 6.8 Dolaşım alanı ölçüm noktaları

Dolaşım alanında oluşturulan yedi bölgedeki koridorların genişlikleri farklı olup her bölge için kullanılan aydınlatma aygıtı sayısı da değişmektedir. Buna bağlı olarak her bölge için ölçüm ve hesap yapılan nokta sayısı farklı olmuştur. Bölgelerin genişlikleri, kullanılan aygıt sayısı, ölçüm ve hesap noktalarının sayısı Tablo 6.2’de gösterilmektedir. Belirlenen noktaların bir kısmında mağaza önlerindeki raf vb. sergileme elemanları nedeniyle ölçüm yapılamamıştır.

Tablo 6.2 Bölge genişlikleri, bölgede bulunan aydınlatma aygıtı sayıları ve bölgedeki hesap ve ölçüm noktalarının sayısı

Bölge adı	Bölge genişliği	Bölgede bulunan aygıt sayısı	Ölçüm ve hesap noktası sayısı
A	2,85 m	6	26 nokta
B	3,30 m	4	32 nokta
C	3,00 m	3	26 nokta
D	3,40 m	8	101 nokta
E	2,70 m	2	21 nokta
F	4,85 m	3	31 nokta
G	3,00 m	5	40 nokta
Tüm bölgelerde toplam		31	277 nokta

Dolaşım alanındaki 7 bölge için toplam 277 noktada ölçme ve hesap yapılmıştır. Her bölgeye ilişkin yatay ve silindirsiz aydınlık düzeyi sonuçları Ek A’da ayrıntılı olarak verilmiştir. Ek A’da verilen yerinde ölçüm sonuçlarına göre bölgeler için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{m_h}) ve modelleme indeksi (E_{m_h}/E_{m_z}) hesaplanmıştır.

Ölçmelerin yanı sıra Myrelaion Sarnıcı’nın Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Mevcut aydınlatma düzeni model üzerine eklenerek tüm noktalardaki ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{m_h}), ortalama silindirsiz aydınlık düzeyi (E_{m_z}), kamaşma (UGR) değeri, aydınlığın dağılımı (U_0) ve modelleme indeksi (E_{m_h}/E_{m_z}) hesaplanmıştır. Ölçme ve hesap sonuçları Tablo 6.3’te yer almaktadır.

Tablo 6.3 Mevcut düzende dolaşım alanı bölgeleri için ölçme ve hesap sonuçları göre (E_{mh} = ortalama yatay aydınlık düzeyi, U_0 = aydınlığın dağılımı, E_{mh}/E_{mz} = modelleme indeksi ve UGR= kamaşma)

Ölçüm/ Hesap Bölgesi	Yerinde Ölçüm			Dialux Hesabı			
	E_{mh}	U_0	(E_{mh}/E_{mz})	E_{mh}	U_0	(E_{mh}/E_{mz})	UGR
A	112	0,68	0,64	186	0,62	0,50	22
B	93	0,75	0,71	233	0,85	0,55	25,6
C	78	0,64	0,80	153	0,80	0,60	28
D	69	0,30	0,65	165	0,40	0,60	25,5
E	57	0,61	0,59	142	0,75	0,59	27,5
F	70	0,60	0,67	140	0,48	0,62	24,9
G	130	0,46	0,71	137	0,57	0,54	23,4

6.2 Mevcut Aydınlatma Düzeni İnceleme Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Bölüm 3'te belirtildiği üzere yapay aydınlatma açısından her mekânın işlevine göre sağlanması gereken ölçütlerin değerleri değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda, dolaşım/sirkülasyon alanlarındaki aydınlatma ölçütleri ve bunlara ilişkin değerler TS EN 12464-1:2013 standardına göre Tablo 6.4'te verilmiştir.

Tablo 6.4 TS EN 12464-1:2013 standardına göre dolaşım alanlarında sağlanması gereken ölçütlere ilişkin değerler [22]

Referans Numarası	Alanın İşlevi	Ortalama Yatay Aydınlık (E_m ; lm/m ²)	Kamaşma (UGR)	Aydınlığın Dağılımı (U_0)	Modelleme İndeksi (E_h/E_z)	Renksel Geriverim (R_a)
5.1.1	Sirkülasyon alanları ve koridorlar	≥ 100	≤ 28	$\geq 0,40$	0,30- 0,60	≥ 40

Çalışmada gerçekleştirilen yerinde ölçme ve tüm lambaların çalışması durumu için yapılan aydınlatma simülasyon hesap sonuçlarının karşılaştırılmasının değerlendirilmesi aşağıda özetlenmiştir:

- Ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{mh}) ölçütü için standartta sağlanması gereken değer $\geq 100 \text{ lm/m}^2$ olarak belirtilmiştir. Tablo 6.3'teki ölçme sonuçlarına göre, dolaşım alanlarının A ve G bölgelerindeki ortalama aydınlık düzeyi değerlerinin standarda uygunluk göstermesine karşın, diğer bölgelerde sağlanamamaktadır. Hesaplama sonuçlarına göre ise, tüm bölgelerde gerekli ortalama aydınlık düzeyleri elde edilmektedir. Hesap sonuçlarının yerinde ölçme sonuçlarına göre daha yüksek olmasının nedeni, ölçmelerde mağaza aydınlatmalarından gelen ışıkların katkısına rağmen lambaların yaklaşık üçte birinin çalışmamasıdır [12].
- Aydınlığın dağılımı (U_0), kamaşma (UGR), modelleme indeksi (E_{mh} / E_{mz}) ve renksel geriverim indisi (R_a) ölçütleri açısından, Tablo 6.3'te verilen simülasyon hesap sonuçları ile Tablo 7.4'te sunulan standarttaki değerler karşılaştırıldığında mevcut düzenin gerekli koşulları sağladığı belirlenmiştir.

Yukarıda verilen bilgiler özetlenecek olursa, Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanlarının mevcut aydınlatma düzeninin oluşturduğu koşullar, ölçme ve hesap sonuçları açısından ayrımlar göstermektedir. Ancak, simülasyon hesap sonuçlarına göre dolaşım alanlarında mevcut durumda tüm aydınlatma ölçütleri standarda uygunluk göstermektedir.

MYRELAION SARNICI YAPAY AYDINLATMA ÖNERİLERİ

Bu bölümde günümüzde kapalı çarşı olarak işlevlendirilen Myrelaion Sarnıcı için oluşturulan:

- Dolaşım alanı aydınlatması,
- Üst örtü/ tonoz aydınlatması,
- Dinlenme alanı tasarımı ve aydınlatması

önerileri sunulmuştur.

Önerilerde, 2. Bölüm' de verilen tarihi yapı koruma ilkeleri bağlamında yapıya en az müdahalede bulunularak aydınlatma düzenlerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, öneri aydınlatma düzenleri oluşturulurken aygıtların yerleşimi için mevcut durumda aygıtların asıldığı demir gergiler kullanılmıştır. 3. Bölüm'de belirtildiği üzere taş ve tuğla zararlı ışınımlara karşı duyarlı nesnelere. Myrelaion Sarnıcı da taş ve tuğla malzemeden oluştuğu için zararlı ışınımlara karşı önlem alınması gerekmektedir.

Aydınlatma düzeni önerilerinde Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programı kullanılmıştır ve 3. Bölüm' de verilen TS EN 12464-1:2013 standardındaki aydınlık düzeyi (E), aydınlığın dağılımı (U_0), ışığın renksel niteliği (R_a), kamaşma (UGR) ve modelleme ölçütlerine ilişkin hesaplamalar yapılmıştır. Önerilere ilişkin hesap sonuçları, mevcut durum simülasyon hesap sonuçları ile karşılaştırılarak aydınlatma ölçütleri ve enerji kullanımı açısından değerlendirilmiştir.

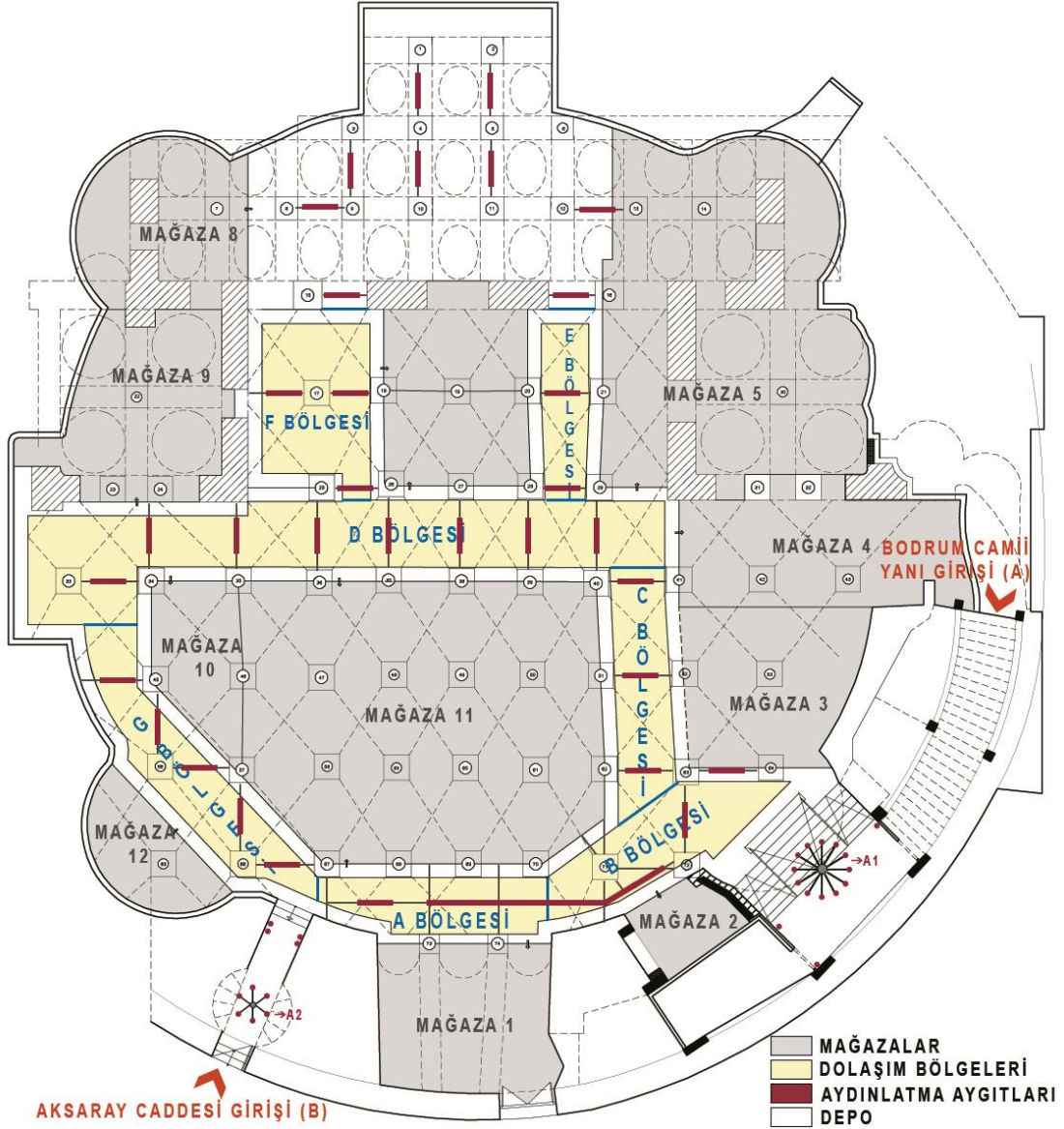
7.1 Dolaşım Alanı Aydınlatma Önerisi (D)

Çalışmada Myrelaion Sarnıcı'nın dolaşım alanları için üç öneri oluşturulmuştur. Önerilerde, aydınlatma koşullarının TS EN 12464-1:2013 standardındaki ölçütlere uygun olarak iyileştirilmesi ve enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. Dolaşım alanlarının zemin malzemesini veya yapının mimarisini değiştirecek hiçbir müdahalede bulunulmamıştır.

Dolaşım alanı önerileri hazırlanırken aşağıda adımları verilen yöntem izlenmiştir:

- Mevcut aydınlatma düzeninde bulunan aygıtların konumları korunarak flüoresan lambaların farklı özelliklere sahip LED lambalarla değiştirilmesi.
- Mevcut aydınlatma düzeni incelemesi sırasında belirlenen 7 bölgede (A-H) ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{mh}), ortalama silindirselsel aydınlık düzeyi (E_{mz}), aydınlığın dağılımı (U_0), kamaşma (UGR) ve modelleme indeksinin (E_{mh}/E_{mz}) hesaplanması ve TS EN 12464-1:2013 standardına uygunluklarının belirlenmesi.
- Mevcut durum hesap sonuçlarının önerilere ilişkin hesap sonuçlarıyla karşılaştırılması.

Önerilerdeki aygıtlar mevcut durumda olduğu gibi duvar ve sütunlar arasında yer alan ve döşemedenden 3,50 m yükseklikteki demir gergilerden 30 cm sarkıtılarak yerleştirilmiştir. Dolaşım alanındaki 7 bölgede yer alan aygıtların yerden yüksekliği 3,20 m'dir. Her aygıtta 26 mm çapında, 1,20 m uzunluğunda iki adet LED lamba bulunmaktadır. Genelde sıcak renkli olan iç yüzey renklerinin doğru algılanabilmesi için tüm LED lambaların renksel geriverim indisi (R_a) 100 ve renk sıcaklıkları 4000 K seçilmiştir. Aygıtların yerleşim planı Şekil 7.1'de sunulmuştur.




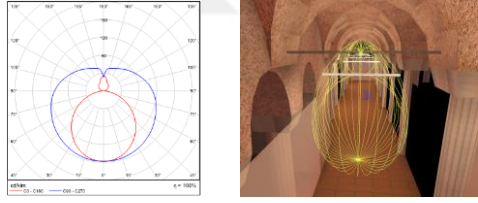
Şekil 7.1 Bölgeler ve aydınlatma aygıtlarının konumları

6.1. Bölüm’ de verilen mevcut aydınlatma durumu incelemesinde olduğu gibi üç öneride de Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında, yedi dolaşım bölgesinde bulunan 277 ölçme noktasında döşeme üzeri yatay aydınlık düzeyi (E_h) ve 1,50 metre yükseklikte silindrsel aydınlık düzeyi (E_z) hesaplanmıştır. Daha sonra tüm bölgelerdeki ortalama yatay aydınlık düzeyi (Em_h), kamaşma (UGR) değeri, aydınlığın dağılımı (U_0) ve modelleme indeksi (Em_h/Em_z) değerleri hesaplanmıştır. Tez kapsamında dolaşım alanları için hazırlanan öneriler (D1, D2 ve D3) aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

7.1.1 Dolaşım Alanı için 1. Aydınlatma Önerisi (D1)

Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanlarına yönelik 1. Öneride (D1) kullanılan lamba ve aygıtların teknik özellikleri Tablo 7.1'de, aydınlatma ölçütleri açısından hesap sonuçları ve TS EN 12464-1:2013'e göre sağlanması gereken değerler Tablo 7.2'de yer almaktadır.

Tablo 7.1 Dolaşım alanı 1. Öneride (D1) kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri [62]

Lamba Türü	Doğrusal LED
Lamba Gücü	16 W
Lamba Işık Akısı	1800 lm
Lamba Verimi	112,5 lm/W
Lamba Renksel Geriverim İndisi (Ra)	100
Lamba Renk Sıcaklığı	4000 K
Lamba Adedi	62
Lamba Modeli	PHILIPS LIGHTING 9290019660 4000K 16W
Lamba Resmi	
Aygıt Adedi	31
Aygıt Işık Yeğnlik Dağılımı	

Tablo 7.2 Dolaşım alanı bölgelerinde mevcut durum ve 1. Öneri (D1) için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{mh}), modelleme indeksi (E_{mh}/E_{mz}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin hesap sonuçları ve sağlanması gereken değerler

Ölçüm/ Hesap Bölgesi	Mevcut Durum				1. Öneri			
	E_{mh}	E_{mz}/E_{mh}	UGR	U_0	E_{mh}	E_{mz}/E_{mh}	UGR	U_0
TS EN 12464-1	100	0,30-0,60	28	$\geq 0,40$	100	0,30-0,60	28	$\geq 0,40$
A Bölgesi	186	0,50	22	0,62	146	0,51	21,7	0,61
B Bölgesi	233	0,55	25,6	0,85	191	0,56	22,3	0,84
C Bölgesi	153	0,60	28	0,80	110	0,54	21,7	0,80
D Bölgesi	165	0,60	25,5	0,40	115	0,53	21,9	0,42
E Bölgesi	142	0,59	27,5	0,75	101	0,52	23,8	0,78
F Bölgesi	140	0,62	24,9	0,48	101	0,56	23,7	0,48
G Bölgesi	137	0,54	23,4	0,57	106	0,53	21,6	0,45

Tablo 7.2’de verilen dolaşım alanı bölgelerindeki mevcut durum ile 1. Öneri hesap sonuçları incelendiğinde, her iki durumda da TS EN 12464-1:2013 standardındaki ölçütlere ilişkin değerlerin sağlandığı görülmektedir. Ancak, 1. Önerideki kamaşma değerleri mevcut duruma göre daha olumludur.

Dolaşım alanları mevcut durum ve 1. Öneri aydınlatma düzeninde kullanılan lamba sayıları (62) eşit olmasına karşın Tablo 7.3’ten görüleceği üzere güçleri ve verimleri farklıdır. Mevcut aydınlatma düzeninde toplam 2232 W/saat, 1. Öneride ise toplam 992 W/saat enerji harcanmaktadır. Enerji harcamaları dikkate alındığında 1. Önerinin mevcut düzene göre %55 daha az enerji tükettiğini ve enerji verimliliği açısından daha olumlu olduğunu ortaya koymaktadır.


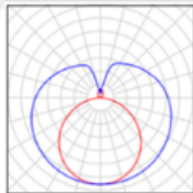
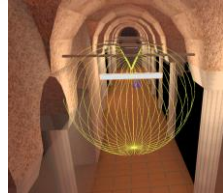
Tablo 7.3 Mevcut kurulu güç ve 1. Öneri (D1) için enerji verimliliği karşılaştırması

	Mevcut durum	1.öneri
Lamba ışık akısı	2500 lm	1800 lm
Lamba verimi	69,44 lm/W	112,5 lm/W
Lamba gücü	36 W	16 W
Lamba Sayısı	62	62
Toplam lamba gücü	36 x 62 = 2232 W	16 x 62 = 992 W
Enerji kullanımı	% 100	% 45

7.1.2 Dolaşım Alanı için 2. Aydınlatma Önerisi (D2)

Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanlarına yönelik 2. Öneride (D2) kullanılan lamba ve aygıtların teknik özellikleri Tablo 7.4'te, aydınlatma ölçütleri açısından hesap sonuçları Tablo 7.5'te yer almaktadır.

Tablo 7.4 Dolaşım alanı 2. Öneride (D2) kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri [63]

Lamba Türü	Doğrusal LED
Lamba Gücü	11 W
Lamba Işık Akısı	1700 lm
Lamba Verimi	154,55 lm/W
Lamba Renksel Geriverim İndisi (Ra)	100
Lamba Renk Sıcaklığı	4000 K
Lamba Adedi	62
Lamba Modeli	LEDVANCE ST8V- 1,2m- 16,2W-840-EM
Lamba Resmi	
Aygıt Adedi	31
Aygıt Işık Yeğİnlik Dağılımı	 

Tablo 7.5 Dolaşım alanı bölgelerinde mevcut durum ve 2. Öneri (D2) için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{mh}), modelleme indeksi (E_{mz}/E_{mh}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin hesap sonuçları ve sağlanması gereken değerler

Ölçüm/ Hesap Bölgesi	Mevcut Durum				2. Öneri			
	E_{mh}	E_{mz}/E_{mh}	UGR	U_0	E_{mh}	E_{mz}/E_{mh}	UGR	U_0
TS EN 12464-1	100	0,30-0,60	28	$\geq 0,40$	100	0,30-0,60	28	$\geq 0,40$
A Bölgesi	186	0,50	22	0,62	165	0,55	26,3	0,58
B Bölgesi	233	0,55	25,6	0,85	187	0,54	26	0,70
C Bölgesi	153	0,60	28	0,80	95	0,52	28	0,75
D Bölgesi	165	0,60	25,5	0,40	96	0,50	25,6	0,40
E Bölgesi	142	0,59	27,5	0,75	87	0,48	27,1	0,64
F Bölgesi	140	0,62	24,9	0,48	87	0,67	26,6	0,41
G Bölgesi	137	0,54	23,4	0,57	98	0,52	25,7	0,43

Tablo 7.5'te verilen dolaşım alanı bölgelerindeki 2. Öneri hesap sonuçları incelendiğinde, TS EN 12464-1:2013 standardındaki ölçütlere göre döşeme üzeri ortalama yatay aydınlık düzeyi değeri (E_{mh}), A ve B bölgeleri dışındaki diğer bölgelerde sağlanamamaktadır. Modelleme indeksi (E_{mz}/E_{mh}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımı (U_0) ölçütleri ise tüm bölgelerde standart değerleri sağlamaktadır. Standarda uygun olmayan değerler Tablo 7.5'te kırmızı ile işaretlenmiştir.

Dolaşım alanları mevcut durum ve 2. Öneri aydınlatma düzeninde kullanılan lamba sayıları (62) eşit olmasına karşın Tablo 7.6'dan görüleceği üzere güçleri ve verimleri farklıdır. Mevcut aydınlatma düzeninde toplam 2232 W/saat, 2. Öneride ise toplam 682 W/saat enerji harcanmaktadır. Enerji harcamaları dikkate alındığında 2. Önerinin mevcut düzene göre %69 daha az enerji tükettiğini ve enerji verimliliği açısından daha olumlu olduğunu ortaya koymaktadır.


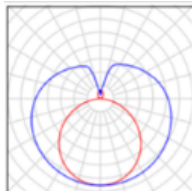
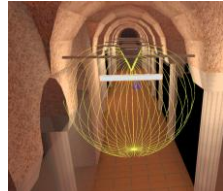
Tablo 7.6 Mevcut kurulu güç ve 2. Öneri (D2) için enerji verimliliği karşılaştırması

	Mevcut durum	2.öneri
Lamba ışık akısı	2500 lm	1700 lm
Lamba verimi	69.44 lm/W	154,5 lm/W
Lamba gücü	36 W	11 W
Lamba Sayısı	62	62
Toplam lamba gücü	36 x 62 = 2232 W	11 x62 = 682 W
Enerji kullanımı	% 100	% 31

7.1.3 Dolaşım Alanı için 3. Aydınlatma Önerisi (D3)

Myrelaion Sarnıcı dolaşım alanlarına yönelik 3. Öneride (D3) kullanılan lambanın ve aygıtların teknik özellikleri Tablo 7.7’de, aydınlatma ölçütleri açısından hesap sonuçları Tablo 7.8’de yer almaktadır.

Tablo 7.7 Dolaşım alanı 3. Öneride (D3) kullanılan lamba ve aydınlatma aygıtının özellikleri [63]

Lamba Türü	Doğrusal LED
Lamba Gücü	11 W
Lamba Işık Akısı	1900 lm
Lamba Verimi	172,72 lm/W
Lamba Renksel Geriverim İndisi (R_a)	100
Lamba Renk Sıcaklığı	4000 K
Lamba Adedi	62
Lamba Modeli	LEDVANCE ST8V- 1,2m- 16,2W-840-EN
Lamba Resmi	
Aygıt Adedi	31
Aygıt Işık Yeğİnlik Dağılımı	 

Tablo 7.8 Dolaşım alanı bölgelerinde mevcut durum ve 3. Öneri (D3) için ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{mh}), modelleme indeksi (E_{mz}/E_{mh}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin hesap sonuçları ve sağlanması gereken değerler

Ölçüm/ Hesap Bölgesi	Mevcut Durum				3. Öneri			
	E_{mh}	E_{mz}/E_{mh}	UGR	U_0	E_{mh}	E_{mz}/E_{mh}	UGR	U_0
TS EN 12464-1	100	0,30-0,60	28	$\geq 0,40$	100	0,30-0,60	28	$\geq 0,40$
A Bölgesi	186	0,50	22	0,62	185	0,57	27	0,61
B Bölgesi	233	0,55	25,6	0,85	205	0,56	26,5	0,67
C Bölgesi	153	0,60	28	0,80	107	0,53	24,5	0,76
D Bölgesi	165	0,60	25,5	0,40	110	0,50	26,2	0,41
E Bölgesi	142	0,59	27,5	0,75	100	0,50	27,1	0,66
F Bölgesi	140	0,62	24,9	0,48	100	0,54	26,4	0,48
G Bölgesi	137	0,54	23,4	0,57	111	0,52	25,9	0,43

Tablo 7.8’de verilen dolaşım alanı bölgelerindeki mevcut durum ile 3. Öneri hesap sonuçları incelendiğinde, her iki durumda da TS EN 12464-1:2013 standardındaki ölçütlere ilişkin değerlerin sağlandığı görülmektedir.

Dolaşım alanları mevcut durum ve 3. Öneri aydınlatma düzeninde kullanılan lamba sayıları (62) eşit olmasına karşın Tablo 7.9’den görüleceği üzere güçleri ve verimleri farklıdır. Mevcut aydınlatma düzeninde toplam 2232 W/saat, 3. Öneride ise toplam 682 W/saat enerji harcanmaktadır. Enerji harcamaları dikkate alındığında 3. Önerinin mevcut düzene göre %69 daha az enerji tükettiğini ve enerji verimliliği açısından daha olumlu olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 7.9 Mevcut kurulu güç ve 3. Öneri (D3) için enerji verimliliği karşılaştırması

	Mevcut durum	3.öneri
Lamba ışık akısı	2500 lm	1900 lm
Lamba verimi	69.44 lm/W	172,72 lm/W
Lamba gücü	36 W	11 W
Lamba Sayısı	62	62
Toplam lamba gücü	36 x 62 = 2232 W	11 x 62 = 682 W
Enerji kullanımı	% 100	% 31

7.1.4 Dolaşım Alanı Mevcut ve Öneri Aydınlatma Düzenlerinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Myrelaion Sarnıcı'ndaki dolaşım alanı bölgelerine yönelik mevcut ve önerilen üç düzene (D1, D2, D3) ilişkin hesaplamaların ortalama yatay aydınlık düzeyi (E_{mh}) ve enerji verimliliği açısından toplu karşılaştırılması hedeflenmiştir. Belirtilen hedef doğrultusunda hesap sonuçları Tablo 7.10'da sunulmuş ve aşağıda kısaca değerlendirilmiştir.

Tablo 7.10 Mevcut ve öneri düzenlerin dolaşım alanı bölgelerinde oluşturdukları ortalama yatay aydınlık düzeyleri (E_{mh}) ve enerji kullanımları

Ölçüm/ Hesap Bölgesi	Ortalama Yatay Aydınlık (lm/m^2)- TS EN 12464-1: 100 lm/m^2			
	Mevcut Düzen	Öneriler		
	Dialux Hesabı	1.Öneri	2.Öneri	3.Öneri
A BÖLGESİ	186	146	165	185
B BÖLGESİ	233	191	187	205
C BÖLGESİ	153	110	95	107
D BÖLGESİ	165	115	96	110
E BÖLGESİ	142	101	87	100
F BÖLGESİ	140	101	87	100
G BÖLGESİ	137	106	98	111
Enerji kullanımı	% 100	% 45	% 31	% 31

a) Döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi (E_{mh}):

Mevcut durum, 1. ve 3. Öneri (D1 ve D3) düzenlerinde aydınlık düzeyleri çalışmada ele alınan dolaşım alanının yedi bölgesinde TS EN 12464-1:2013'te belirtilen değerleri sağlamaktadır. Ancak, 2. Öneride (D2) standart değerler, yalnızca A ve B bölgelerinde sağlanabilmektedir.

b) Enerji verimliliği:

Dolaşım alanlarına yönelik hazırlanan öneri düzenlerde kullanılan lambaların güçleri mevcut düzene göre daha düşüktür. Enerji verimliliği açısından mevcut ve öneri düzenler karşılaştırıldığında Tablo 7.10'dan görüleceği üzere %69 değeri ile 2. ve 3. Öneri (D2 ve D3) mevcut düzene göre daha olumludur. 1. Öneri (D1) %55 değeri ile mevcut düzene göre daha az enerji tüketmesine karşın 2. ve 3. Öneriye göre daha az verimlidir.

Sonuç olarak Myrelaion Sarnıcı'nın dolaşım alanları için hazırlanan üç öneriden, tüm aydınlatma ölçütlerini sağlayan ve en çok enerji tasarrufu edilen düzen 3. Öneri (D3) olmuştur. Bu nedenle, dolaşım alanına yönelik 3. Önerinin, çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde kullanılması uygun bulunmuştur.

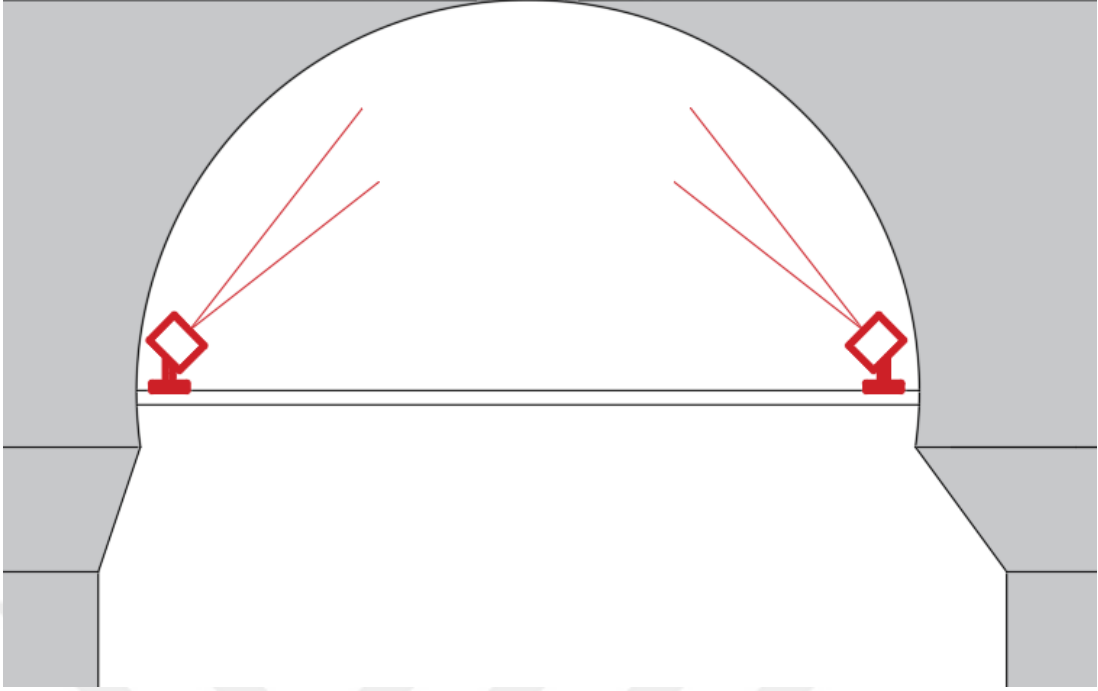
7.2 Tonoz Aydınlatma Önerisi (T)

Myrelaion Sarnıcı'nın mimari özelliklerinin yer aldığı 5. Bölüm'de belirtildiği üzere, sarnıcın üst örtüsü çapraz tonozlardan oluşmaktadır (Şekil 7.2). Sarnıcın mevcut aydınlatmasının yer aldığı 6. Bölüm'de söz edildiği gibi, yapının önemli mimari öğelerinden biri olan tonozlara özgü bir aydınlatma bulunmamaktadır. Tonoz yüzeyleri yalnızca dolaşım alanları ve mağaza aydınlatmalarından gelen ışıklarla aydınlanmaktadır. Bu nedenle, tonoz yüzey görünürlüğünü artırarak tonozları vurgulamak ve hacmin genel algısını güçlendirmek amacıyla çalışma kapsamında tonoz aydınlatma önerisi (T) hazırlanmıştır.





Şekil 7.2 Myrelaion sarnıcı çapraz tonoz görüntüsü [44] ve çapraz tonozun plan, kesit ve görünüşü [64]

Önerilerde, geometrik formunun doğru algılanabilmesi için tonozlar, dolaşım alanındaki sütunlar arasında bulunan demir gergilerin iki yanına yerleştirilen ve tonozun tepe noktasına yönlendirilen noktasal LED aygıtlar ile aydınlatılmıştır (Şekil 7.3). Tonoz aydınlatma önerisinde kullanılan LED aygıtların özellikleri Tablo 7.11'de verilmiştir.



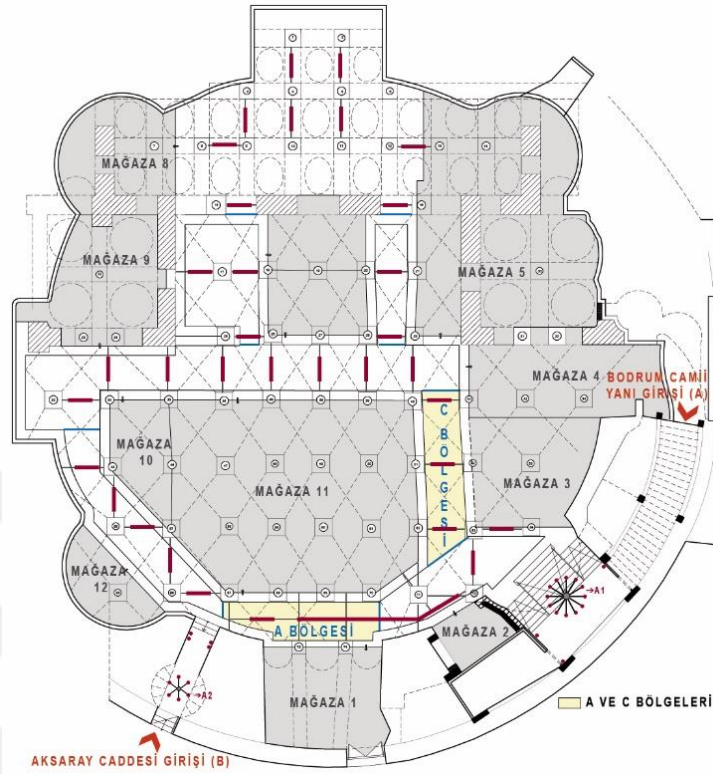
Şekil 7.3 Tonoz aydınlatması için kullanılan noktasal aygıtların kesitte gösterimi

Tablo 7.11 Tonoz aydınlatmasında kullanılan LED aygıtın özellikleri [65]

Lamba Gücü	8,6 W
Lamba Işık Akısı	720 lm
Lamba Verimi	83,7 lm/W
Lamba Renksel Geriverim İndisi (Ra)	80
Lamba Renk Sıcaklığı	4000 K
Aygıt Modeli	BRIGHT SPECIAL LIGHTING FORTIS A LED
Aygıt Resmi	
Aygıt Işık Yeğirlik Dağılımı	

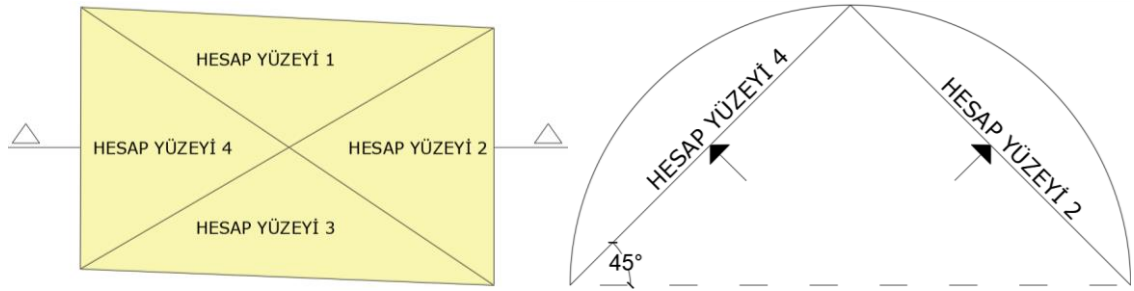
Tonoz aydınlatma önerisini örneklemek amacıyla sarnıç dolaşım alanlarındaki A ve C bölgelerinde yer alan farklı boyutlardaki çapraz tonozlar ele alınmıştır (Şekil 7.4).

A ve C bölgelerindeki tonoz aydınlatmasına ilişkin hesaplamalar Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programı ile yapılmıştır.



Şekil 7.4 A ve C bölgelerinin sarnıç içindeki konumları

Tonoz aydınlatması önerilerinde çalışmanın 7.1. Bölümü'nde açıklanan ve en olumlu olarak belirlenen dolaşım alanı 3. Aydınlatma önerisindeki (D3) aygıtların oluşturduğu düzen kullanılmıştır. Çapraz tonoz yüzeyleri üzerinde oluşan aydınlık, tonozun eğrisel geometrik biçimi nedeniyle eğimli hesap yüzeyleri aracılığıyla belirlenmiştir. Şekil 7.5'te gösterildiği gibi, tonoz yüzeyleri 45° eğimli üçgen biçimindeki dört bölüme ayrılmış ve bu yüzeyler üzerindeki ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır.



Şekil 7.5 Tonoz hesap yüzeylerinin plan ve kesit üzerinde şematik gösterimi

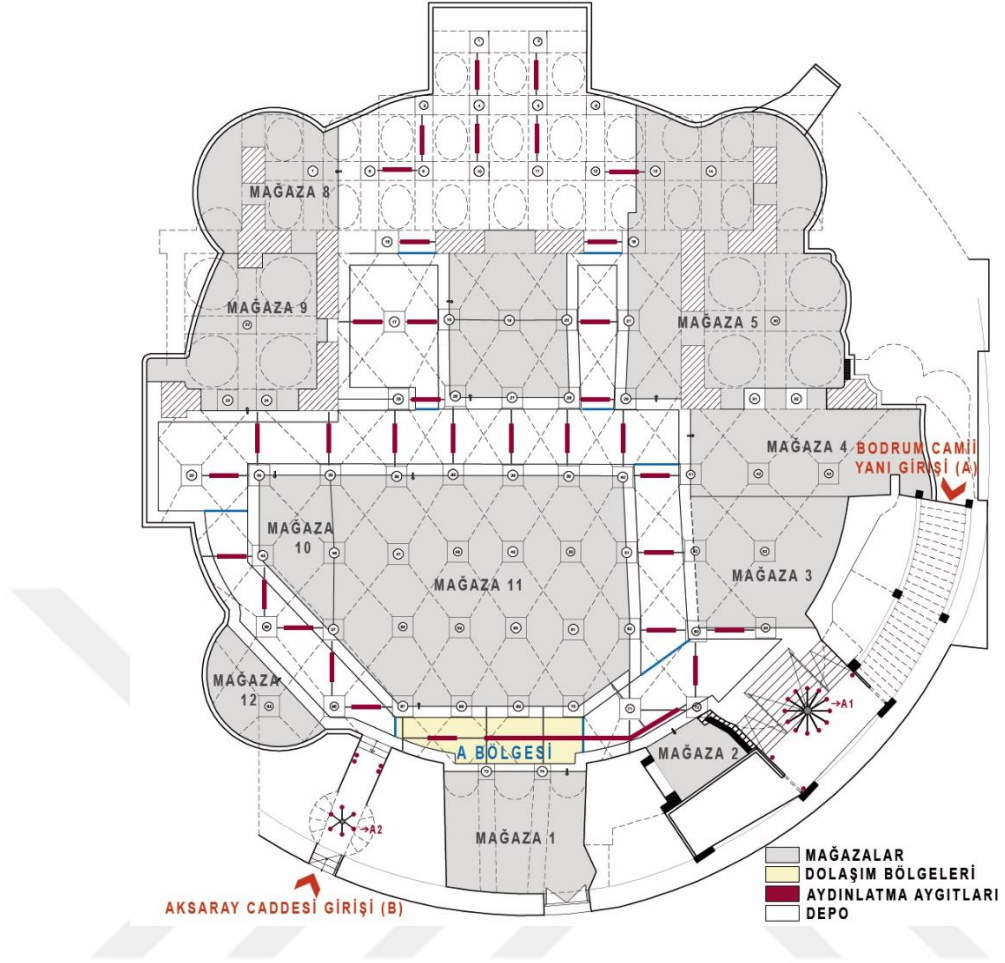
Dolaşım alanındaki aygıtlardan gelen ışıklar tonoz yüzeylerini aydınlatacak ve tonoz aydınlatmalarından gelen ışıklar da dolaşım alanı döşemesindeki aydınlığa katkıda bulunacaktır. Bu nedenle, yapının tonozlarına ilişkin hesaplamalar:

- Dolaşım alanı aygıtlarının (D3) tonoz yüzeylerinde oluşturduğu aydınlıklar (T1 durumu),
- Tonoz aygıtlarının (T) tonoz yüzeylerinde oluşturdukları aydınlıklar (T2 durumu),
- Dolaşım alanı aygıtlarının (D3) ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte tonoz yüzeyleri üzerinde oluşturdukları aydınlıklar (T3 durumu),
- Dolaşım alanı aygıtlarının (D3) ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte sarnıç döşeme yüzeyinde oluşturduğu aydınlıklar (T4 durumu)

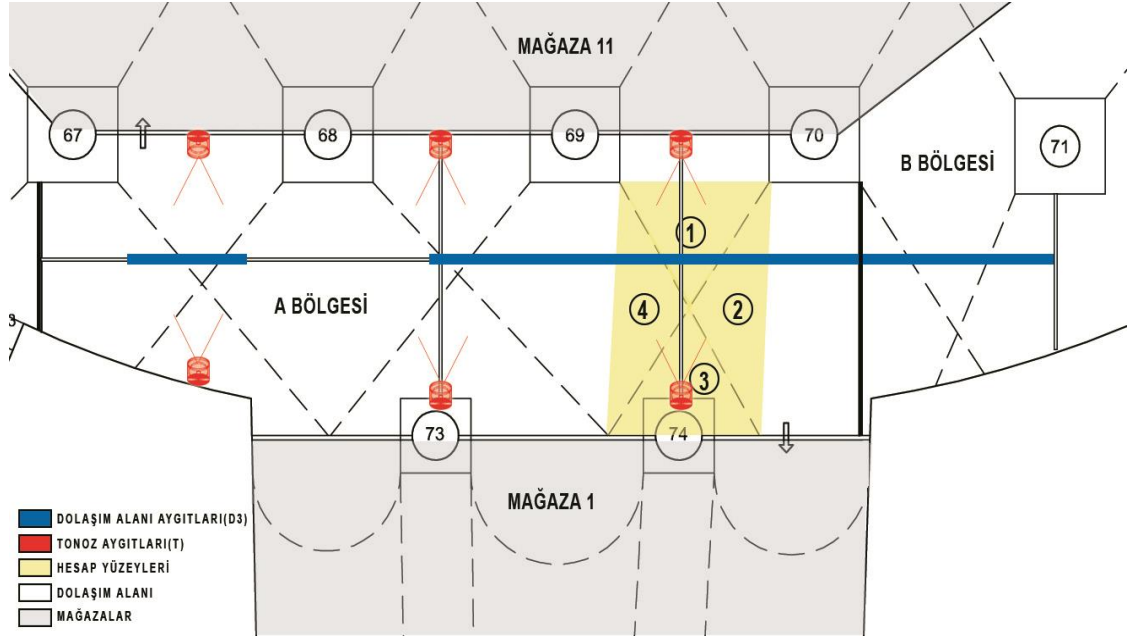
olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Myrelaion Sarnıcı'nın dolaşım alanındaki A ve C bölgelerine yönelik tonoz aydınlatma önerilerine ilişkin bilgiler aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

7.2.1 A Bölgesi Çapraz Tonoz Aydınlatması

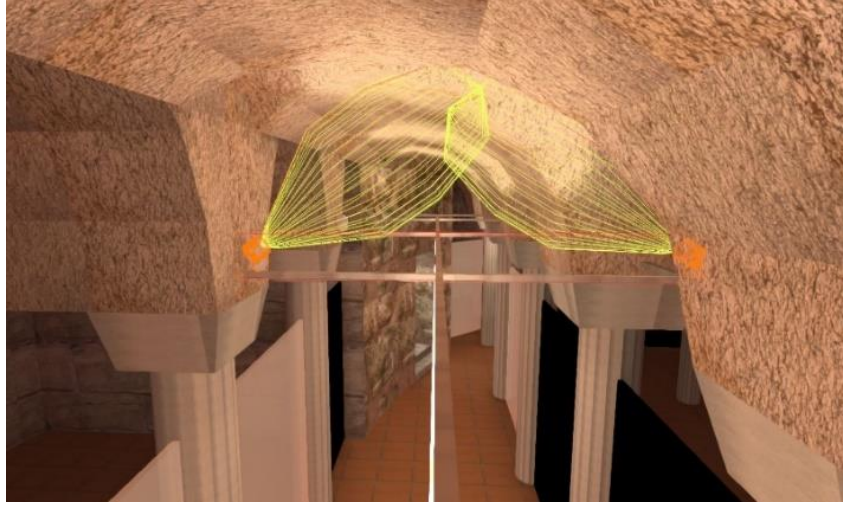
Myrelaion Sarnıcı'ndaki Mağaza 1 ve Mağaza 11 arasındaki A dolaşım alanında aydınlatma önerisi için seçilen tonozun boyutları 1,50 m x 2,40 m ve yüksekliği 1,26 m'dir. Tonozun bulunduğu A bölgesinin konumu Şekil 7.6'da, tonoz aygıtlarının yerleşimi Şekil 7.7'de, tonozun kesiti Şekil 7.8'de ve simülasyon görseli Şekil 7.9'da verilmiştir.



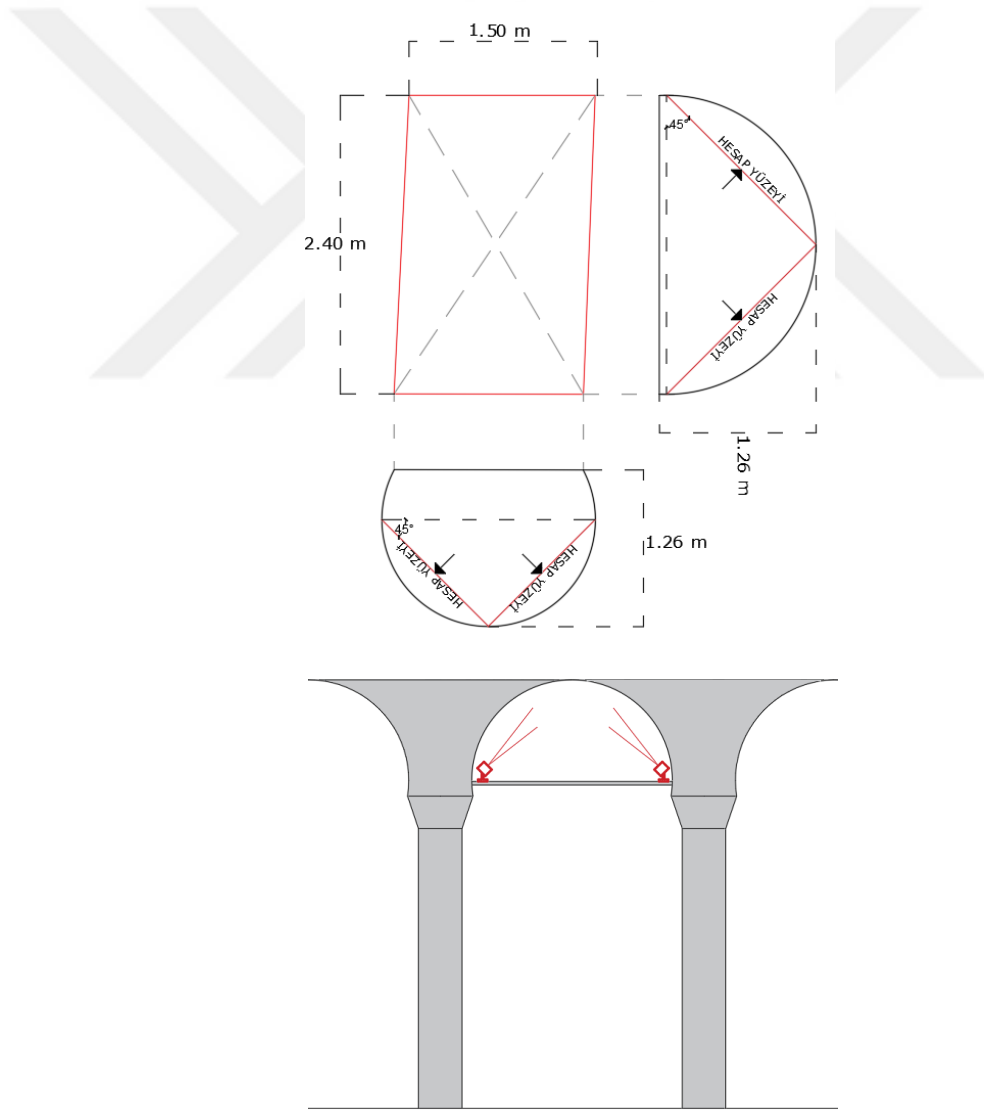
Şekil 7.6 Tonzun bulunduğu A bölgesinin konumu



Şekil 7.7 A bölgesi tonzunu ve aydınlatma aygıtlarının yerleşimi



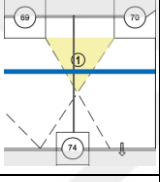
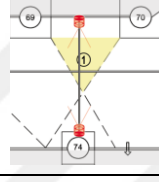
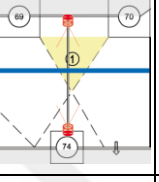
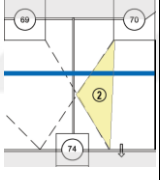
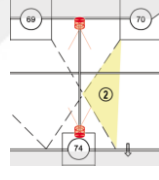
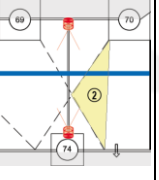
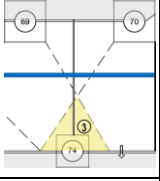
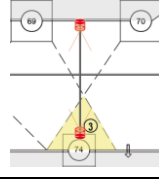
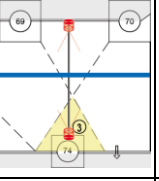
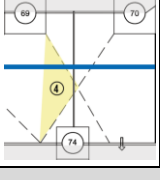
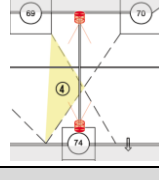
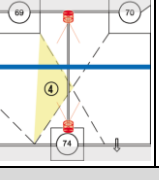
Şekil 7.8 A bölgesinde seçilen tonozun aydınlatmasının simülasyon görseli



Şekil 7.9 A bölgesi tonozun kesiti ve aygıtların konumu

A bölgesi için dolaşım alanı (D3) aygıtlarının (T1 durumu), tonoz (T) aygıtlarının (T2 durumu), dolaşım alanı (D3) aygıtlarının ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte (T3 durumu) tonoz yüzeylerinde (1, 2, 3, 4) oluşturdukları ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları Tablo 7.12’de verilmiştir. Tablo 7.12’de ayrıca dolaşım alanı aygıtlarının (D3) ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte sarnıç döşeme yüzeyinde sağladıkları ortalama yatay aydınlık düzeyleri (Em_h) de belirtilmiştir (T4 durumu).

Tablo 7.12 A bölgesi dolaşım alanı (D3) ve tonoz (T) aygıtlarının tonoz ve döşeme yüzeylerinde oluşturduğu aydınlık düzeyi hesap sonuçları

Tonoz yüzeyi no	Dolaşım alanı aygıtları (D3)		Tonoz aygıtları (T)		Dolaşım alanı aygıtları (D3) ve tonoz aygıtları (T)	
	Aygıt ve tonoz yüzeyi konumları	Tonoz yüzeyi ortalama Aydınlık Düzeyi	Aygıt ve tonoz yüzeyi konumları	Tonoz yüzeyi ortalama Aydınlık Düzeyi	Aygıt ve tonoz yüzeyi konumları	Tonoz yüzeyi ortalama Aydınlık Düzeyi
1		173 lm/m ²		278 lm/m ²		451 lm/m ²
2		168 lm/m ²		214 lm/m ²		382 lm/m ²
3		152 lm/m ²		168 lm/m ²		320 lm/m ²
4		186 lm/m ²		321 lm/m ²		507 lm/m ²
Em_h	185 lm/m ²		26 lm/m ²		211 lm/m ²	

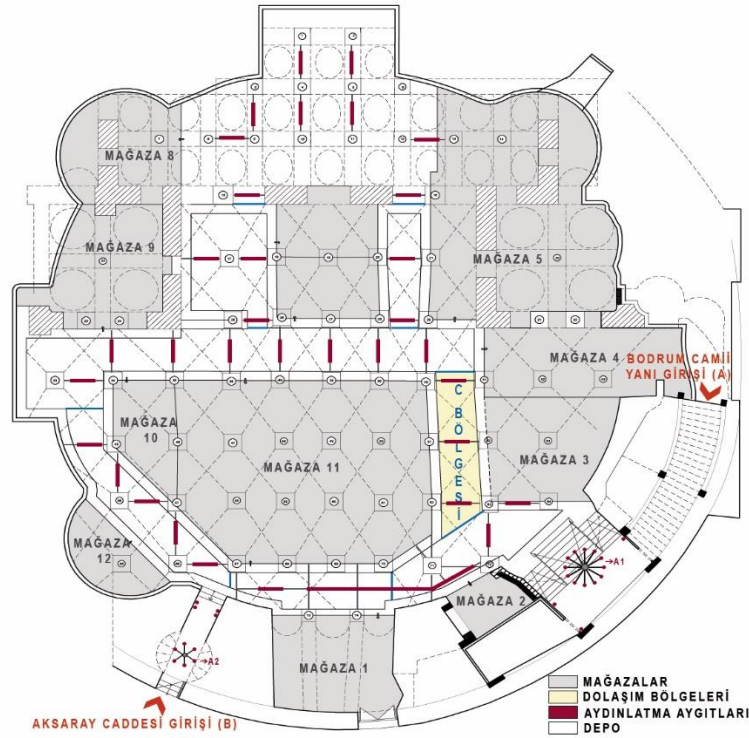
Tablo 7.12’de verilen hesap sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıda sunulmuştur:

- Dolaşım alanı aygıtlarının (D3) tonoz yüzeylerinde oluşturduğu ortalama aydınlık düzeyleri 152- 186 lm/m² arasında değişmektedir.

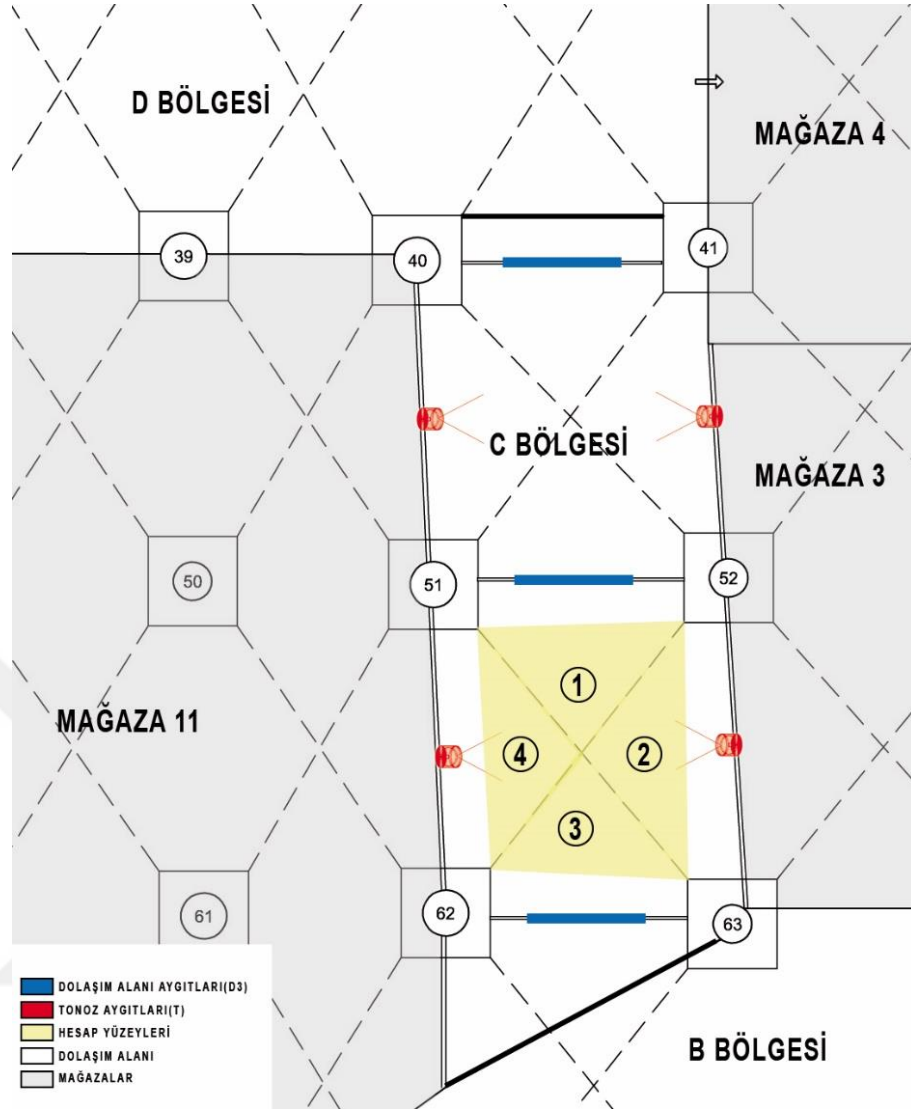
- Tonz aygıtlarının (T) tonoz yüzeylerinde oluşturduğu ortalama aydınlık düzeyleri 168- 321 lm/m² arasında değişmektedir.
- Dolaşım (D3) ve tonoz (T) aygıtlarının birlikte tonoz yüzeyleri üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyleri 320- 507 lm/m² arasında değişmektedir. Bu durumda tonoz yüzeylerindeki aydınlık düzeyleri yaklaşık iki kat artmıştır.
- Dolaşım alanı aygıtları (D3) sarnıç döşeme yüzeyinde ortalama 185 lm/m² aydınlık düzeyi sağlamaktadır. Dolaşım alanı aygıtları (D3) ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte sarnıç döşeme yüzeyinde oluşturduğu aydınlık düzeyi ortalama 211 lm/m²'dir. Bu durumda sarnıç döşeme yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyi yükselmiştir.

7.2.2 C Bölgesi Çapraz Tonz Aydınlatması

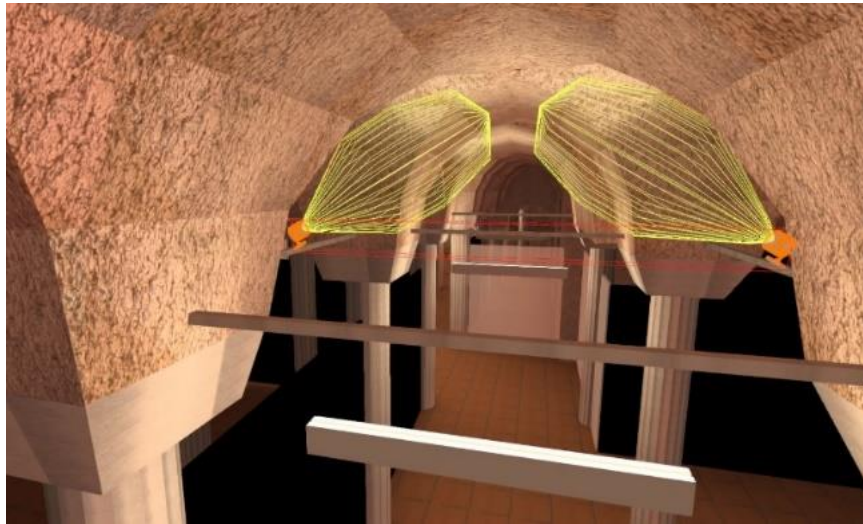
Myrelaion Sarnıcı'ndaki Mağaza 3 ve Mağaza 11 arasındaki C dolaşım alanında aydınlatma önerisi için seçilen tonozun boyutları 2,00 m x 2,40 m ve yüksekliği 1,26 m'dir. Tonzun bulunduğu C bölgesinin konumu Şekil 7.10'da, tonoz aygıtlarının yerleşimi Şekil 7.11'de, tonozun kesiti Şekil 7.12'de ve simülasyon görseli Şekil 7.13'te verilmiştir.



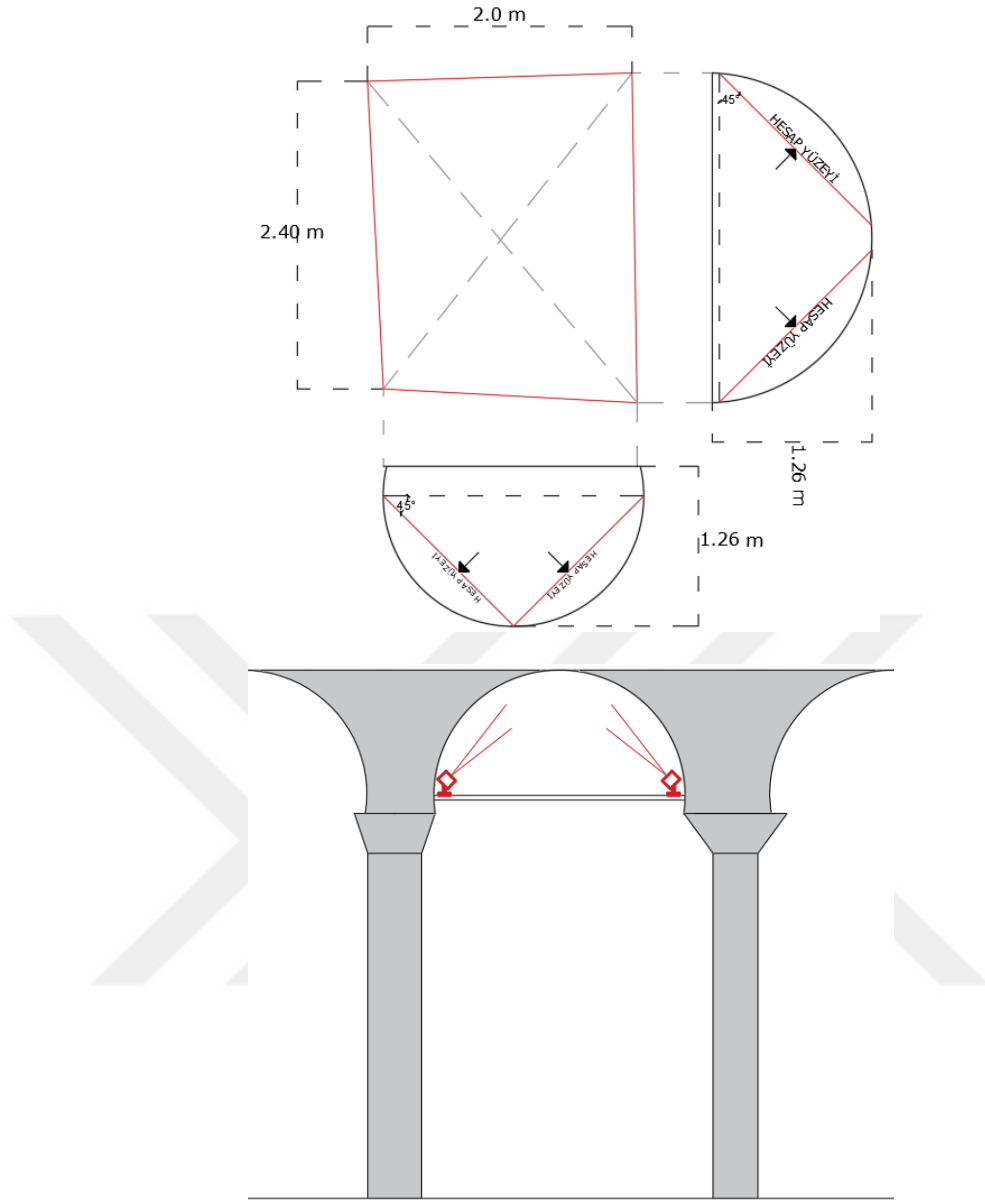
Şekil 7.10 Tonzun bulunduğu C bölgesinin konumu



Şekil 7.11 C bölgesi tonozun ve aydınlatma aygıtlarının yerleşimi



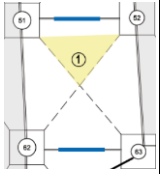
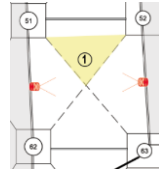
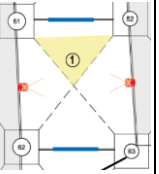
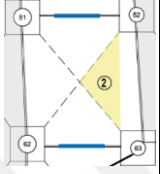
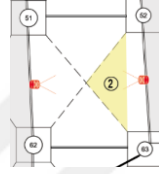
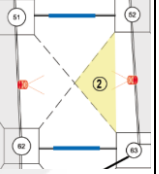
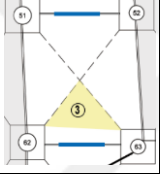
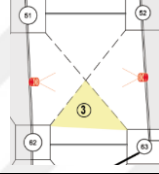
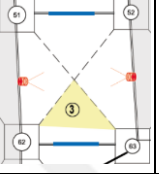
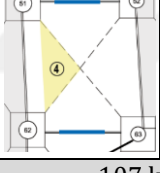
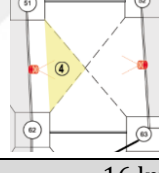
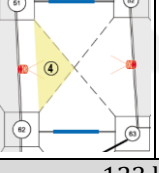
Şekil 7.12 C bölgesinde seçilen tonozun aydınlatmasının simülasyon görseli



Şekil 7.13 C bölgesi tonozun kesiti ve aygıtların konumu

C bölgesi için dolaşım alanı (D3) aygıtlarının (T1 durumu), tonoz (T) aygıtlarının (T2 durumu), dolaşım alanı (D3) aygıtlarının ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte (T3 durumu) tonoz yüzeylerinde (1, 2, 3, 4) oluşturdukları ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları Tablo 7.13'te verilmiştir. Tablo 7.13'te ayrıca dolaşım alanı aygıtlarının (D3) ve tonoz aygıtlarının (T) birlikte sarnıç döşeme yüzeyinde sağladıkları ortalama yatay aydınlık düzeyleri (E_{mh}) de belirtilmiştir (T4 durumu).

Tablo 7.13 C bölgesi dolaşım alanı (D3) ve tonoz (T) aygıtlarının tonoz ve döşeme yüzeylerinde oluşturduğu aydınlık düzeyi hesap sonuçları

Tonoz yüzeyi no	Dolaşım alanı aygıtları (D3)		Tonoz aygıtları (T)		Dolaşım alanı aygıtları (D3) ve tonoz aygıtları (T)	
	Aygıt ve tonoz yüzeyi konumları	Tonoz yüzeyi ortalama Aydınlık Düzeyi	Aygıt ve tonoz yüzeyi konumları	Tonoz yüzeyi ortalama Aydınlık Düzeyi	Aygıt ve tonoz yüzeyi konumları	Tonoz yüzeyi ortalama Aydınlık Düzeyi
1		46 lm/m ²		89 lm/m ²		135 lm/m ²
2		47 lm/m ²		161 lm/m ²		208 lm/m ²
3		50 lm/m ²		77 lm/m ²		127 lm/m ²
4		44 lm/m ²		145 lm/m ²		189 lm/m ²
Em_h	107 lm/m ²		16 lm/m ²		123 lm/m ²	

Tablo 7.13'te verilen hesap sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıda sunulmuştur:

- Dolaşım alanı aygıtlarının (D3) tonoz yüzeylerinde oluşturduğu ortalama aydınlık düzeyleri 44- 50 lm/m² arasında değişmektedir.
- Tonoz aygıtlarının (T) tonoz yüzeylerinde oluşturduğu ortalama aydınlık düzeyleri 77- 161 lm/m² arasında değişmektedir.
- Dolaşım (D3) ve tonoz (T) aygıtlarının birlikte tonoz yüzeyleri üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyleri 127- 208 lm/m² arasında değişmektedir. Bu durumda tonoz yüzeylerindeki aydınlık düzeyleri yaklaşık üç kat artmıştır.
- Dolaşım alanı aygıtları (D3) sarnıç döşeme yüzeyinde ortalama 107 lm/m² aydınlık düzeyi sağlamaktadır. Dolaşım alanı aygıtları (D3) ve tonoz

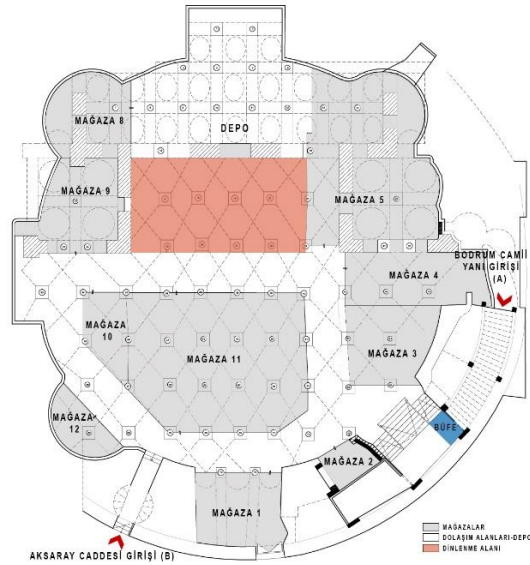
aygıtlarının (T) birlikte sarnıç döşeme yüzeyinde oluşturduğu aydınlık düzeyi ortalama 123 lm/m²'dir. Bu durumda sarnıç döşeme yüzeyindeki ortalama aydınlık düzeyi yükselmiştir.

7.3 Dinlenme Alanı Aydınlatma Önerisi (DA)

Bu bölümde, kapalı çarşı olarak yeniden işlevlendirilen Myrelaion Sarnıcı'nda ziyaretçilerin oturup vakit geçirebileceği, sarnıcın tarihi atmosferini deneyimleyebileceği, mevcutta bulunan ve Şekil 7.14'te mavi ile gösterilen büfe ve A girişinin yakınındaki kafeden yiyecek, içecek hizmeti alabileceği bir dinlenme alanı tasarımı ve buna ilişkin aydınlatma önerisi sunulmuştur. Dinlenme alanı, 6 ve 7 numaralı mağaza alanları ile E ve F dolaşım alanlarının birleştirilmesi ile oluşturulmuş ve Şekil 7.14'te turuncu ile belirtilmiştir. Dinlenme alanının boyutları 6,8 x 12,6 m'dir.

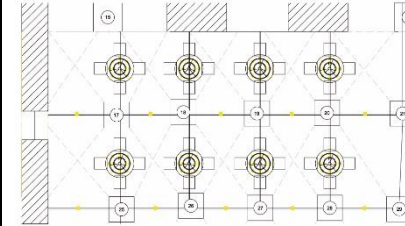
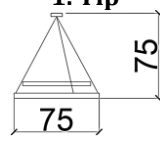
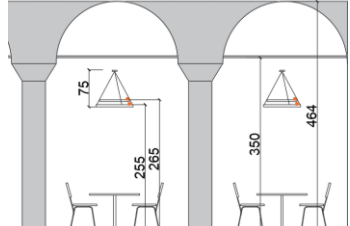
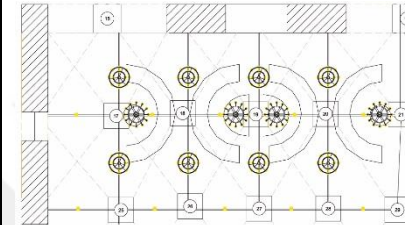
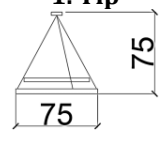
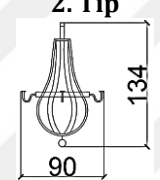
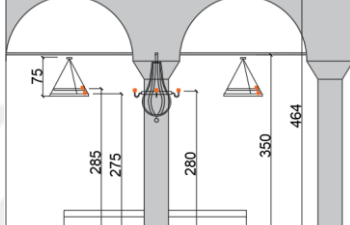
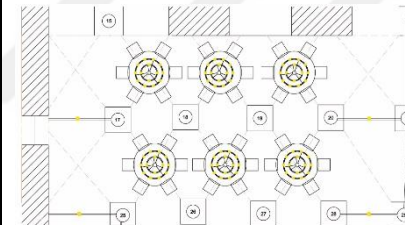
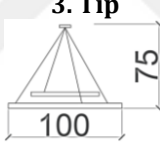
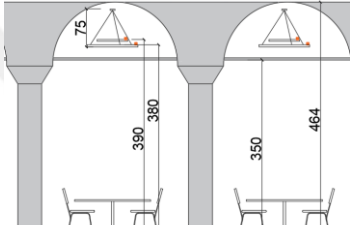
İşlevi bilinen bir mekânda ancak donatı düzeninin (tefriş) bilinmesi durumunda gerekli görsel konfor koşullarını sağlayacak aydınlatma düzeni kurgulanabilir. Bu nedenle çalışma kapsamında, önce dinlenme alanı için üç tefriş seçeneği tanımlanmış, ardından tefrişe uygun aydınlatma düzeni ve üç aygıt önerisi geliştirilmiştir.

Tefriş, aydınlatma düzeni ve aygıt önerilerinin özellikleri Tablo 7.14'te sunulmuş ve aşağıda kısaca açıklanmıştır.



Şekil 7.14 Dinlenme alanının konumu


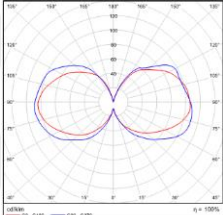
Tablo 7.14 Önerilen tefrişlerin planı, kullanılan avize tipleri ve avizelerde kullanılan lambaların yükseklikleri

	Plan	Avize Tipi	Lamba Yüksekliği
1. Öneri		<p>1. Tip</p>  <p>75</p> <p>75</p> <p>12 lamba</p>	 <p>75</p> <p>265</p> <p>285</p> <p>350</p> <p>464</p>
2. Öneri		<p>1. Tip</p>  <p>75</p> <p>75</p> <p>12 lamba</p> <p>2. Tip</p>  <p>134</p> <p>90</p> <p>12 lamba</p>	 <p>75</p> <p>285</p> <p>275</p> <p>280</p> <p>350</p> <p>464</p>
3. Öneri		<p>3. Tip</p>  <p>75</p> <p>100</p> <p>14 lamba</p>	 <p>75</p> <p>390</p> <p>380</p> <p>350</p> <p>464</p>

- Birinci tefriş düzeninde 4 kişilik, 1 m çapında sekiz adet yuvarlak masa bulunmaktadır. İki çemberli, 75 cm yüksekliğindeki 1. Tip avizeler demir gergilere asılmış ve masaların orta noktasına gelecek şekilde konumlandırılmıştır.
- İkinci tefriş düzeninde 6 kişinin oturabileceği yarım daire biçiminde 4 masa yer almaktadır. Bu düzende değişik konumlara yerleştirilen ve demir gergilere asılan 1. Tip ve 2. Tip avize kullanılmıştır.
- Üçüncü tefriş düzeninde 6 kişilik, 1,50 m çapında 4 masa bulunmaktadır. İki çemberli 75 cm yüksekliğindeki 3. Tip avizeler masaların orta noktalarına denk gelecek biçimde tonozların orta noktalarına asılmıştır.

Tüm avizelerde özellikleri Tablo 7.15'te verilen lamba değişik sayılarda kullanılmıştır. 1. Tip avizde toplam 12 adet, 2. Tip avizde toplam 12 adet ve 3. Tip avizde toplam 14 adet lamba bulunmaktadır.

Tablo 7.15 Avizelerde kullanılan lambanın teknik özellikleri [63]

Lamba Türü	LED
Lamba Gücü	7 W
Lamba Işık Akısı	806 lm
Lamba Verimi	115,1 lm/W
Lamba Renksel Geriverim İndisi (Ra)	100
Lamba Renk Sıcaklığı	4000 K
Lamba Modeli	OSRAM Edison FIL 60 non-dim 7W/840 E27
Lamba Resmi	
Lamba Işık Yeğnlik Dağılımı	

Yukarıda özellikleri verilen tefriş önerilerinin aydınlatma ölçütleri bağlamında oluşturduğu koşullar Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Hesaplama sonuçlarına göre 2. Tefriş önerisinde kamaşma problemi oluşmuştur ve bu öneride kullanılan 2. Tip avize lamba yüksekliğinin değiştirilmesine elverişli değildir. 3. Tefriş önerisinde, 1. Tip avizenin alt ve üst çemberlerinin çapı genişletilerek oluşturulan 3. Tip avizeler tonozlara asılmaktadır. Avizenin tonozla asılması tarihi yapılarda koruma ilkeleri açısından doğru bir yaklaşım olmamaktadır. Bu öneride, hem tarihi sarnıcın önemli mimari öğelerinden olan çapraz tonozların görülmesi engellenmekte hem de aygıtlara enerji getiren kabloların yerleştirilmesinde sorunlar ortaya çıkmaktadır.

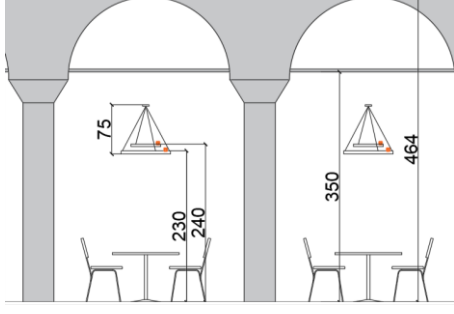
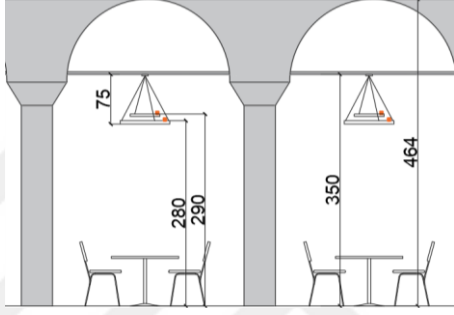
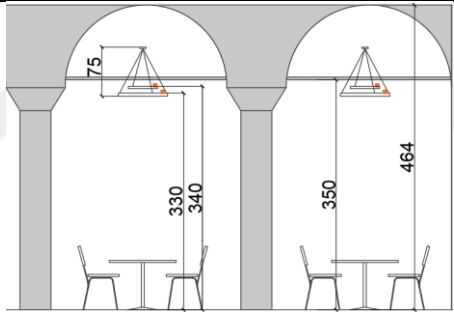
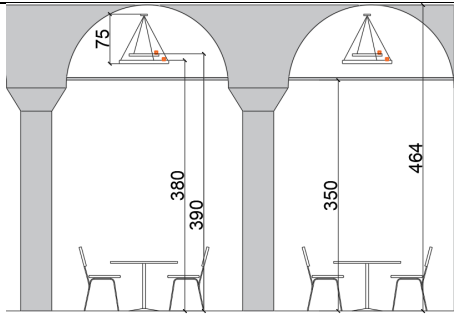
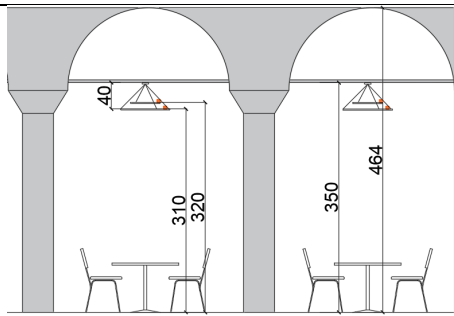
1. Tefriş önerisindeki 1. Tip avize ise lamba ve avize yüksekliğinin değiştirilmesine olanak tanımaktadır. Çember biçimli avizelerin tarihi yapılarda yaygın olarak

kullanılması ve Myrelaion Sarnıcı giriş bölümlerinde yer alan mevcut avizelerle uyum sağlaması açısından 2. Tip avizeye göre daha olumludur.

Yukarıda verilen açıklamalar doğrultusunda çalışmada 1. Tefriş önerisindeki sütun aralarına yerleştirilen 4 sandalyeli, çapı 1m olan sekiz masada 32 kişinin oturabileceği tefriş düzeninin kullanılması durumu ele alınmıştır. Dinlenme alandaki zeminin hem mimari açıdan belirleyici olması hem de aydınlatma koşullarının iyileştirilmesine katkı sağlaması amacıyla mevcut duruma göre yansıtma çarpanı (r) %46 olan, açık renkli bir seramik malzeme ile kaplandığı varsayılmıştır.

1. Tip avizenin askı yüksekliği ve avizedeki lambaların döşemeden yükseklikleri değiştirilerek 5 farklı aydınlatma düzeni (DA1, DA2, DA3, DA4 ve DA5) kurgulanmıştır. Tablo 7.16'da söz konusu 5 aydınlatma düzeni önerisine ilişkin avize konumlarını ve lamba yüksekliklerini gösteren kesitler yer almaktadır.

Tablo 7.16 Dinlenme alanı önerilerine ilişkin avize konumlarını ve lamba yüksekliklerini gösteren kesitler

Öneri Adı	Dinlenme Alanının Kesiti
DA1 Önerisi	
DA2 Önerisi	
DA3 Önerisi	
DA4 Önerisi	
DA5 Önerisi	

İki çemberden oluşan 1. Tip avizenin alt çemberinde 8, üst çemberinde 4 adet olmak üzere özellikleri Tablo 7.15'te verilen toplam 12 adet LED lamba yer almaktadır. Avizeler biçimsel özellikleri Tablo 7.17'de gösterilmiştir.

Tablo 7.17 Avize özellikleri

İki boyutlu görünümü	Üç boyutlu görünümü	Avize çapı	Lamba sayısı
		Alt çember:75 cm Üst çember: 45 cm	Alt çember: 8 Üst çember: 4

Myrelaion Sarnıcı dinlenme alanı için kurgulanan ve Tablo 7.16'da sunulan beş aydınlatma düzeninin oluşturduğu koşullar:

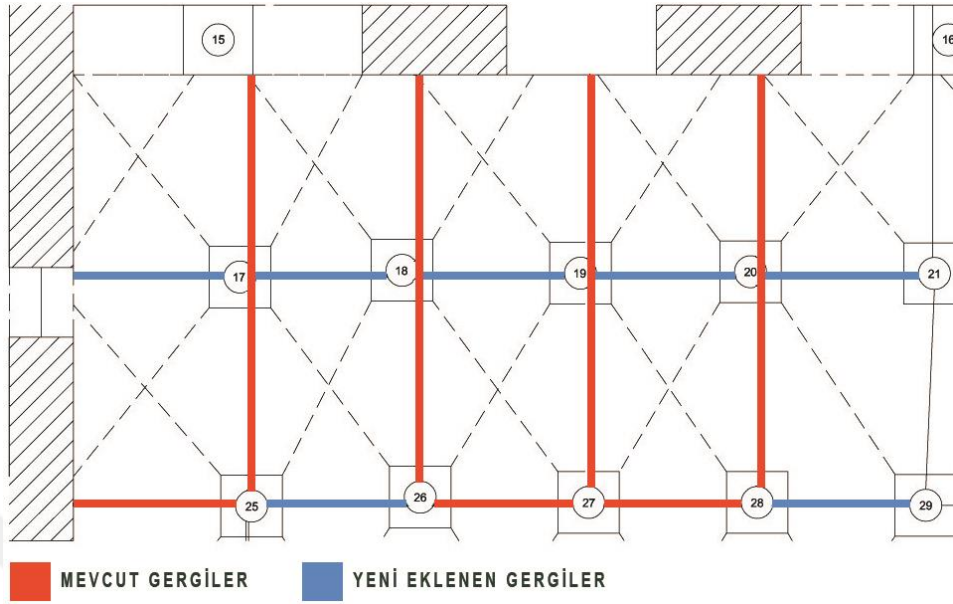
- Masa yüzeyleri,
- Masa (sandalye) kullanıcıları,
- Dolaşım alanı ve
- Tonoz yüzeyleri

olmak üzere dört ayrı durum için Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken dinlenme alanındaki avizelerin yanı sıra, dolaşım alanı ve tonoz aydınlatmalarının da çalıştığı kabul edilmiştir. Hesap sonuçları TS EN 12464-1:2013 standardında self servis restoranlar için verilen ölçütler bağlamında değerlendirilmiştir. Tablo 7.16'da verilen beş öneriye ilişkin açıklama ve değerlendirmeler aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

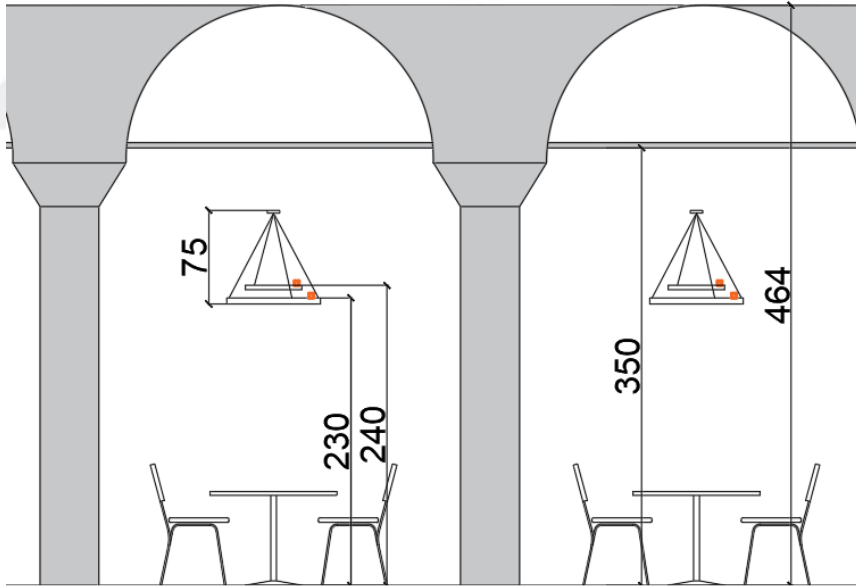
7.3.1 Dinlenme Alanı Aydınlatması 1. Öneri (DA1)

1. Öneride masaların orta noktasına konumlanan avizelerin yüksekliği 75 cm olup demir gergilerden 50 cm sarkıtılmıştır. Avizelerin yerleşimi için sütunlar arasına ek demir gergiler yerleştirilmiştir. Böylece alanda aygıtların konumlandırılacağı bir askı sistemi oluşturulmuştur. Şekil 7.15'te söz konusu grid sistemi gösterilmiştir ve mevcut gergiler mavi, eklenen gergiler kırmızı olarak gösterilmiştir. Avizelerdeki

lambaların döşemeden yüksekliği alt çemberde 2,30 m, üst çemberde 2,40 m'dir (Şekil 7.16).

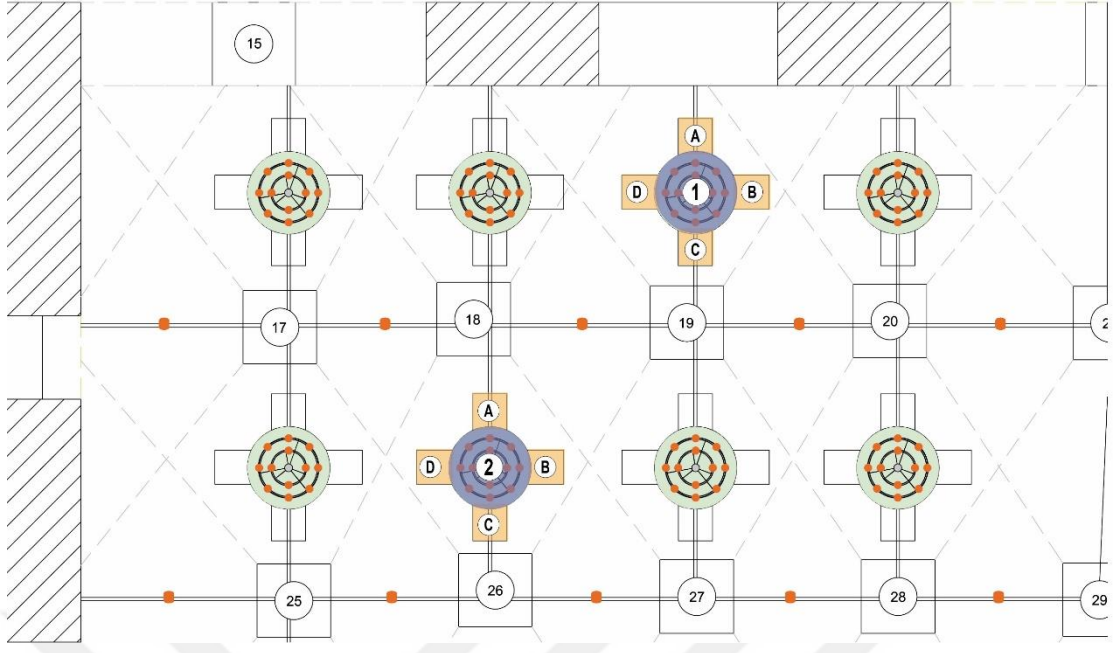


Şekil 7.15 1. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi



Şekil 7.16 Avizde kullanılan lambaların yükseklikleri

Şekil 7.17'de dinlenme alanı için hazırlanan 1. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu verilmiştir. Şekil 7.18'de 1. Önerinin simülasyon görseli yer almaktadır.



Şekil 7.17 1. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu



Şekil 7.18 1. Önerinin simülasyon görseli

- **Masa yüzeyleri hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

Dinlenme alanı için Şekil 7.17’de gösterilen 1 ve 2 numaralı masalar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi (E_{mh}) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin sonuçlar Tablo 7.18’de sunulmuştur. Self servis restoranlar için TS EN 12464-1:2013 standardına göre masa üzeri ortalama aydınlık düzeyi minimum 200 lm/m^2 , aydınlığın dağılımının düzgünlüğü (U_0) minimum 0,40 olmalıdır. Tablo 7.18’de verilen hesap sonuçlarına göre, 1. masada aydınlık düzeyi 276 lm/ m^2 , $U_0=0,92$; 2. masada ise aydınlık düzeyi 281 lm/ m^2 , $U_0=0,94$ olup standarttaki değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 7.18 Dinlenme alanı 1. Öneri (DA1) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları

	1.Masa h= 0.75 m		2.Masa h= 0.75 m		Dolaşım Alanı			
	E_{mh}	U_0	E_{mh}	U_0	E_{mh}	E_{mz}/ E_{mh}	U_0	UGR
TS EN 12464-1	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 100	0,30-0,60	$\geq 0,40$	≤ 28
Hesap Sonuçları	276	0,92	281	0,94	169	1,34	0,40	≥ 30

- **Masa (sandalye) kullanıcılarına ilişkin hesap sonuçları ve değerlendirilmesi**

Dinlenme alanında 1 ve 2 numaralı masalarda (Şekil 7.17) oturan dört kullanıcı konumu (A, B, C ve D; h: 1.20m) için kamaşma (UGR), modelleme indeksi (E_{mz}/ E_{mh}) hesap sonuçları ve TS EN 12464-1:2013’e göre sağlanması gereken değerler Tablo 7.19’da verilmiştir.

Tablo 7.19 Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları

		Modelleme İndeksi (E_{mz}/E_{mh})	Kamaşma (UGR)
TS EN 12464-1		0,30-0,60	≤ 22
Hesaplanan 1. kullanıcı	1-A	0,62	29,5
	1-B	0,76	29,7
	1-C	0,73	29,2
	1-D	0,71	28,2
Hesaplanan 2. kullanıcı	2-A	0,75	29,4
	2-B	0,77	28,9
	2-C	0,69	≥ 30
	2-D	0,69	29,7

Tablo 7.19'dan görüleceği üzere masa çevresindeki sandalyelerde oturan kullanıcılar için hesaplanan modelleme indeksi standarttaki değerleri sağlamaktadır. Ancak, kamaşma (UGR) değerleri standartta verilen değerlerin üzerindedir. Bu durumu iyileştirmek için 2. öneri oluşturulmuştur.

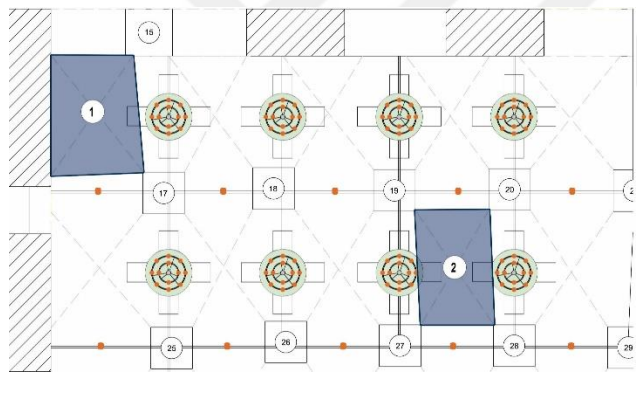
- **Dolaşım alanı hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

6. Bölüm Tablo 6.4'te belirtildiği üzere TS EN 12464-1:2013'te sirkülasyon alanları için döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi minimum 100 lm/m^2 , aydınlığın dağılımı (U_0) $\geq 0,40$, kamaşma (UGR) değeri ise ≤ 28 olarak verilmiştir. Bu öneride, dinlenme bölümündeki dolaşım alanlarında döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi 169 lm/m^2 ; aydınlığın dağılımı ise $0,40$ olarak hesaplanmış olup standartta verilen değerleri sağlamaktadır (Tablo 7.18). Ancak, hesaplanan kamaşma (UGR) değeri standarttan daha yüksektir.

- **Tonozlar yüzeyleri hesap sonuçları:**

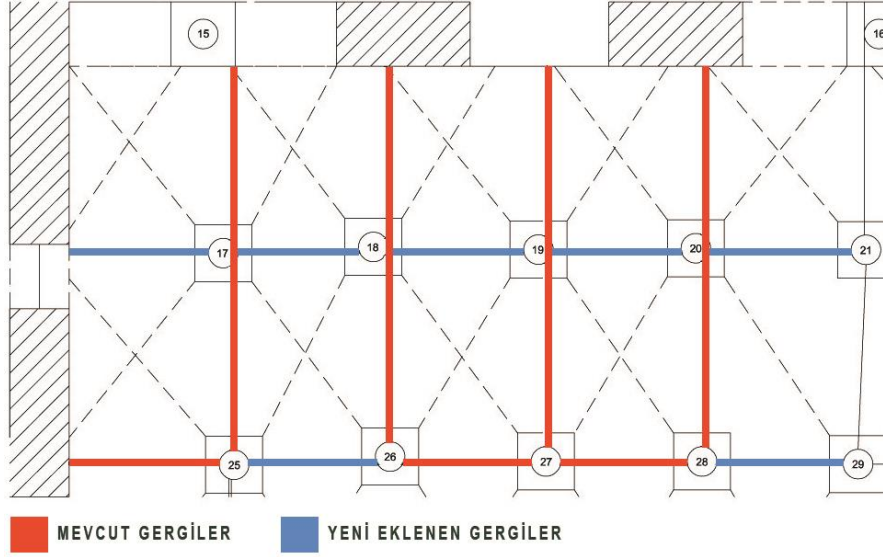
Çalışmada, Tablo 7.20’de mavi ile gösterilen 1 ve 2 numaralı çapraz tonozlar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Bölüm 7.2 de yer alan tonoz aydınlatma önerisinde olduğu gibi, önce her çapraz tonoz 4 üçgene ayrılmış ve 45° eğimli hesap yüzeyleri oluşturulmuştur. Daha sonra 4 hesap yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeylerinin ortalaması alınmıştır. Böylece, çapraz tonoz üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken avizeler ve dolaşım alanında yer alan doğrusal LED lambalar çalışmaktadır. Hesap sonuçları Tablo 7.20’de yer almaktadır.

Tablo 7.20 Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları

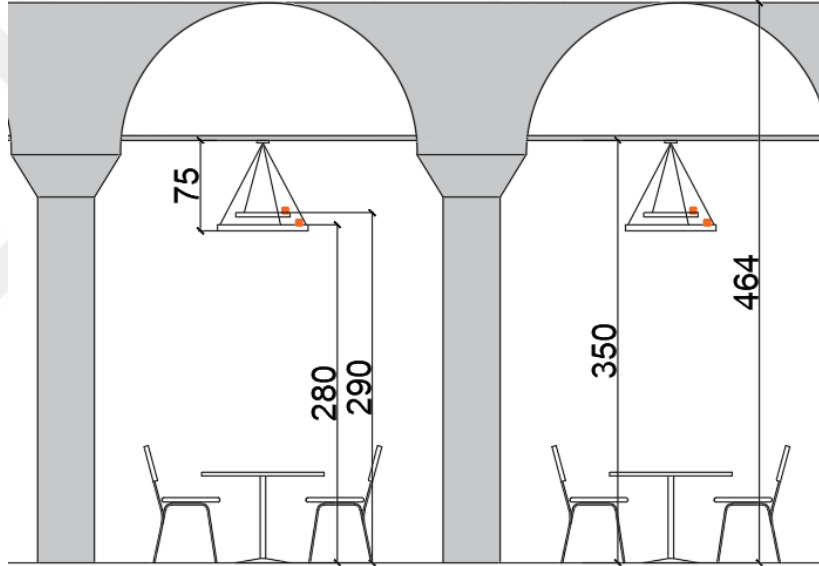
Çapraz tonozun konumu	Ortalama Aydınlık düzeyi (lm/m ²)	
	1 numaralı tonoz	217 lm/m ²
	2 numaralı tonoz	284 lm/m ²

7.3.2 Dinlenme Alanı Aydınlatması 2. Öneri (DA2)

2. Öneride masaların orta noktasına konumlanan avizelerin yüksekliği 75 cm olup demir gergilere asılmıştır. Avizelerin yerleşimi için sütunlar arasına ek demir gergiler yerleştirilmiştir. Böylece alanda aygıtların konumlandırılabilceği bir askı sistemi oluşturulmuştur. Şekil 7.19’da söz konusu grid sistemi gösterilmiştir ve mevcut gergiler mavi, eklenen gergiler kırmızı olarak gösterilmiştir. Avizelerdeki lambaların döşemeden yüksekliği alt çemberde 2,80 m, üst çemberde 2,90 m’dir (Şekil 7.20).

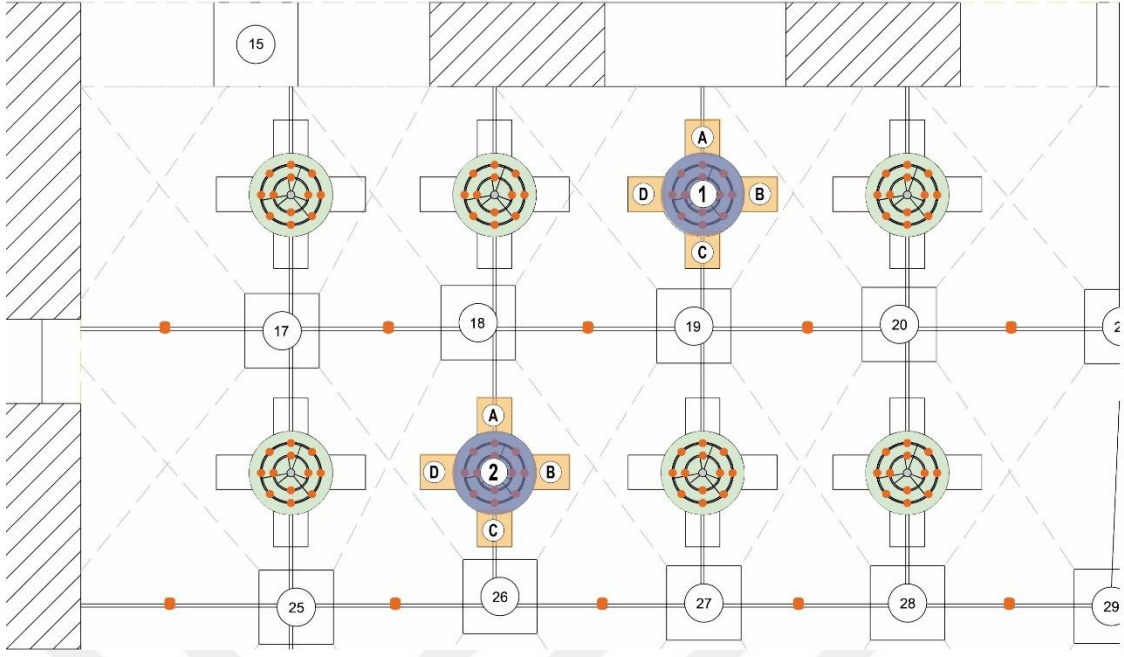


Şekil 7.19 2. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi



Şekil 7.20 Avizde kullanılan lambaların yükseklikleri

Şekil 7.21'de dinlenme alanı için hazırlanan 2. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu verilmiştir. Şekil 7.22'de 2. Önerinin simülasyon görseli yer almaktadır.



Şekil 7.21 2. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu



Şekil 7.22 2. Önerinin simülasyon görseli

- **Masa yüzeyleri hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

Dinlenme alanı için Şekil 7.21'de gösterilen 1 ve 2 numaralı masalar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi (E_{m_h}) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin sonuçlar Tablo

7.21’de sunulmuştur. Self servis restoranlar için TS EN 12464-1:2013 standardına göre masa üzeri ortalama aydınlık düzeyinin minimum 200 lm/m^2 , aydınlığın dağılımının düzgünlüğünün (U_0) minimum 0,40 olmalıdır. Tablo 7.21’de verilen hesap sonuçlarına göre 1. masada aydınlık düzeyi 260 lm/ m^2 , $U_0=0,93$; 2. masada ise aydınlık düzeyi 267 lm/ m^2 , $U_0=0,93$ olup standarttaki değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 7.21 Dinlenme alanı 2. Öneri (DA2) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları

	1.Masa h= 0.75 m		2.Masa h= 0.75 m		Dolaşım Alanı			
	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	E_{m_z}/ E_{m_h}	U_0	UGR
TS EN 12464-1	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 100	0,30-0,60	$\geq 0,40$	≤ 28
Hesap Sonuçları	260	0,93	267	0,93	164	1,09	0,40	29

- **Masa (sandalye) kullanıcılarına ilişkin hesap sonuçları ve değerlendirilmesi**

Dinlenme alanında 1 ve 2 numaralı masalarda (Şekil 7.21) oturan dört kullanıcı konumu (A, B, C ve D; h: 1.20m) için kamaşma (UGR), modelleme indeksi (E_{m_z}/ E_{m_h}) hesap sonuçları ve TS EN 12464-1:2013’e göre sağlanması gereken değerler Tablo 7.22’de verilmiştir.

Tablo 7.22 Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları

		Modelleme İndeksi (E_{mz}/E_{mH})	Kamaşma (UGR)
TS EN 12464-1		0,30-0,60	≤ 22
Hesaplanan 1. kullanıcı	1-A	0,55	26,2
	1-B	0,60	26,9
	1-C	0,65	25,9
	1-D	0,62	25,3
Hesaplanan 2. kullanıcı	2-A	0,64	22,5
	2-B	0,67	25,4
	2-C	0,61	27,1
	2-D	0,59	26,6

Tablo 7.22'den görüleceği üzere masa çevresindeki sandalyelerde oturan kullanıcılar için hesaplanan modelleme indeksi standarttaki değerleri sağlamaktadır. Ancak, kamaşma (UGR) değerleri standartta verilen değerlerin üzerindedir. Bu durumu iyileştirmek için 3. öneri oluşturulmuştur.

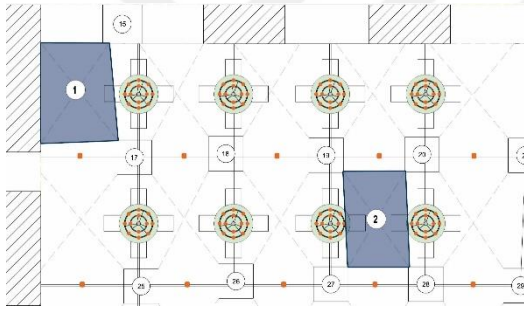
- **Dolaşım alanı hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

6. Bölüm Tablo 6.4'te belirtildiği üzere TS EN 12464-1:2013'te sirkülasyon alanları için döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi minimum 100 lm/m^2 , aydınlığın dağılımı (U_0) $\geq 0,40$, kamaşma (UGR) değeri ise ≤ 28 olarak verilmiştir. Bu öneride, dinlenme bölümündeki dolaşım alanında döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi 164 lm/m^2 ; aydınlığın dağılımı ise $0,40$ olarak hesaplanmış olup standartta verilen değerleri sağlamaktadır (Tablo 7.21). Ancak, hesaplanan kamaşma (UGR) değeri standarttan daha yüksektir.

- **Tonozlar yüzeyleri hesap sonuçları:**

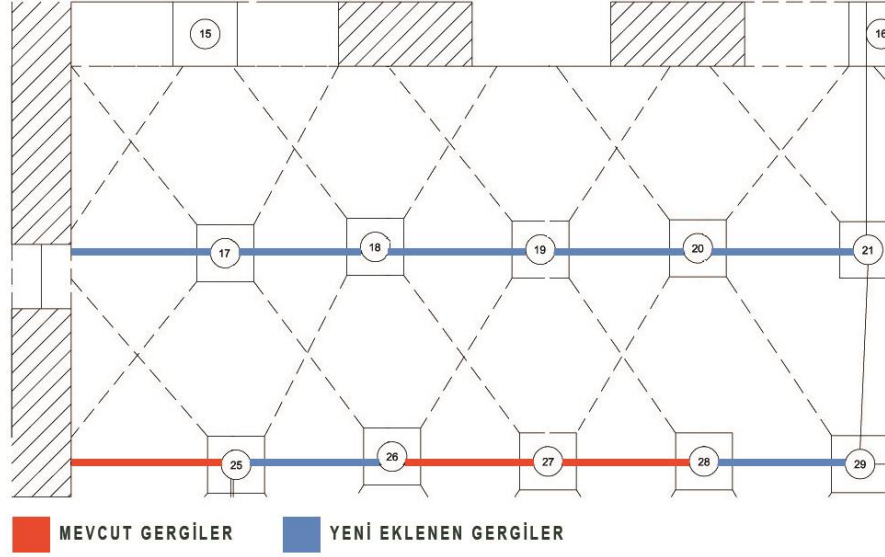
Çalışmada, Tablo 7.23'te mavi ile gösterilen 1 ve 2 numaralı çapraz tonozlar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Bölüm 7.2 de yer alan tonoz aydınlatma önerisinde olduğu gibi, önce her çapraz tonoz 4 üçgene ayrılmış ve 45° eğimli hesap yüzeyleri oluşturulmuştur. Daha sonra 4 hesap yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeylerinin ortalaması alınmıştır. Böylece, çapraz tonoz üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken avizeler ve dolaşım alanında yer alan doğrusal LED lambalar çalışmaktadır. Hesap sonuçları Tablo 7.23'te yer almaktadır.

Tablo 7.23 Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları

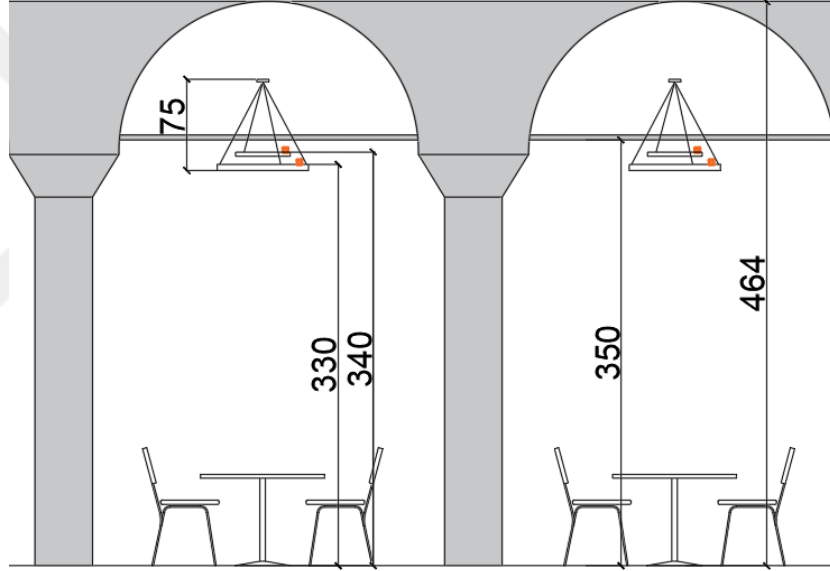
Çapraz tonozun konumu	Ortalama Aydınlık düzeyi (lm/m ²)	
	1 numaralı tonoz	232 lm/m ²
	2 numaralı tonoz	346 lm/m ²

7.3.3 Dinlenme Alanı Aydınlatması 3. Öneri (DA3)

3. Öneride masaların orta noktasına konumlanan avizelerin yüksekliği 75 cm olup tonozların tepe noktasından 64 cm sarkıtılmıştır. Avizelerin yerleşimi için sütunlar arasına ek demir gergiler yerleştirilmiştir. Böylece alanda aygıtların konumlandırılabilceği bir askı sistemi oluşturulmuştur. Şekil 7.23'te söz konusu grid sistemi gösterilmiştir ve mevcut gergiler mavi, eklenen gergiler kırmızı olarak gösterilmiştir. Avizelerdeki lambaların döşemeden yüksekliği alt çemberde 3,30 m, üst çemberde 3,40 m'dir (Şekil 7.24).

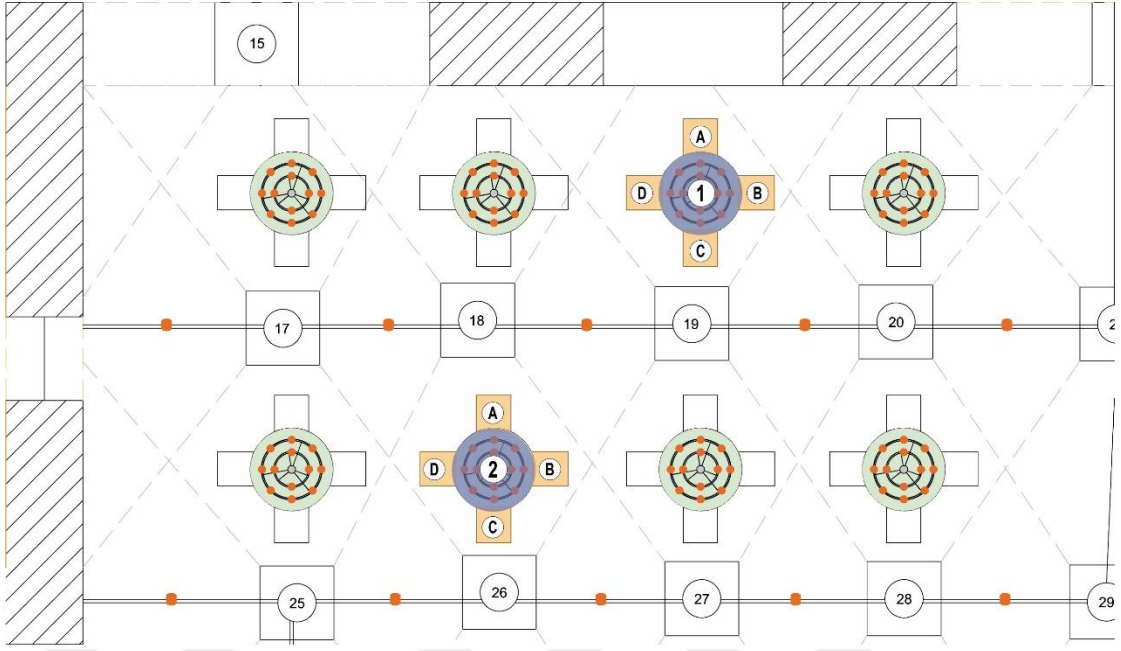


Şekil 7.23 3. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi



Şekil 7.24 Avizde kullanılan lambaların yükseklikleri

Şekil 7.25'te dinlenme alanı için hazırlanan 3. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu verilmiştir. Şekil 7.26'da 3. Önerinin simülasyon görseli yer almaktadır.



Şekil 7.25 3. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu



Şekil 7.26 3. Önerinin simülasyon görseli

- **Masa yüzeyleri hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

Dinlenme alanı için Şekil 7.25'te gösterilen 1 ve 2 numaralı masalar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi (E_{mh}) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin sonuçlar Tablo

7.24'te sunulmuştur. Self servis restoranlar için TS EN 12464-1:2013 standardına göre masa üzeri ortalama aydınlık düzeyinin minimum 200 lm/m^2 , aydınlığın dağılımının düzgünlüğünün (U_0) minimum 0,40 olmalıdır. Tablo 7.24'te verilen hesap sonuçlarına göre 1. masada aydınlık düzeyi 248 lm/m^2 , $U_0=0,90$; 2. masada ise aydınlık düzeyi 259 lm/m^2 , $U_0=0,93$ olup standarttaki değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 7.24 Dinlenme alanı 3. Öneri (DA3) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları

	1.Masa h= 0.75 m		2.Masa h= 0.75 m		Dolaşım Alanı			
	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	E_{m_z}/ E_{m_h}	U_0	UGR
TS EN 12464-1	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 100	0,30-0,60	$\geq 0,40$	≤ 28
Hesap Sonuçları	248	0,90	259	0,93	157	0,94	0,40	26,4

- **Masa (sandalye) kullanıcılarına ilişkin hesap sonuçları ve değerlendirilmesi**

Dinlenme alanında 1 ve 2 numaralı masalarda (Şekil 7.25) oturan dört kullanıcı konumu (A, B, C ve D; h: 1.20m) için kamaşma (UGR), modelleme indeksi (E_{m_z}/ E_{m_h}) hesap sonuçları ve TS EN 12464-1:2013'e göre sağlanması gereken değerler Tablo 7.25'te verilmiştir.

Tablo 7.25 Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları

		Modelleme İndeksi (E_{mz}/E_{m0})	Kamaşma (UGR)
TS EN 12464-1		0,30-0,60	≤ 22
Hesaplanan 1. kullanıcı	1-A	0,47	24,7
	1-B	0,56	24,7
	1-C	0,58	23,4
	1-D	0,53	23,8
Hesaplanan 2. kullanıcı	2-A	0,60	23,5
	2-B	0,60	22,7
	2-C	0,54	24,5
	2-D	0,55	23,9

Tablo 7.25'ten görüleceği üzere masa çevresindeki sandalyelerde oturan kullanıcılar için hesaplanan modelleme indeksi standarttaki değerleri sağlamaktadır. Ancak, kamaşma (UGR) değerleri standartta verilen değerlerin üzerindedir. Bu durumu iyileştirmek için 4. öneri oluşturulmuştur.

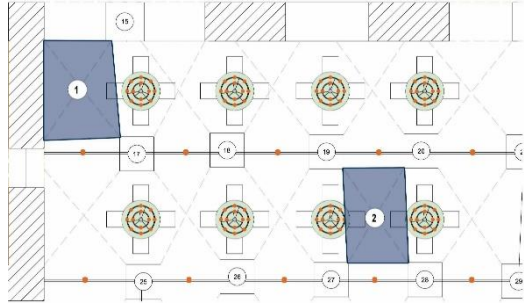
- **Dolaşım alanı hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

6. Bölüm Tablo 6.4'te belirtildiği üzere TS EN 12464-1:2013'te sirkülasyon alanları için döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi minimum 100 lm/m^2 , aydınlığın dağılımı (U_0) $\geq 0,40$, kamaşma (UGR) değeri ise ≤ 28 olarak verilmiştir. Bu öneride, dinlenme bölümündeki dolaşım alanında döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi 157 lm/m^2 ; aydınlığın dağılımı $0,40$, kamaşma (UGR) ise $26,4$ olarak hesaplanmış olup standartta verilen değerleri sağlamaktadır (Tablo 7.24).

- **Tonozlar yüzeyleri hesap sonuçları:**

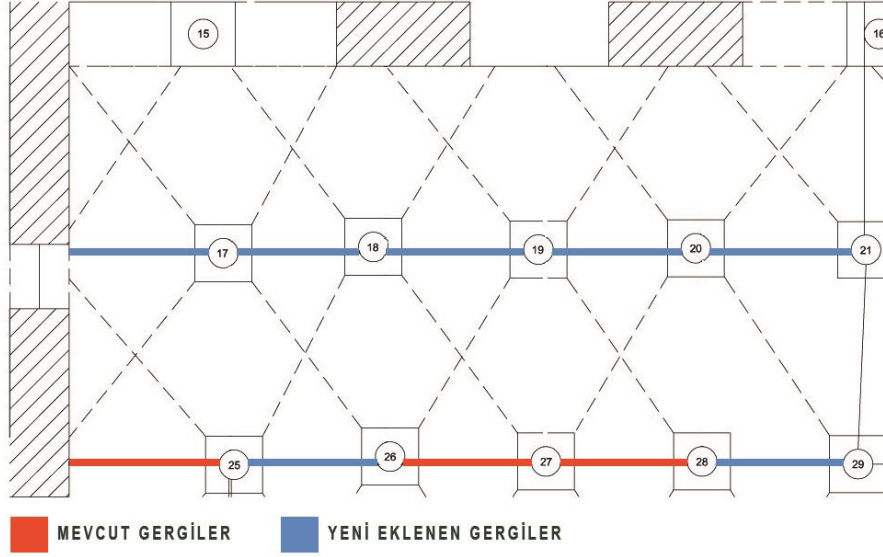
Çalışmada, Tablo 7.26'da mavi ile gösterilen 1 ve 2 numaralı çapraz tonozlar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Bölüm 7.2 de yer alan tonoz aydınlatma önerisinde olduğu gibi, önce her çapraz tonoz 4 üçgene ayrılmış ve 45° eğimli hesap yüzeyleri oluşturulmuştur. Daha sonra 4 hesap yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeylerinin ortalaması alınmıştır. Böylece, çapraz tonoz üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken avizeler ve dolaşım alanında yer alan doğrusal LED lambalar çalışmaktadır. Hesap sonuçları Tablo 7.26'da yer almaktadır.

Tablo 7.26 Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları

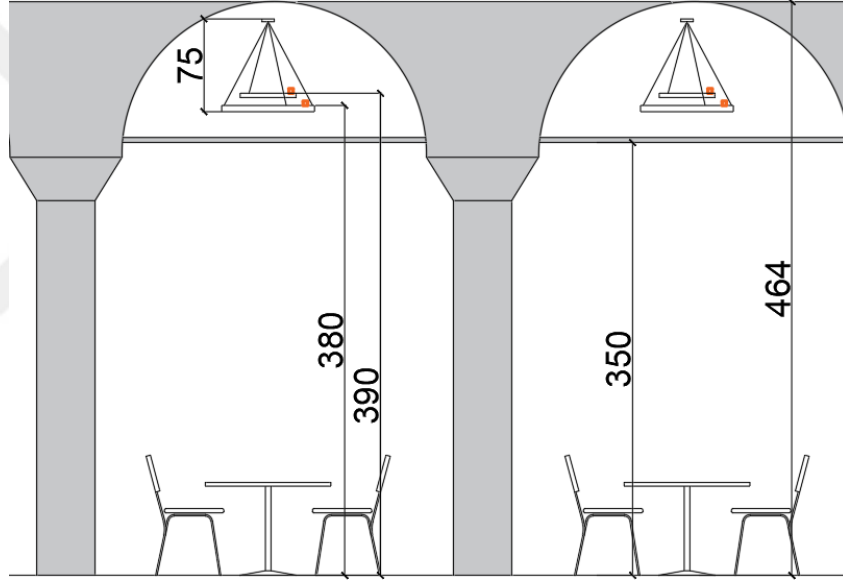
Çapraz tonozun konumu	Ortalama Aydınlık düzeyi (lm/m ²)	
	1 numaralı tonoz	236 lm/m ²
	2 numaralı tonoz	425 lm/m ²

7.3.4 Dinlenme Alanı Aydınlatması 4. Öneri (DA4)

4. Öneride masaların orta noktasına konumlanan avizelerin yüksekliği 75 cm olup tonozların tepe noktasından 14 cm sarkıtılmıştır. Avizelerin yerleşimi için sütunlar arasına ek demir gergiler yerleştirilmiştir. Böylece alanda aygıtların konumlandırılabilceği bir askı sistemi oluşturulmuştur. Şekil 7.27'de söz konusu grid sistemi gösterilmiştir ve mevcut gergiler mavi, eklenen gergiler kırmızı olarak gösterilmiştir. Avizelerdeki lambaların döşemeden yüksekliği alt çemberde 3,80 m, üst çemberde 3,90 m'dir (Şekil 7.28).

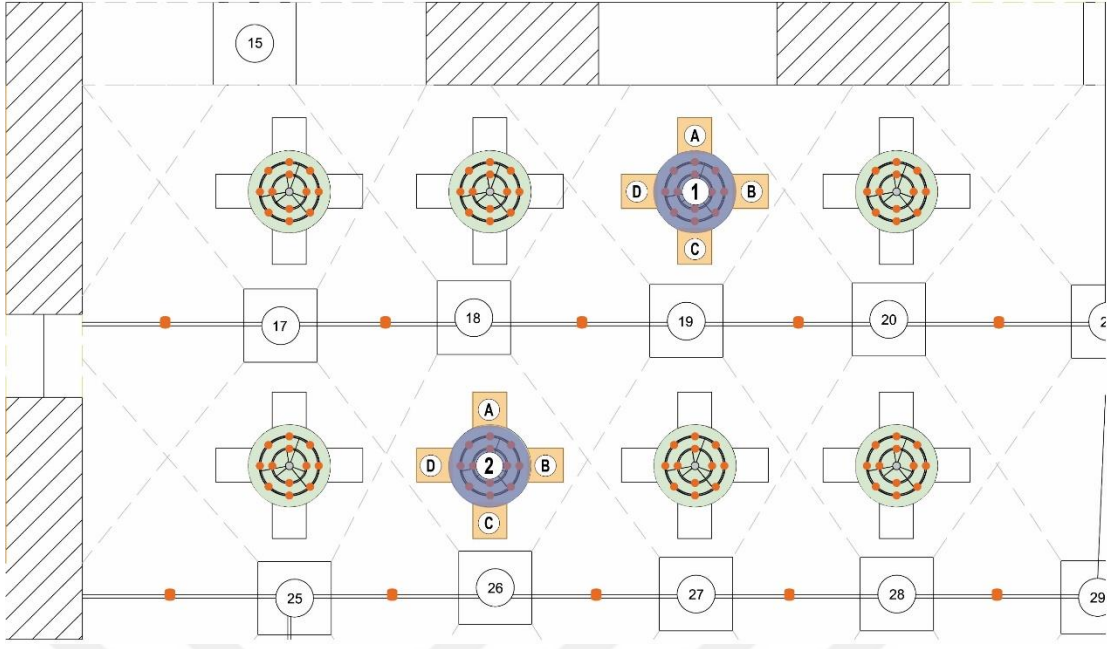


Şekil 7.27 4. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi



Şekil 7.28 Avizde kullanılan lambaların yükseklikleri

Şekil 7.29'da dinlenme alanı için hazırlanan 4. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu verilmiştir. Şekil 7.30'da 4. Önerinin simülasyon görseli yer almaktadır.



Şekil 7.29 4. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu



Şekil 7.30 4. Önerinin simülasyon görseli

- **Masa yüzeyleri hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

Dinlenme alanı için Şekil 7.29'da gösterilen 1 ve 2 numaralı masalar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi (E_{mh}) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin sonuçlar Tablo

7.27’de sunulmuştur. Self servis restoranlar için TS EN 12464-1:2013 standardına göre masa üzeri ortalama aydınlık düzeyinin minimum 200 lm/m^2 , aydınlığın dağılımının düzgünlüğünün (U_0) minimum 0,40 olmalıdır. Tablo 7.27’de verilen hesap sonuçlarına göre 1. masada aydınlık düzeyi 236 lm/ m^2 , $U_0=0,95$; 2. masada ise aydınlık düzeyi 204 lm/ m^2 , $U_0=0,92$ olup standarttaki değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 7.27 Dinlenme alanı 4. Öneri (DA4) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları

	1.Masa h= 0.75 m		2.Masa h= 0.75 m		Dolaşım Alanı			
	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	E_{m_z}/ E_{m_h}	U_0	UGR
TS EN 12464-1	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 100	0,30-0,60	$\geq 0,40$	≤ 28
Hesap Sonuçları	236	0,95	204	0,92	151	0,85	0,41	24,6

- **Masa (sandalye) kullanıcılarına ilişkin hesap sonuçları ve değerlendirilmesi**

Dinlenme alanında 1 ve 2 numaralı masalarda (Şekil 7.29) oturan dört kullanıcı konumu (A, B, C ve D; h: 1.20m) için kamaşma (UGR), modelleme indeksi (E_{m_z}/ E_{m_h}) hesap sonuçları ve TS EN 12464-1:2013’e göre sağlanması gereken değerler Tablo 7.28’de verilmiştir.

Tablo 7.28 Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları

		Modelleme İndeksi (E_{mz}/E_{m0})	Kamaşma (UGR)
TS EN 12464-1		0,30-0,60	≤ 22
Hesaplanan 1. kullanıcı	1-A	0,43	23,3
	1-B	0,50	22,2
	1-C	0,52	20,8
	1-D	0,49	22,3
Hesaplanan 2. kullanıcı	2-A	0,63	21
	2-B	0,69	22,2
	2-C	0,58	22
	2-D	0,63	22,4

Tablo 7.28'den görüleceği üzere masa çevresindeki sandalyelerde oturan kullanıcılar için hesaplanan modelleme indeksi standarttaki değerleri sağlamaktadır. Kamaşma (UGR) değerleri standartta verilen değerlere uygundur. Ancak avizeler tonozlara asılmakta ve bu durum tarihi yapılarda koruma ilkeleri açısından doğru bir yaklaşım olmamakla beraber enerji getirmede problem oluşturmaktadır. Bu durumu iyileştirmek için 5. öneri oluşturulmuştur.

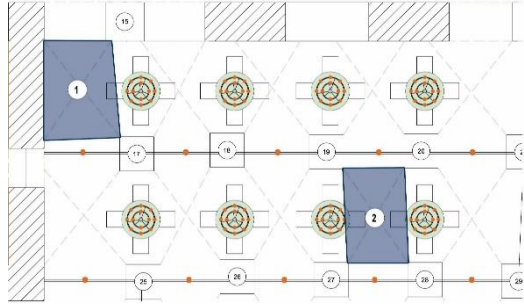
- **Dolaşım alanı hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

6. Bölüm Tablo 6.4'te belirtildiği üzere TS EN 12464-1:2013'te sirkülasyon alanları için döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi minimum 100 lm/m^2 , aydınlığın dağılımı (U_0) $\geq 0,40$, kamaşma (UGR) değeri ise ≤ 28 olarak verilmiştir. Bu öneride, dinlenme bölümündeki dolaşım alanında döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi 151 lm/m^2 ; aydınlığın dağılımı $0,41$, kamaşma (UGR) ise $24,6$ olarak hesaplanmış olup standartta verilen değerleri sağlamaktadır (Tablo 7.27).

- **Tonozlar yüzeyleri hesap sonuçları:**

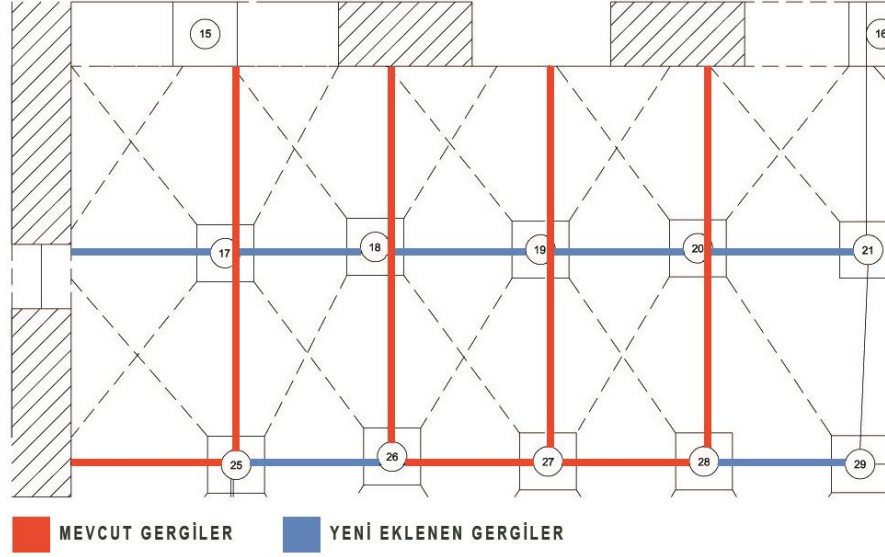
Çalışmada, Tablo Tablo 7.29’da mavi ile gösterilen 1 ve 2 numaralı çapraz tonozlar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Bölüm 7.2 de yer alan tonoz aydınlatma önerisinde olduğu gibi, önce her çapraz tonoz 4 üçgene ayrılmış ve 45° eğimli hesap yüzeyleri oluşturulmuştur. Daha sonra 4 hesap yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeylerinin ortalaması alınmıştır. Böylece, çapraz tonoz üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken avizeler ve dolaşım alanında yer alan doğrusal LED lambalar çalışmaktadır. Hesap sonuçları Tablo 7.29’da yer almaktadır.

Tablo 7.29 Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları

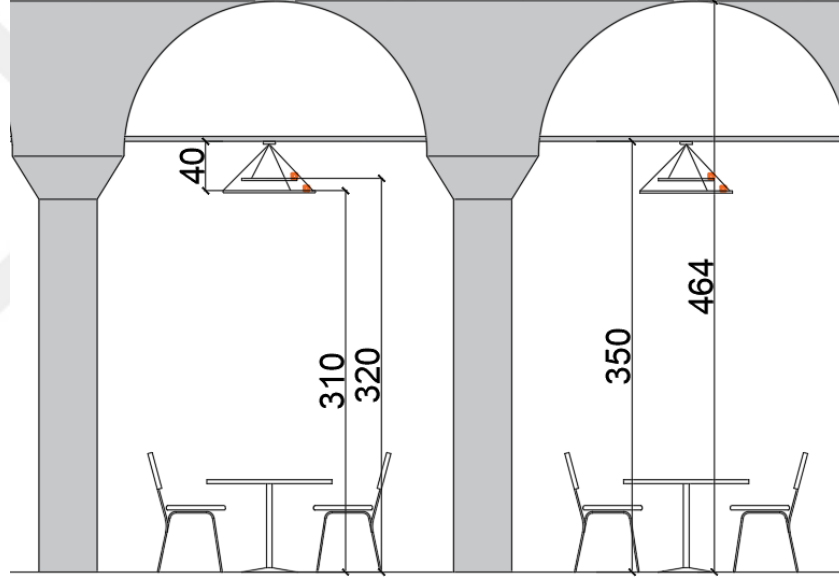
Çapraz tonozun konumu	Ortalama Aydınlık düzeyi (lm/m ²)	
	1 numaralı tonoz	216 lm/m ²
	2 numaralı tonoz	448 lm/m ²

7.3.5 Dinlenme Alanı Aydınlatması 5. Öneri (DA5)

5. Öneride masaların orta noktasına konumlanan avizelerin yüksekliği 40 cm olup demir gergilere asılmıştır. Avizelerin yerleşimi için sütunlar arasına ek demir gergiler yerleştirilmiştir. Böylece alanda aygıtların konumlandırılabilceği bir askı sistemi oluşturulmuştur. Şekil 7.31’de söz konusu grid sistemi gösterilmiştir ve mevcut gergiler mavi, eklenen gergiler kırmızı olarak gösterilmiştir. Avizelerdeki lambaların döşemeden yüksekliği alt çemberde 3,10 m, üst çemberde 3,20 m’dir (Şekil 7.32).

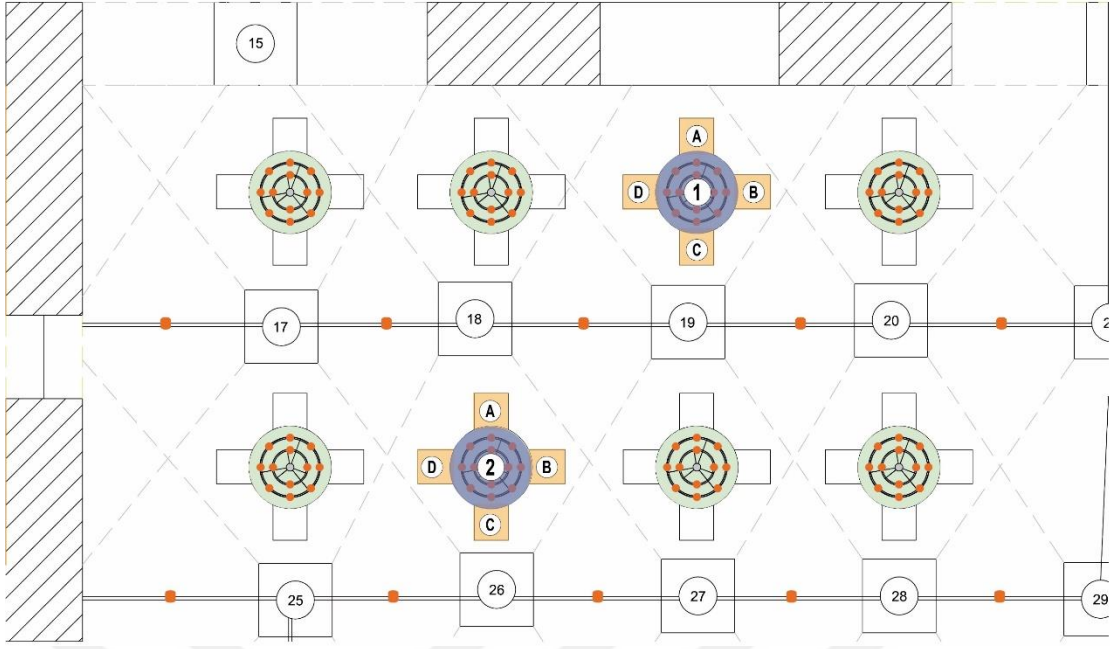


Şekil 7.31 5. Öneri dinlenme alanındaki demir gergilerin gösterimi



Şekil 7.32 Avizde kullanılan lambaların yükseklikleri

Şekil 7.33'te dinlenme alanı için hazırlanan 5. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu verilmiştir. Şekil 7.34'te 5. Önerinin simülasyon görseli yer almaktadır.



Şekil 7.33 5. Öneri mobilya ve aydınlatma aygıtlarının yerleşim planı ile hesap yüzeylerinin konumu



Şekil 7.34 5. Önerinin simülasyon görseli

- **Masa yüzeyleri hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

Dinlenme alanı için Şekil 7.33'te gösterilen 1 ve 2 numaralı masalar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi (E_{mh}) ve aydınlığın dağılımına (U_0) ilişkin sonuçlar Tablo

7.30'da sunulmuştur. Self servis restoranlar için TS EN 12464-1:2013 standardına göre masa üzeri ortalama aydınlık düzeyinin minimum 200 lm/m^2 , aydınlığın dağılımının düzgünlüğünün (U_0) minimum 0,40 olmalıdır. Tablo 7.30'da verilen hesap sonuçlarına göre 1. masada aydınlık düzeyi 201 lm/m^2 , $U_0=0,92$; 2. masada ise aydınlık düzeyi 209 lm/m^2 , $U_0=0,94$ olup standarttaki değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 7.30 Dinlenme alanı 5. Öneri (DA5) için masa yüzeyleri ve dolaşım alanlarında sağlanması gereken değerler ve hesap sonuçları

	1.Masa h= 0.75 m		2.Masa h= 0.75 m		Dolaşım Alanı			
	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	U_0	E_{m_h}	E_{m_z}/ E_{m_h}	U_0	UGR
TS EN 12464-1	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 200	$\geq 0,40$	≥ 100	0,30-0,60	$\geq 0,40$	≤ 28
Hesap Sonuçları	201	0,92	209	0,94	129	0,98	0,41	26,2

- **Masa (sandalye) kullanıcılarına ilişkin hesap sonuçları ve değerlendirilmesi**

Dinlenme alanında 1 ve 2 numaralı masalarda (Şekil 7.33) oturan dört kullanıcı konumu (A, B, C ve D; h: 1.20m) için kamaşma (UGR), modelleme indeksi (E_{m_z}/ E_{m_h}) hesap sonuçları ve TS EN 12464-1:2013'e göre sağlanması gereken değerler Tablo 7.31'de verilmiştir.

Tablo 7.31 Dinlenme alanı sandalyelerindeki 4 ayrı kullanıcı konumu için hesap sonuçları

		Modelleme İndeksi (E_{mz}/E_{m0})	Kamaşma (UGR)
TS EN 12464-1		0,30-0,60	≤ 22
Hesaplanan 1. kullanıcı	1-A	0,48	24,8
	1-B	0,55	24,6
	1-C	0,59	23,0
	1-D	0,55	24,1
Hesaplanan 2. kullanıcı	2-A	0,60	23,5
	2-B	0,62	22,7
	2-C	0,56	24,3
	2-D	0,57	23,6

Tablo 7.31'den görüleceği üzere masa çevresindeki sandalyelerde oturan kullanıcılar için hesaplanan silindirselsel aydınlık düzeyleri, modelleme indeksi standarttaki değerleri sağlamaktadır. Kamaşma (UGR) değerleri kabul edilen sınıra oldukça yaklaşmıştır.

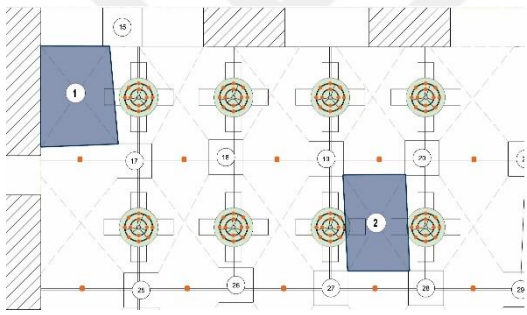
- **Dolaşım alanı hesap sonuçları ve değerlendirilmesi:**

6. Bölüm Tablo 6.4'te belirtildiği üzere TS EN 12464-1:2013'te sirkülasyon alanları için döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi minimum 100 lm/m^2 , aydınlığın dağılımı (U_0) $\geq 0,40$, kamaşma (UGR) değeri ise ≤ 28 olarak verilmiştir. Bu öneride, dinlenme bölümündeki dolaşım alanında döşeme üzeri ortalama aydınlık düzeyi 129 lm/m^2 , aydınlığın dağılımı $0,41$, kamaşma (UGR) ise $26,2$ olarak hesaplanmış olup standartta verilen değerleri sağlamaktadır (Tablo 7.30).

- **Tonozlar yüzeyleri hesap sonuçları:**

Çalışmada, Tablo 7.32’de mavi ile gösterilen 1 ve 2 numaralı çapraz tonozlar üzerindeki ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır. Bölüm 7.2 de yer alan tonoz aydınlatma önerisinde olduğu gibi, önce her çapraz tonoz 4 üçgene ayrılmış ve 45° eğimli hesap yüzeyleri oluşturulmuştur. Daha sonra 4 hesap yüzeyi üzerindeki aydınlık düzeylerinin ortalaması alınmıştır. Böylece, çapraz tonoz üzerindeki ortalama aydınlık düzeyi hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken avizeler ve dolaşım alanında yer alan doğrusal LED lambalar çalışmaktadır. Hesap sonuçları Tablo 7.32’de yer almaktadır.

Tablo 7.32 Dinlenme alanında seçilen 2 çapraz tonoz için ortalama aydınlık düzeyi hesap sonuçları

Çapraz tonozun konumu	Ortalama Aydınlık düzeyi (lm/m ²)	
	1 numaralı tonoz	200 lm/m ²
	2 numaralı tonoz	314 lm/m ²

Dinlenme alanı önerilerinde tarihi yapılarda koruma ilkelerine uygun olan ve TS EN 12464-1:2013 standardında self servis restoranlar için belirtilen aydınlatma ölçütlerini sağlayan dinlenme alanı tasarımına ilişkin aydınlatma düzeni önerisi 5. Öneri olmuştur.

7.4 Myrelaion Sarnıcı Yapay Aydınlatma Önerilerinin Değerlendirilmesi

Önerilerde tarihi yapı koruma ilkeleri bağlamında yapıya en az müdahalede bulunularak TS EN 12464-1:2013 standardında belirtilen aydınlatma ölçütlerine ilişkin sağlanması gereken değerlere ulaşmak amaçlanmıştır. Bu amaçla dolaşım alanları, tonozlar ve sarnıç içinde bir dinlenme alanı tasarımına ilişkin aydınlatma düzeni önerileri oluşturulmuştur.

Dolaşım alanlarında mevcut durumda bulunan flüoresan lambalar LED lambalar ile değiştirilmiştir. Oluşturulan üç öneride de enerji verimliliği sağlanmıştır. Ancak yalnızca 3. Öneri (D3) tüm aydınlatma ölçütlerini sağlamıştır.

Tonoz aydınlatma önerisinde, tonozların geometrik formunun doğru algılanabilmesi amaçlanmıştır. Dolaşım alanındaki gergilere yerleştirilen noktasal LED aygıtlar tonozun tepe noktasına yönlendirilmiştir. Böylece, tonoz yüzeylerinin ışıklılıkları yükseltilmiş ve bu önemli yapı öğesinin görünürlüğü arttırılmıştır.

Sarnıç içinde bir dinlenme alanı kurgulanmış, bu alana ilişkin önce üç tefriş ve üç aygıt önerisi yapılmıştır. Ardından 1. tefriş ile 1. Tip aygıtın değişik tiplerinden oluşan 5 düzen incelenmiştir. Standartta belirtilen aydınlatma ölçütlerini sağlayan ve tarihi yapı koruma ilkeleri açasından en uygun olan öneri 5. Öneri (DA5) olmuştur.

Tarihsel süreçte yağmur ve sel sularını depolama amacına yönelik açık ve kapalı olmak üzere iki tip sarnıç inşa edilmiştir. Açık sarnıçlar ütü açık ve dört tarafı kalın duvarlarla çevrili; kapalı sarnıçlar ise genel olarak tek hacimden oluşan, içinde sütunların yer aldığı, doğal ışık almayan tarihi yapılardır. Günümüzde özellikle İstanbul Tarihi Yarımada'da bulunan sarnıçlar yeniden işlevlendirilmektedir. Bu çalışmada açık ve kapalı sarnıçlara örnekler verilerek mimari özellikleri, yeni işlevleri ve aydınlatma düzenleri açısından incelenmiştir. Örneklenen sarnıçlar arasından günümüzde kapalı çarşı olarak işlevlendirilen Myrelaion Sarnıcı seçilmiştir.

Myrelaion Sarnıcı 1994 yılından itibaren kapalı çarşı olarak hizmet vermektedir. İstanbul Laleli'de bulunan bu sarnıcın içinde ayakkabı, deri ceket vb. giyim eşyalarının satıldığı mağazalar yer almaktadır. Sarnıcın kullanıcıları mağaza çalışanları, alışveriş için veya sarnıcı gezmek için gelen ziyaretçilerdir. Sarnıca mimari olarak bakıldığında, sütun aralarının bölme elemanları ile kapatılmasıyla oluşturulan mağaza hacimleri ve mağazaların sınırlandırdığı dolaşım alanlarının (koridorların) bulunduğu belirlenmiştir.

Sarnıcın mevcut düzeninde, mağaza ve dolaşım alanlarına yönelik aydınlatmaların olduğu görülmektedir. Mağaza hacimlerinin kendilerine özgü aydınlatma düzenleri olması nedeniyle bu tez kapsamında dolaşım alanlarının aydınlatma düzeni incelenmiştir. Dolaşım alanlarındaki mevcut aydınlatma düzeninde, duvarların ve sütunların arasına döşemeden 3,5 m yükseklikte bulunan demir gergilerden yaklaşık 30 cm aşağıya sarkıtılarak yerleştirilen yansıtıcısız/ çıplak doğrusal flüoresan lambalı aygıtlar kullanılmıştır. Her bir aygıtta 36 W gücünde, 26 mm çapında, 1,20 m uzunluğunda, renksel geriverim indisi (Ra) 72 olan iki adet flüoresan lamba bulunmaktadır.

Dolaşım alanları yedi bölgeye ayrılarak mevcut aydınlatma düzeni “yerinde ölçme” ve Dialux Evo 8.1 aydınlatma simülasyon programında “hesap yöntemi” ile incelenmiştir. TS EN 12464-1:2013 standardında sirkülasyon alanları için aydınlatma ölçütlerine ilişkin sağlanması gereken değerler, yerinde ölçme ve hesap sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak mevcut aydınlatma için kullanılan flüoresan aygıtların, mağazalardan gelen ışıkların katkısı olmasına rağmen tüm bölgelerde yeterli aydınlık düzeyinin oluşmasını sağlayamadığı görülmüştür. Ayrıca tarihi yapının mimari özelliklerini ön plana çıkaran bir aydınlatma düzeni bulunmamaktadır. Tarihi yapılarda aydınlatmaya koruma açısından bakıldığında Myrelaion Sarnıcı taş malzemedен oluştuğu için aydınlık düzeyi için bir sınır değeri bulunmamaktadır.

Çalışmada dolaşım alanları için üç öneri (D1, D2, D3), tonoz aydınlatması önerisi (T) ve sarnıcın içinde tasarlanan dinlenme alanı için beş aydınlatma önerisi (DA1, DA2, DA3, DA4, DA5) sunulmuştur. Önerilerde tarihi yapı koruma ilkeleri bağlamında yapıya en az müdahalede bulunularak aydınlatma düzenlerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Aydınlatma düzenleri oluşturulurken aygıtların yerleşimi için mevcut durumda bulunan aygıtların asıldığı demir gergilerden yararlanılmıştır.

Yapılan önerinin genel özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Dolaşım alanları için TS EN 12464-1:2013'te belirtilen aydınlatma ölçütleri açısından iyileştirme ve enerji verimliliği sağlamak amacıyla mevcut flüoresan lambalar yerine farklı özelliklere sahip üç LED aygıt kullanılarak üç adet öneri (D1, D2, D3) hazırlanmıştır. Dolaşım alanları için önerilen üç aydınlatma düzeninde de, modelleme indeksi (E_{mz}/E_{mh}), kamaşma (UGR) ve aydınlığın dağılımı (U_0) ölçütleri bakımından gerekli değerlere ulaşılmış ve mevcut duruma göre enerji verimliliği sağlanmıştır. Ancak, ortalama aydınlık düzeyi değeri ölçütü açısından, yalnızca üçüncü öneri (D1) dolaşım alanının tüm bölgelerde standardı sağlamaktadır. Bu nedenle üçüncü öneri (D3) en uygun durum olmuştur.

Sarnıcın üst örtüsü tonozlardan oluşmaktadır. Tarihi yapının en önemli öğelerinden olan tonozları vurgulamak ve görünürlüğünü arttırmak amacıyla **tonoz aydınlatma** önerisi (T) hazırlanmıştır. Tonoz (T) aydınlatma önerisinde, çapraz tonozların iki

tarafına karşılıklı olarak yerleştirilen LED aygıtlar tonozların tepe noktasına yönlendirilmiştir. Böylece tonozlar üzerindeki aydınlık düzeyi arttırılmıştır.

Çalışmada, sarnıç iç mekânında kullanıcıların ve ziyaretçilerin vakit geçirebileceği bir dinlenme alanı ve buna ilişkin aydınlatma düzeni önerisi kurgulanmıştır. **Dinlenme alanı** için oluşturulan aydınlatma düzeninde, sütun aralarına yerleştirilen masaların yer aldığı tefrişte, masa orta noktalarına denk gelecek şekilde konumlandırılan ve çalışma kapsamında tasarlanan avizeler bulunmaktadır. Tefriş aynı kalmak üzere, avize üzerindeki lambaların yükseklikleri değiştirilerek beş aydınlatma düzeni (DA1, DA2, DA3, DA4, DA5) önerisi hazırlanmıştır. Önerilerde, TS EN 12464-1:2013'te self servis restoranlar için belirtilen standartta verilen ölçütlere ilişkin değerlere ulaşmak amaçlanmıştır. Aydınlatma ölçütlerinin sağlanması ve tarihi yapıya en az müdahale edilmesi açısından en uygun olan öneri beşinci öneri (DA5) olmuştur.

Bilindiği gibi, bir hacim içerisinde yapılan eylemler yani yapının işlevi değiştiğinde aydınlatma gereksinimleri de değişir. Eski işlevi kapalı sarnıç, günümüzdeki işlevi ise kapalı çarşı olan Myrelaion Sarnıcı örneğinde olduğu üzere aydınlatma ölçütlerini karşılayacak yeni bir aydınlatma düzeninin oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle, yeniden işlevlendirilen tarihi yapılarda aydınlatma tasarımı yapılırken, mekân içerisinde gerçekleşen eylemler doğrultusunda görsel konfor koşullarını sağlamanın yanı sıra, mimariyi güçlendiren, tarihi yapıya hasar vermeyen ve aydınlatma ölçütlerini sağlayan bir düzen oluşturulmalıdır. Tez çalışmasında verilen aydınlatma ilkeleri, yapılan inceleme yöntemleri ve öneriler yeniden işlevlendirilen yapılar için örnek olarak yol gösterecektir.

- [1] B. Pekol, "İstanbul'da Yeni İşlevlerle Kullanılan Tarihi Yapıların Üslup Sorunsalı", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [2] Y. Kocabıyık, "Yeniden İşlevlendirme Kavramı ve Bu Kapsamda İTÜ Taşkılla Binasının İncelenmesi", Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014.
- [3] C. Paşaaloğlu, "Yeniden İşlevlendirilen Tarihi Yapılarda Aydınlatma 'Kabataş Lisesi Kültür Merkezi Kütüphanesi Örneği", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- [4] S. Sezer, "Endüstri Yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Sürecinde Aydınlatma Tasarımı: Ankara Cer Modern Örneği", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [5] K. Altuğ "İstanbul'da Bizans Dönemi Sarnıçlarının Mimari Özellikleri ve Kentin Tarihsel Topografyasındaki Dağılımı", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [6] E. Yücel, "İstanbul'da Bizans Sarnıçları II", Arkitekt, no.326, 1967.
- [7] M.A. Kasapseçkin, "İstanbul Tarihi Yarımada'da Bulunan Yeniden İşlevlendirilmiş Kapalı Sarnıçların Malzeme ve Yapay Aydınlatma Yönünden İncelenmesi", Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.
- [8] K. Altuğ, "Myrelaion Rotunda'sı", Toplumsal Tarih Dergisi, no.280, pp.12-16, 2017.
- [9] T. C. Resmî Gazete, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu (1983), 23 Temmuz 1983.
- [10] Venedik Tüzüğü, "Uluslararası Tarihi Anıtları Koruma Kuralları", 1964.
- [11] B. Ünlü ve R. Ünver, "İşlevi Değişen Yapılarda Aydınlatma- Myrelaion Sarnıcı", 1. Mimarlık ve Şehircilik Lisansüstü Sempozyumu, YTÜ Mimarlık Fakültesi, s.54, İstanbul, 2019.
- [12] B. Ünlü ve R. Ünver, "Kapalı Sarnıçlarda Yapay Aydınlatma ve Myrelaion Sarnıcı Örneği", 12. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul, 2019.
- [13] N. Zeren, "Kentsel Alanlarda Alınan Koruma Kararlarının Uygulanabilirliği", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1981.
- [14] Ş. Sirel, "Aydınlatma Sözlüğü", Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, 1997.

- [15] e-ILV, CIE; International Commission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=visible+radiation, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [16] D. Kuban, "Mimarlık Kavramları: Tarihsel Perspektif İçinde Mimarlığın Kuramsal Sözlüğüne Giriş", Yapı Endüstri Merkezi Yayınevi, İstanbul, 1998.
- [17] e-ILV, CIE; International Commission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=illumination, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [18] ř. Sirel, "Aydınlatma ve Mimarlık", YFU Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San.ve Tic. A.ř. Yayınları, İstanbul, 2011.
- [19] R. Ünver, "Görsel Konfor ve Aydınlatma", VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, no.6, pp.127-138, İzmir, 2011.
- [20] M. Karaoğlu, "Müzelerin Sergileme Mekânlarında Yenilikçi Yapay Aydınlatma Uygulamalarının Görsel Konfor Koşulları Açısından İncelenmesi: Salt Galata Örneği", Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [21] R. Ünver ve M. Okutan, "Aydınlatmanın Tasarım, Uygulama, Kullanım Evreleri ve İç Aydınlatma", Lightworld Dergisi, no.29, pp. 76-82, 2014.
- [22] M. Okutan, "Aydınlatmanın, Tasarım, Uygulama ve Kullanım Evreleri Üzerine Bir Araştırma", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.
- [23] SSL, "The Society of Light and Lighting Handbook", UK, 2009.
- [24] e-ILV, CIE; International Commission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=illuminance, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [25] R. Ünver, E. Küükkılı Özcan ve K.elik, "Hacim ve Aygıt Özelliklerinin Aydınlığa Etkisinin Açık Planlı Ofis Örneğinde İncelenmesi", Megaron, vol. 10, no. 1, pp. 80-91, 2015.
- [26] ř. Sirel, "Aydınlığın Niteliği", YFU Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San.ve Tic. A.ř. Yayınları, no.4, İstanbul, 1992.
- [27] TSE, "Işık ve Işıklandırma-İş Mahallerinin Aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri", TS EN 12464-1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2013.
- [28] e-ILV, CIE; International Commission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=colour+temperature, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [29] ř. Sirel, "Işık Rengi", YFU Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San.ve Tic. A.ř. Yayınları, İstanbul, 2007.
- [30] R. Ünver, "Işığın Renksel Niteliği", Elektrik Kaynak Dergisi , no. 57, pp. 30-331, 1990.
- [31] Licht.wissen, "Lighting with Artificial Light",no.01, 2016.

- [32] e-ILV, CIE; İnternational Comission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=glare, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [33] e-ILV, CIE; İnternational Comission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=modelling, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [34] e-ILV, CIE; İnternational Comission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=radiation, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [35] e-ILV, CIE; İnternational Comission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=ultraviolet+radiation, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [36] N. Kamar, "Müze Olarak İşlevlendirilen Tarihi Yapılarda Aydınlatma; Diyarbakır Dağ Kapı Burcu Sergi Salonu", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
- [37] H. Kılıç, "Çağdaş Aydınlatma Tekniği Ve Günümüz Müzeciliği Verilerine Göre Müze Yapıları İçin Yeni Bir Mimari Yaklaşım", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1985.
- [38] Ş. Sirel, "Müzelerde Ve Bürolarda Aydınlatma", YFU Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San.ve Tic. A.ş. Yayınları, no.8, İstanbul, 1997.
- [39] e-ILV, CIE; İnternational Comission on Illumination, Termlist, http://eilv.cie.co.at/termlist2?field_term_search_value_op=contains&field_term_search_value=infrared+radiation, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [40] CIE 157, "Control Of Damage To Museum Objects By Optical Radiation", 2004.
- [41] TDK, Sarnıç tanımı, <http://sozluk.gov.tr/>, [Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2019].
- [42] İ. Yıldırım, "İstanbul Kapalı Sarnıçlarının İşlevsel Dönüşümünün Mekânsal Bağlamda İrdelenmesi", Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2016.
- [43] <https://wikivisually.com/wiki/File:Fildami%28yukaridan%29.jpg>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [44] Büşra Ünlü Fotoğraf Arşivi, 2019.
- [45] https://www.academia.edu/17518897/Bizans_D%C3%B6nemi_Su_Yap%C4%B1lar%C4%B1, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [46] <https://earth.google.com/web/>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [47] <https://www.thebyzantinelegacy.com/aetius-cistern>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [48] <https://bizansconstantin.wordpress.com/category/bizans-sarniclari-2/>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [49] <https://bizansconstantin.wordpress.com/2014/11/05/hagios-mokios-sarnici-altimermer-cukurbostani/>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].

- [50] https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipOWKhM4bTP6dSRa9_5mnU94YjVwXjAFBhORhBm0=s0, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [51] <https://www.thebyzantinelegacy.com/hebdomon-cistern>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [52] <https://static.vici.org/cache/268x268-6/uploads/fcistern.jpg>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [53] <http://www.erhanuludag.com/tr/yerebatan-sarnici-proje-raporu/>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [54] <http://www.binbirdirek.com/Tarihce>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [55] <https://bizansconstantin.wordpress.com/tag/binbirdirek-sarnici/>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [56] <https://twitter.com/oart7218/status/883666207878119424>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [57] <http://www.erhanuludag.com/tr/eminonu-serefiye-sarnici-1-donem-restitusyon-raporu/>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [58] <https://www.serefiyesarnici.istanbul/tr/galeri#images-4>, [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [59] http://imggaleri.hurriyet.com.tr/LiveImages/Foto%20Haber/386/Bizans%20d%C3%B6neminde%20%C4%B0stanbul/2014-02-18_09-43-41.jpg?13022015095055 [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [62] <http://fitarihinden.blogspot.com/2016/12/bizans-manastir-myrelaion.html> [Erişim tarihi: 19 Haziran 2019].
- [61] S. Eyice, "Bodrum Camii Sarnıcı", Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi, cilt.2, s. 264-265.
- [62] DIALux Evo 8.1 (2019), Philips Plug-in.
- [63] DIALux Evo 8.1 (2019), Osram Plug-in.
- [64] http://abl.gtu.edu.tr/hebe/AblDrive/73746022/w/Storage/326_2011_1_2_81_73746022/Downloads/8-antik-roma-mimarlar-roma-yapim-teknikleri-ve-mimari-elemanlar.pdf, [Erişim tarihi: 14 Temmuz 2019].
- [65] DIALux Evo 8.1 (2019), Bright Special Lighting Plug-in.

A

Myrelaion Sarnıcı Mevcut Aydınlatma Düzeni Ölçme ve Hesap Sonuçları

Myrelaion Sarnıcı'nın mevcut aydınlatma düzeninde, dolaşım alanındaki 7 bölge için toplam 277 noktada ölçme ve hesap yapılmıştır. Her bölgeye ilişkin sonuçlar Tablo A.1, Tablo A.2, Tablo A.3, Tablo A.4, Tablo A.5, Tablo A.6 ve Tablo A.7'de verilmiştir.

Tablo A.1 A bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
A1	172	115	170	104
A2	133	96	181	117
A3	246	141	126	74
A4	160	90	134	79
A5	140	91	129	78
A6	107	73	127	70
A7	130	68	142	65
A8	101	63	139	76
A9	77	46	141	81
A10	103	65	156	75
A11	108	77	134	72
A12	81	41	158	81
A13	100	59	180	85
A14	98	70	164	93
A15	86	44	186	94
A16	102	53	211	91
A17	98	70	179	93
A18	79	156	206	103
A19	94	51	237	105
A20	90	56	201	108
A21	90	48	224	112
A22	94	48	249	113
A23	100	62	212	112
A24	100	50	247	132
A25	-	-	-	-
A26	-	-	-	-

Tablo A.2 B bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
B1	100	50	247	132
B2	100	46	269	129
B3	-	-	-	-
B4	87	58	202	114
B5	92	52	252	132
B6	85	44	260	137
B7	83	48	182	110
B8	-	-	-	-
B9	-	-	-	-
B10	100	62	201	124
B11	95	60	220	126
B12	121	63	227	107
B13	120	78	217	102
B14	101	64	224	132
B15	-	-	-	-
B16	-	-	-	-
B17	-	-	-	-
B18	112	60	239	139
B19	98	49	247	134
B20	86	45	243	140
B21	76	48	191	125
B22	85	67	243	149
B23	93	45	232	126
B24	93	45	233	135
B25	88	59	201	125
B26	-	-	-	-
B27	70	56	214	126
B28	73	50	214	131
B29	-	-	-	-
B30	-	-	-	-
B31	-	-	-	-
B32	-	-	-	-

Tablo A.3 C bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
C1	85	59	175	108
C2	100	60	185	111
C3	82	52	161	101
C4	98	75	192	105
C5	88	74	165	97
C6	72	63	140	86
C7	90	63	162	101
C8	87	55	161	96
C9	57	52	125	81
C10	82	63	150	96
C11	86	65	142	93
C12	80	80	130	85
C13	98	77	149	82
C14	54	99	140	91
C15	75	74	123	77
C16	75	74	146	90
C17	57	92	122	79
C18	80	69	122	75
C19	66	80	141	90
C20	50	67	121	79
C21	52	58	149	89
C22	67	48	161	91
C23	54	37	140	90
C24	104	50	205	127
C25	102	47	185	105
C26	-	-	-	-

Tablo A.4 D bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
D1	-	-	-	-
D2	60	46	132	88
D3	-	-	-	-
D4	-	-	-	-
D5	102	47	185	105
D6	198	53	175	111
D7	-	-	-	-
D8	-	-	-	-
D9	104	50	205	127
D10	115	50	207	122
D11	65	58	189	115
D12	-	-	-	-

D13	67	55	185	114
D14	82	45	222	130
D15	69	46	230	138
D16	-	-	-	-
D17	60	45	179	107
D18	86	53	218	134
D19	80	50	232	141
D20	-	-	-	-
D21	65	38	177	110
D22	83	52	216	127
D23	84	45	228	136
D24	89	50	223	131
D25	65	37	165	104
D26	78	40	198	115
D27	78	45	197	114
D28	73	47	178	106
D29	55	34	154	96
D30	66	39	187	113
D31	62	42	181	108
D32	58	38	153	92
D33	51	31	163	106
D34	56	35	187	100
D35	57	35	182	101
D36	50	36	156	98
D37	50	31	158	99
D38	52	32	189	117
D39	53	32	182	110
D40	46	32	161	95
D41	43	26	173	111
D42	49	32	206	120
D43	49	30	204	120
D44	49	30	183	110
D45	43	33	178	116
D46	50	37	220	135
D47	52	32	236	142
D48	52	33	233	138
D49	45	37	169	109
D50	60	44	214	134
D51	65	46	236	143
D52	68	45	234	136
D53	65	61	166	108
D54	71	51	196	106
D55	71	51	196	111
D56	76	46	184	112
D57	48	50	142	90
D58	52	41	171	106
D59	55	45	167	101
D60	59	45	142	86
D61	47	32	136	86
D62	57	34	163	103
D63	56	42	156	98
D64	54	37	127	80
D65	64	36	137	88
D66	75	45	162	92
D67	71	43	155	94

D68	83	59	126	80
D69	94	60	156	95
D70	85	53	152	100
D71	98	67	122	76
D72	106	63	148	93
D73	95	70	138	90
D74	90	51	139	82
D75	104	51	154	86
D76	103	64	140	84
D77	66	70	109	68
D78	69	55	125	72
D79	94	64	169	100
D80	104	48	300	91
D81	83	55	138	83
D82	77	58	130	81
D83	81	54	136	75
D84	88	52	157	90
D85	91	56	213	93
D86	77	56	118	79
D87	61	50	121	78
D88	68	48	124	80
D89	59	38	129	83
D90	66	44	139	79
D91	57	42	98	70
D92	-	-	-	-
D93	-	-	-	-
D94	33	28	84	59
D95	33	28	75	58
D96	-	-	-	-
D97	-	-	-	-
D98	-	-	-	-
D99	21	21	67	53
D100	27	33	69	54
D101	-	-	-	-

Tablo A.5 E bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
E1	-	-	-	-
E2	-	-	-	-
E3	89	50	223	131
E4	60	34	168	97
E5	72	38	178	97
E6	64	36	160	89
E7	53	47	120	70
E8	60	37	143	86
E9	60	36	124	75
E10	63	34	110	66
E11	68	33	133	78

E12	61	32	116	71
E13	58	28	120	74
E14	63	31	133	67
E15	55	31	118	73
E16	44	30	116	79
E17	45	30	124	82
E18	43	27	106	69
E19	35	23	138	100
E20	37	24	136	97
E21	-	-	-	-

Tablo A.6 F bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
F1	52	33	233	138
F2	68	45	234	136
F3	42	31	176	96
F4	46	33	192	108
F5	41	33	136	88
F6	-	-	-	-
F7	-	-	-	-
F8	50	38	146	86
F9	57	42	161	97
F10	57	48	136	86
F11	-	-	-	-
F12	-	-	-	-
F13	73	43	141	84
F14	81	46	160	95
F15	78	50	144	86
F16	72	43	141	82
F17	53	39	110	68
F18	82	45	133	83
F19	85	45	140	76
F20	65	38	122	67
F21	60	35	111	65
F22	93	60	132	85
F23	100	66	155	101
F24	93	62	158	101
F25	85	55	137	88
F26	-	-	-	-
F27	62	66	133	93
F28	98	78	167	123
F29	94	82	164	116
F30	73	53	120	80
F31	-	-	-	-

Tablo A.7 G bölgesi için ölçme ve hesap sonuçları

ÖLÇÜM- HESAP NOKTASI	YERİNDE ÖLÇÜM		DIALUX HESABI	
	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)	YATAY AYDINLIK (E_h - lm/m ²)	SİLİNDİRSEL AYDINLIK (E_z - lm/m ²)
G1	61	50	121	78
G2	77	58	130	81
G3	66	70	109	68
G4	81	58	129	86
G5	81	68	144	88
G6	76	71	117	69
G7	87	65	144	87
G8	108	71	155	82
G9	115	77	155	90
G10	122	112	146	95
G11	142	100	155	96
G12	163	108	156	92
G13	128	102	132	83
G14	157	112	151	89
G15	208	137	153	81
G16	110	91	95	63
G17	157	100	152	81
G18	81	58	147	75
G19	144	117	93	58
G20	172	114	150	80
G21	169	118	149	77
G22	160	93	106	61
G23	164	119	144	76
G24	153	109	150	70
G25	145	112	109	63
G26	153	112	141	76
G27	138	99	145	75
G28	126	103	107	59
G29	143	96	140	70
G30	136	103	139	67
G31	88	70	78	48
G32	102	76	137	75
G33	123	92	132	73
G34	105	68	123	68
G35	109	75	147	77
G36	126	89	138	73
G37	142	102	189	120
G38	139	90	169	98
G39	246	141	181	117
G40	172	115	170	104

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: unlubusra@hotmail.com

Konferans Bildirileri

1. B. Ünlü ve R. Ünver, “İşlevi Değişen Yapılarda Aydınlatma-Myrelaion Sarnıcı”, 1. Mimarlık ve Şehircilik Lisansüstü Sempozyumu, 28-29 Mart, İstanbul, 2019.
2. B. Ünlü ve R. Ünver, “Kapalı Sarnıçlarda Yapay Aydınlatma ve Myrelaion Sarnıcı Örneği”, 12. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 18-19 Eylül, İstanbul, 2019.

