

**ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ARASTA BÖLÜMÜ'NDE
DOĞAL AYDINLATMA ALTERNATİFLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR SİSTEM ÖNERİSİ**

Uğurtan AYBAR

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2007
ANKARA**

Uğurtan AYBAR tarafından hazırlanan ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ
ARASTA BÖLÜMÜ'NDE DOĞAL AYDINLATMA ALTERNATİFLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR SİSTEM ÖNERİSİ adlı bu tezin Doktora tezi
olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd.Doç.Dr. Cüneyt KURTAY
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mimarlık Anabilim Dalında Doktora tezi
olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Mutbul KAYILI

Üye : Doç Dr. Cengiz YENER

Üye : Doç.Dr.Aysu AKALIN BAŞKAYA

Üye : Doç.Dr. Osman GÜRDAL

Üye : Yrd.Doç.Dr. Cüneyt KURTAY

Tarih : 04.06.2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Uğurtan AYBAR

**ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ARASTA BÖLÜMÜ'NDE
DOĞAL AYDINLATMA ALTERNATİFLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR SİSTEM ÖNERİSİ
(Doktora Tezi)**

Uğurtan AYBAR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2007**

ÖZET

Bu doktora çalışmasında; Ankara’da bulunan Anadolu Medeniyetleri Müzesi’nin Arasta Bölümü’nde sergilenen eserlerin, günışığı ile, standartlara en uygun biçimde aydınlatılmasını sağlayan yeni bir çatı ışıklığı sistemi tasarlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak; ilk aşamada söz konusu yapı doğal aydınlatma açısından incelenmiş ve eksiklikleri belirlenmiştir. İkinci aşamada doğal ışıkla aydınlatılan çeşitli dünya müzeleri incelenmiş, bu müzelerin aydınlatılmasında kullanılan çatı ışıklık tipleri tek katmanlı ve çift katmanlı çatı ışıklıkları başlıkları ile sınıflandırılıp, bilgisayar programları yardımı ile modellendikten sonra, sanal ortamda simülasyonları yapılarak, incelenen müze bölümünün çatısına uygulanmıştır. Üçüncü aşamada; simülasyon sonuçlarından yola çıkarak “hareketli güneş kırıcılı çift katmanlı” yeni bir çatı ışıklığı tasarlanmış ve simülasyonu yapılmıştır.

Son aşamada ise; mevcut tonoz, tek katmanlı ve çift katmanlı çatı ışıklık tiplerine ve yeni oluşturulan öneri çatı ışıklığına ait doğal aydınlatmaya ilişkin bilgisayar simülasyon değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yeni tasarlanan “hareketli güneş kırıcı çift katmanlı” çatı ışıklığının, mevcut sisteme ve tek katmanlı ve çift katmanlı diğer çatı tiplerine göre doğal aydınlatma açısından çok daha avantajlı olduğunu göstermiştir.

Bilim Kodu : 802.1.099
Anahtar Kelimeler : Müzelerde Doğal Aydınlatma, Bilgisayar ile Aydınlatma Simülasyonu
Sayfa Adedi : 183
Tez Yöneticisi : Yrd.Doç.Dr. Cüneyt KURTAY

**EVALUATION OF NATURAL LIGHTING ALTERNATIVES FOR
THE “ARASTA” SECTION IN ANATOLIAN CIVILIZATIONS
MUSEUM AND A SYSTEM PROPOSAL
(Ph.D Thesis)**

Uğurtan AYBAR

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
June 2007**

ABSTRACT

In this Ph.D thesis; a new semi-transparent skylight system is designed to illuminate the objects displayed in the “Arasta Hall” of Anatolian Civilizations Museum in Ankara, with natural lighting according to illumination standarts. For this purpose; in the first phase, the existing skylight of the building is evaluated and deficiencies are determined. In the second phase; museums illuminated by daylight are examined and skylights of these museums are classified in two titles named “one layer skylight systems” and “double layered skylight systems” according to their direction and the number of layers. These skylights are modelled by a software and these models are applied to the existing structure virtually. In the third phase, a proposal is made on a new skylight system which is a “double layered skylight with movable sunlight shading devices” which is then compared to the virtually simulated skylights.

The result showed that the proposed skylight system is much more advantageous for natural lighting of “Arasta Hall” of Anatolian Civilizations Museum in Ankara when compared to “one layer skylight systems” and “double layered skylight systems” examined in this thesis.

Science Code	: 802.1.099
Key Words	: Natural Lighting in Museums, Computer Aided Lighting Simulation
Page Number	: 183
Adviser	: Assist.Prof.Dr. Cüneyt KURTAY

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli katkı ve yardımlarıyla beni yönlendiren hocam Y.Doç.Dr.Cüneyt KURTAY'a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocalarım Prof.Dr. Mutbul KAYILI ve Doç.Dr. Cengiz YENER'e, tezde kullandığım modelin oluşturulmasında büyük emeği geçen, Doç.Dr.Aysu AKALIN'a, manevi destekleriyle bana güç veren sevgili eşim Neslihan AYBAR, annem Nevin AYBAR, babam Ertan AYBAR ve aramızdan ayrılanlara kadar bana bu konuda büyük destek olan büyükbabam Şinasi EMRE'ye ve aramıza katılışı ile birlikte çalışmalarımı hızlandırmamda bana çok yararı dokunan oğlum küçük Burak'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xvii
RESİMLERİN LİSTESİ	xx
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxi
1. GİRİŞ	1
2. MÜZELERDE DOĞAL AYDINLATMA KRİTERLERİ	10
2.1. Doğal Aydınlatma ve Koruma İlişkisi	13
2.1.1. Eserlere zarar veren etmenler	13
2.1.2. Malzemelerin ışığa karşı duyarlılığı	14
2.1.3. Işıktan kaynaklanan zararlar	15
2.1.4. Doğal ışığın zararlı etkilerini azaltma yöntemleri	15
2.2. Doğal Aydınlatma ve Sergileme Alanları İlişkisi	17
2.2.1. Görsel adaptasyon ve yönlendirme	17
2.2.2. Vitrinlerdeki kamaşma	18
2.2.3. Biçim ve tekstürü ortaya çıkarma	19
2.2.4. Gün ışığının rengi	19
2.2.5. Işık kaynağının renksel geriverimi	19

Sayfa

2.2.6. Sergileme elemanlarının arka plan özellikleri	20
2.3. Müzelerde Doğal Aydınlatma ve Mimari Biçimlerin İlişkisi	20
2.3.1. Tarihsel etkiler	21
2.3.2. Eser korunumu	21
3. MÜZE MİMARİSİNDE GÜN IŞIĞI SİSTEMLERİNİN KULLANIM OLANAKLARI	22
3.1. Direkt Güneş Işığını Kesen Ancak Yayıncı Gökışığını Kullanan Gölgeleme Sistemleri	23
3.1.1. Prizmatik paneller	23
3.1.2. Prizmalar ve jaluziler	24
3.1.3. Güneş ışınlarını yansıtan aynalar	24
3.1.4. Anidolik zenital boşluk	25
3.1.5. Işık toplayan holografik optik elemanlı (HOE) yönlendirmeli gölgeleme sistemi	25
3.1.6. Toplam yansımaya göre HOE'li yarısaydam gölgeleme sistemi	26
3.2. Güneş Işığını Yayan veya Tavana ya da Göz Hizasının Üzerinde Bir Noktaya Yönlendiren Gölgeleme Sistemleri	28
3.2.1. Işık kılavuz sistemi	28
3.2.2. Örtücüler ve storlar	28
3.2.3. Güneş ışınlarını yönlendiren ışık rafları	29
3.2.4. Okasolar sistemi	29
3.2.5. Lazer-cut (Lazer kesimli) paneller	30
3.2.6. Dönebilen panelli sistem	31
3.2.7. Anidolik güneş storları	31

Sayfa

3.3. Yayınık Günişığı Yönlendirme Sistemleri.....	33
3.3.1. Işık rafı.....	33
3.3.2. Anidolik sistem.....	33
3.3.3. Balık sistemi	34
3.3.4. Zenit ışık kılavuz sistemi.....	34
3.4. Direkt Günişığı Yönlendirme Sistemleri	35
3.4.1. Güneş ışığını yönlendiren cam	36
3.5. Işığı Yüzey Üzerinde Saçarak Dağıtan Sistemler	37
3.6. Işık Taşıma Sistemleri.....	38
3.6.1. Heliostat.....	38
3.6.2. Işık borusu	39
3.6.3. Solar tüpler	40
3.6.4. Işık kılavuz tavanı.....	40
4. ANKARA ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ	41
4.1. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Kısa Tarihçesi	41
4.2. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Mimari Özellikleri	41
4.3. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Aydınlatma Planlamasının Değerlendirilmesi.....	42
4.3.1. Yerinde yapılan ölçümler	44
5. MÜZENİN ARASTA BÖLÜMÜ İÇİN YAPILAN DOĞAL AYDINLATMA SİMÜLASYONU	46
5.1. Simülasyon Yöntemi.....	46
5.1.1. Verilerin elde edilmesi, plan ve kesitlerin hazırlanması.....	46

Sayfa

5.1.2. Müzenin üç boyutlu olarak modellenmesi ve simülasyon yöntemi	46
5.1.3. Modelin gerçeğe yakınlığının değerlendirilmesi	50
5.2. Mevcut Tasarımın Simülasyonu (A)	51
5.2.1. Simülasyon (A-1) – yan pencerelerden alınan doğal ışığın etkisi	51
5.2.2. Simülasyon (A-2) – yan pencerelerden ve mevcut tonozdan alınan toplam doğal ışığın etkisi	57
5.3. Tek Katmanlı Çatı Işıklık Formlarının Analizi (B)	62
5.3.1. Simülasyon (B-1) – tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya olan etkisi	63
5.3.2. Simülasyon (B-2) – tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya olan etkisi	70
5.4. Çift Katmanlı Çatı Işıklık Formlarının Analizi (C)	77
5.4.1. Simülasyon (C-1) – güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya olan etkisi	78
5.4.2. Simülasyon (C-2) – sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya olan etkisi	85
5.5. Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı Çatı Işıklığının Analizi (D)	91
5.5.1. Öneri çatı sisteminin oluşturulmasındaki yöntem	91
5.5.2. Öneri çatı sisteminin işleyişi	94
6. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME	103
6.1. Doğal Aydınlatma Uygunluğu Açısından Değerlendirme	103
6.2. İhtiyacın Üzerinde Aydınlanma Açısından Değerlendirme	106
6.3. İhtiyaç Duyulan Yapay Aydınlatma Desteği Açısından Değerlendirme	107

Sayfa

6.4. Genel Değerlendirme	109
KAYNAKLAR	110
EKLER	114
EK-1 Çatı ışıklıkları için yapılan bilgisayar simülasyonlarında aydınlık düzeyleri ölçüm değerleri alınan sergileme vitrinleri	115
EK-2 Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları	116
EK-3 Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları	128
EK-4 Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları	140
EK-5 Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları	152
EK-6 Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları	164
EK-7 Ankara için belirli gün ve saatler için güneşin gökyüzündeki konumu	176
EK-8 D.M.İ.G.M'ne göre Ankara için ortalama aylık güneşlenme süreleri	179
EK-9 Simülasyon sonuçlarını değerlendirmede kullanılan aylık güneşlenme katsayısının tüm yıla oranı (%)	180
EK-10 Simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması için uygulanan örnek analiz yöntemi	181
ÖZGEÇMİŞ	182

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Müzedeki en uygun doğal aydınlatma koşullarının belirlenmesine yönelik çalışmanın sınıflandırılması	4
Çizelge 2.1. Duyarlı sanat eserleri için tavsiye edilen aydınlık düzeyleri ve saat cinsinden yıllık aydınlatma süreleri	14
Çizelge 3.1. Direkt güneş ışığını engelleyen ancak yayınlık gökışığını kullanan sistemler	27
Çizelge 3.2. Güneş ışığını yayan veya tavana ya da göz hizasının üzerinde bir noktaya yönlendiren gölgeleme sistemleri	32
Çizelge 3.3. Yayınlık günışığı yönlendirme sistemleri	35
Çizelge 3.4. Direkt günışığı yönlendirme sistemleri.....	36
Çizelge 3.5. Işığı yüzey üzerinde saçarak dağıtan sistemler	38
Çizelge 3.6. Işık taşıma sistemleri	40
Çizelge 5.1. Simülasyon değerlendirmelerinde kullanılan aydınlık düzeyi aralıkları	53
Çizelge 5.2. Yan pencerelerden giren doğal ışığın uygunluğu.....	57
Çizelge 5.3. Mevcut çatı ışıklığından ve yan pencerelerden giren doğal ışığın uygunluğu.....	62
Çizelge 5.4. 21 Mart günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	65
Çizelge 5.5. 21 Haziran günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	67
Çizelge 5.6. 21 Eylül günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	69
Çizelge 5.7. 21 Aralık günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	70

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.8. 21 Mart günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	72
Çizelge 5.9. 21 Haziran günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	73
Çizelge 5.10. 21 Eylül günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	75
Çizelge 5.11. 21 Aralık günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	76
Çizelge 5.12. 21 Mart günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	80
Çizelge 5.13. 21 Haziran günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	81
Çizelge 5.14. 21 Eylül günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	83
Çizelge 5.15. 21 Aralık günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	84
Çizelge 5.16. 21 Mart günü için sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu	86
Çizelge 5.17. 21 Haziran günü için güneş kırıcıya sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu	88
Çizelge 5.18. 21 Eylül günü için güneş kırıcıya sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu	89
Çizelge 5.19. 21 Aralık günü için güneş kırıcıya sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu	90
Çizelge 5.20. Yılın çeşitli günleri ve saatleri için öneri sistemde kullanılan güneş kırıcıların konumu.....	97

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.21. 21 Mart günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	99
Çizelge 5.22. 21 Haziran günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	100
Çizelge 5.23. 21 Eylül günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	101
Çizelge 5.24. 21 Aralık günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu.....	102
Çizelge 6.1. Örnek çatı formlarının doğal aydınlatma açısından karşılaştırılması	105
Çizelge 6.2. Örnek çatı formlarının ihtiyacın üzerinde oluşan doğal aydınlık düzeyi açısından karşılaştırılması.....	107
Çizelge 6.3. Örnek çatı formlarının iç mekanda yapay aydınlatma desteği duymaksızın yeterli aydınlık düzeyi oluşturabilme uygunlukları	108

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ankara için yıllık ortalama bulutluluk oranı.....	11
Şekil 2.2. Tepe penceresi ve çatı penceresi.....	21
Şekil 3.1. Prizmatik panel	24
Şekil 3.2. Güneş ışınlarını yansıtan aynalar	24
Şekil 3.3. Anidolik zenital boşluk.....	25
Şekil 3.4. Toplam yansımaya göre HOE'li yarısaydam gölgeleme sistemi	26
Şekil 3.5. Işık kılavuz sistemi	28
Şekil 3.6. Örtücüler ve storlar	29
Şekil 3.7. Güneş ışınlarını yönlendiren ışık rafları	29
Şekil 3.8. Okasolar sistemi.....	30
Şekil 3.9. Lazer-cut panel sistemi	30
Şekil 3.10. Dönebilen panelli sistem.....	31
Şekil 3.11. Anidolik sistem	33
Şekil 3.12. Zenith ışık kılavuz sistemi	34
Şekil 3.13. Güneş ışığını yönlendiren cam	36
Şekil 3.14. Işığın yüzey üzerinde saçarak dağıtan sistemler.....	37
Şekil 3.15. Heliostat	39
Şekil 3.16. Işık borusu.....	39
Şekil 4.1. Anadolu Medeniyetleri Müzesi planı	42
Şekil 4.2. Arasta'da yerinde ölçülen gün ışığı oranları (DR).....	45
Şekil 5.1. Üç boyutlu olarak modellenen müzeden iç görüşler	47

Şekil	Sayfa
Şekil 5.2. 3dsmax malzeme editörü ve gün ışığı sistemi menüsü.....	48
Şekil 5.3. Aydınlatma analizi menüsü	49
Şekil 5.4. Render sonrası fotogerçekçi görünüm	49
Şekil 5.5. Griton aydınlık düzeyleri	50
Şekil 5.6. 21 Haziran günü 09:30'da yan pencerelerden alınan doğal ışık miktarı	54
Şekil 5.7. 21 Haziran günü 09:30'da 3 numaralı sergi alanında algı	54
Şekil 5.8. 21 Haziran günü 12:30'da yan pencerelerden alınan doğal ışık miktarı	55
Şekil 5.9. 21 Haziran günü 15:30'da yan pencerelerden alınan doğal ışık miktarı	56
Şekil 5.10. 21 Haziran günü 15:30'da 3 numaralı sergi alanında algı	56
Şekil 5.11. 21 Haziran günü 09:30'da açık gökyüzü için mevcut çatı ışıklığı ve pencerelerden giren toplam doğal ışık miktarı.....	60
Şekil 5.12. Mevcut çatı ışıklığının oluşturduğu aşırı aydınlık	60
Şekil 5.13. 21 Haziran günü 09:30'da bulutlu gökyüzü için mevcut çatı ışıklığından ve pencerelerden giren toplam doğal ışık miktarı	61
Şekil 5.14. Tek katmanlı tek yönlü ışıklık kesiti.....	64
Şekil 5.15. Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Açık gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru	66
Şekil 5.16. Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Bulutlu gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru	68
Şekil 5.17. Tek katmanlı çift yönlü ışıklık kesiti	71
Şekil 5.18. Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Açık gökyüzünde 1 numaralı sergi koridoru	74
Şekil 5.19. Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Bulutlu gökyüzünde 2 numaralı sergi koridoru	74

Şekil	Sayfa
Şekil 5.20. Güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı çatı kesiti	79
Şekil 5.21. Güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 9:30 – Açık gökyüzünde 2 numaralı sergi koridoru.....	82
Şekil 5.22. Güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 9:30 – Bulutlu gökyüzünde 1 numaralı sergi koridoru.....	82
Şekil 5.23. Sabit güneş kırıcıya sahip çift katmanlı çatı kesiti.....	85
Şekil 5.24. Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 09:30 – Açık gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru.....	87
Şekil 5.25. Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 09:30 – Bulutlu gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru	87
Şekil 5.26. 3dsmax programına göre Ankara için dönemsel engellenmemiş dış ortam aydınlık düzeyleri	93
Şekil 5.27. Önerilen çift katmanlı çatı sisteminin kesiti	95
Şekil 5.28. A ve B tip güneş kırıcı açıları ve farklı açılarda alınan güneş ışığının yansıtılma biçimi	96
Şekil 6.1. Çatı ışıklığı tipine göre yıl boyunca her türlü gök koşulunda, iç mekanda ölçülen doğal aydınlık düzeylerinin uygunluğu	106
Şekil 6.2. Çatı ışıklığı tiplerinin ihtiyacın üzerinde aydınlatma açısından karşılaştırılması	107
Şekil 6.3. Çatı ışıklığı tipine göre yıl boyunca iç mekanda ihtiyaç duyulan yapay aydınlatma oranının uygunluğu	109

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Londra’da bulunan Victoria ve Albert Müzesi’nin ana salonu.....	2
Resim 4.1. Çatı ışıklığının branda ile kapatılması ve içeride oluşan loş ortam	43
Resim 4.2. Yapay aydınlatma aygıtları	44
Resim 5.2. Pencerenin vitrin camında oluşturduğu kamaşma	52
Resim 5.5. Tavandaki ahşap ızgaralar.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde, oran
Lüks, E	Aydınlık düzeyi birimi
Lümen (lm)	Işık akısı
t	Toplam geçirgenlik
U (W/m²K)	Isı iletim katsayısı
Watt	Güç birimi
~	Yaklaşık olarak
(i)	Güneş ışınlarının geliş doğrultusu
(r)	Güneş ışınlarının güneş kırıcılardan yansıdıktan sonra iç mekana giriş doğrultusu
(gk⁰)	A tipi güneş kırıcıların yatayla yaptığı açı
(s⁰)	Güneş ışınlarının yatayla yaptığı açı
Kısaltmalar	Açıklamalar
UV	Ultraviolet (İngilizce), Mor ötesi
H.O.E	Halografik Optik Eleman
I.E.S	Illuminating Engineering Society
RGB	Kırmızı, yeşil, mavi renk sistemi
DR	Daylight ratio (İngilizce), günışığı oranı; iç ortamda ölçülen aydınlık düzeyinin, kapalı, yarı kapalı veya açık gökyüzü koşullarında dış ortamdaki engellenmemiş gün ışığı aydınlık düzeyine oranı

Kısaltmalar**D.M.İ.G.M****TKTY****TKÇY****GKSOÇK****SGKSÇK****ÖS****Açıklamalar**

Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md.

Tek katmanlı tek yönlü

Tek katmanlı çift yönlü

Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı

Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı

Öneri Sistem

1. GİRİŞ

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün 1990 yılı mevzuatına göre Müze; "Kültür varlıklarını tespit eden, ilmi metotlarla açığa çıkaran, inceleyen, değerlendiren, koruyan, tanıtan, sürekli ve geçici olarak sergileyen, halkın kültür ve doğa varlıkları konusundaki eğitimini, güzel zevkini yükselten, dünya görüşünü geliştirmede etkisi olan kuruluştur." [1].

Müzelerde en çok dikkat edilmesi gerekli unsur sergilenen nesnelerin korunmasıdır. Sergilenenler çoğu kez değerli nesnelerdir ve yıllarca hiçbir bozulmaya uğramadan ve zarar görmeden sergilenmeleri esastır. Aydınlatma tasarımı yapılırken bu konu ilk planda düşünülmelidir.

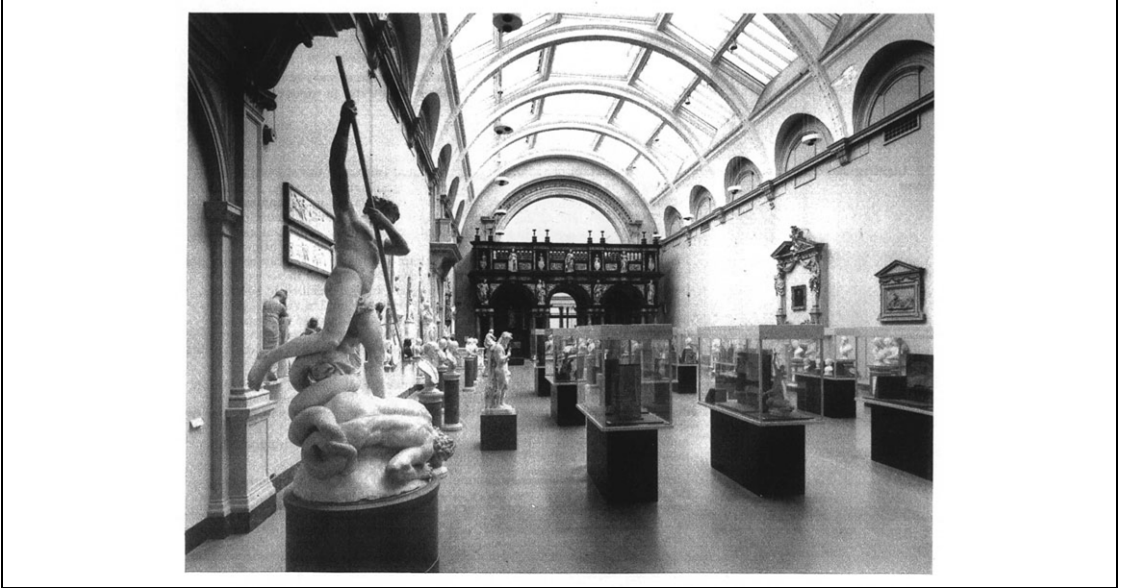
Sergilenen nesnelere dokunulmaması esas olduğundan, algı yalnızca görerek yani bir başka deyişle aydınlatma ile olur. Nesneler koruma amaçlı olarak çoğunlukla cam vitrinlerin içinde veya ziyaretçilerin ulaşamayacağı bölmelerin arkasında sergilenir. Boyutların ifade edilmesi, renklerin gerçeğe uygun olarak algılanması ve nesnelerin zararlı ışıklardan etkilenmemesi için iyi planlanmış, akılcı aydınlatma teknikleri uygulamak gereklidir [2].

Tarihi binaların müze yapısı olarak kullanımına çok sık rastlanır. İlk planlamada müze yapısı olarak tasarlanmış binalarda aydınlatmaya ilişkin bileşenlerin tasarımı tarihi binalara göre daha avantajlıdır. Tasarım amaçları farklı olan (saray, köşk, bedesten vs) yapıların müzeye dönüştürülmesi bu anlamda önemli sorunları beraberinde getirir. Gün ışığının kontrolü, tarihi binanın başlıbaşına sergilenen elemanlardan biri olması gerekliliği ve yapıya yapay aydınlatma bileşenlerinin entegrasyonu bu sorunlar arasındadır.

Uygun ve sürekli aydınlatma yalnızca yapay aydınlatma aygıtları ile sağlanabilir. Çünkü doğal ışık değişkendir ve doğal ışıktan 24 saat boyunca yararlanılamaz. Müzelerde gün ışığı ile direkt aydınlatma, sergilenen nesneler üzerinde ısınmaya ve

kalıcı bozulmalara neden olduğu gerekçesiyle engellenmelidir. Tarihsel ve mimari açıdan önemli yapıların müze olarak kullanımında binaya ait pencere, tonoz, çatı ışıklığı gibi elemanların tamamen kaldırılması mümkün olmadığından, gün ışığının; sergilenen nesnelere zarar vermeden dolaylı olarak kullanımını sağlayan yöntemlerden yararlanılmalıdır. Yapay ve doğal aydınlatmanın beraberce kullanılması psikolojik, ekonomik ve görsel açıdan en olumlu sonuçları doğurmaktadır.

Müzelerde doğal ışık çoğu kez tepeden içeri alınır. Bunun başlıca nedeni, duvar yüzeylerinin sergi alanı olarak kullanılması ve duvarlarda sergilenen nesnelere tavandan ışığı rahatlıkla yönlendirebilme düşüncesidir (Resim 1.1) [3].



Resim 1.1. Londra’da bulunan Victoria ve Albert Müzesi’nin ana salonu [3]

Çalışmanın Amacı ve Yöntem

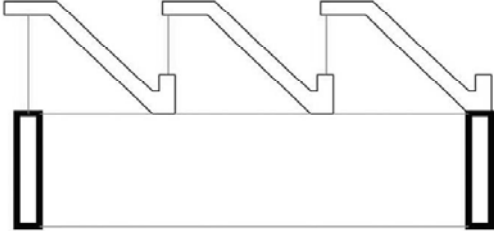
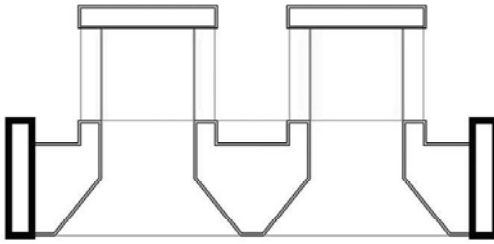
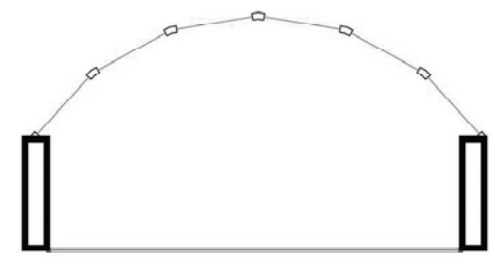
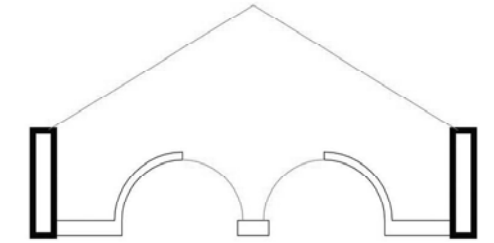
Tasarım işlevinden farklı olarak sonradan müzeye dönüştürülen Ankara’daki Anadolu Medeniyetleri Müzesi’nin eskiden Arasta olarak kullanılan sergi bölümü büyük ölçüde çatıdan içeri alınan doğal ışık ile aydınlanmaktadır. Ancak müze yönetimi yukarıdan gelen ışık düzeyini aşırı bularak, ahşap ızgaralı bir sistem oluşturmuş ve üzerine branda gererek ışığı belli bir ölçüde kesmeye çalışmıştır.

Tonoza ek olarak yapının dış duvarlarında küçük boyutlu kemerli pencereler ve tavana monte edilmiş yapay aydınlatma aygıtları mevcuttur. Müzedeki genel doğal aydınlatma kalitesi incelendiğinde pek çok sakıncanın bulunduğu görülmüş ve gerek görsel konfor, gerekse eser korunumu açısından değerlendirildiğinde Anadolu Medeniyetleri Müzesi için mevcut olan çatı ışıklık tipinden daha uygun bir sistem kurulması gerekli olduğu düşünülmüştür. Doktora tezi kapsamında bu amaç doğrultusunda müzelerde doğal aydınlatma kavramı genel çizgileri ile incelenmiş ve doğal ışık yardımıyla aydınlatılan dünya müzeleri incelenerek çatı ışıklık formları sistematize edilmiş ve bu formlar bilgisayar programı yardımıyla modellendikten sonra seçilen müze yapısının “Arasta” Bölümü’nde uygulanarak doğal aydınlatmaya ilişkin elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygunlukları tartışılan çatı formlarından yola çıkarak, söz konusu yapının daha uygun biçimde aydınlatılmasına yarar sağlayacak yeni bir ışıklık tipi geliştirilmiştir.

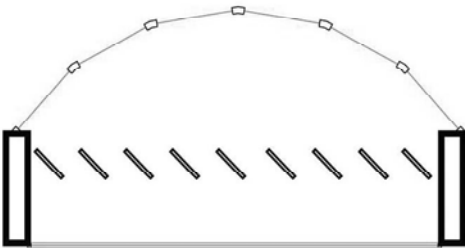
“Bedesten” Bölümü’nde doğal aydınlatmadan yararlanmak mümkün olmadığından değerlendirme yalnızca “Arasta” Bölümü’nü kapsamaktadır [4]. Çalışma dört ayrı aşamadan oluşmaktadır. Buna göre birinci aşamada müzeye ilişkin mevcut koşullar, ikinci aşamada tek katmanlı çatı ışıklık tipleri, üçüncü aşamada çift katmanlı çatı ışıklık tipleri incelenirken, son aşamada örnek yapı için en uygun doğal ışık sağlamaya yönelik yeni bir planlama yapılmıştır (Çizelge 1.1) [5].

Bu çalışmanın sonucu, müze yönetimine ve Kültür Bakanlığı’na sunulacaktır. Türkiye’nin en büyük müzeleri arasında yer alan yapının doğal aydınlatmadan çok daha verimli bir biçimde yararlanması ile ekonomik ve görsel konforun yanısıra iç mekan estetiği bakımından büyük kazançlar sağlanacaktır.

Çizelge 1.1. Müzedeki en uygun doğal aydınlatma koşullarının belirlenmesine yönelik çalışmanın sınıflandırılması

A - Mevcut Koşulların Değerlendirilmesi		
	Yerinde yapılan aydınlık düzeyi ölçümleri	Mekana ilişkin mevcut bulguların saptanması ve değerlendirilmesi
Simülasyon A-1	Sadece yan pencerelerden içeriye gün ışığı alınıyor	Izgara ve brandalar kaldırıldığında , yan pencerelerden ve çatı ışıklıklarından giren gün ışığının tüm mekana etkisinin belirlenmesi
Simülasyon A-2	Tüm pencerelerden içeriye gün ışığı alınıyor	
B – Tek Katmanlı Işıklık Tiplerinin İncelenmesi		
Simülasyon B-1		Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığından içeri giren doğal ışığın iç mekan aydınlık düzeylerine olan etkisinin incelenmesi
Simülasyon B-2		Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığından içeri giren doğal ışığın iç mekan aydınlık düzeylerine olan etkisinin incelenmesi
C - Çift Katmanlı Işıklık Tiplerinin İncelenmesi		
Simülasyon C-1		Güneş kırıcı elemana sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığından içeri giren doğal ışığın iç mekan aydınlık düzeylerine olan etkisinin incelenmesi
Simülasyon C-2		Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığından içeri giren doğal ışığın iç mekan aydınlık düzeylerine olan etkisinin incelenmesi

Çizelge 1.1. (Devam) Müzedeki en uygun doğal aydınlatma koşullarının belirlenmesine yönelik simülasyonun sınıflandırılması

D –Öneri “Hareketli Güneş Kırıcılı Çift Katmanlı” Işıklık Tipinin İncelenmesi		
Simülasyon D-1		Hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı tepe ışıklığından içeri giren doğal ışığın iç mekan aydınlık düzeylerine olan etkisinin incelenmesi (Müze için öneri doğal aydınlatma tasarımı yapılması)

Literatürdeki Benzer Çalışmalar

Literatürde müzelerde doğal aydınlatma, bilgisayarla yapılmış doğal aydınlatma simülasyonları, gölgeleme teknikleri, günışığı hesaplama yöntemlerinde bilgisayar kullanım olanakları ile ilgili yayınlar bulunmaktadır. Yayınlar arasında bu doktora çalışmasına inceleme alanı ve yöntem olarak benzer olanlar bulunmaktadır.

Ng, Poh, Wei ve Nagakura’nın Singapur’da bulunan Asya Medeniyetleri Müzesi için yaptıkları 2001 tarihli çalışmada Radiance adlı bilgisayar programı kullanılarak bulutlu gökyüzü koşullarında iç mekana ilişkin aydınlık düzeyleri gerçeğe çok yakın olarak hesaplanmıştır. Günışığı kontrol yöntemleri arasından iki tanesi seçilerek simülasyon uygulandıktan sonra jaluzi kullanımının perdeye göre çok daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır [6].

Wong’un 2004 yılında Lightscape programı kullanarak yaptığı bir başka araştırmada yine Singapur’da bir konut binası için dışa monte edilmiş gölgeleme elemanlarının iç mekan aydınlatmasına etkisi incelenmiştir [7].

Tina Saragwi’nin 2004 yılında yaptığı araştırmada, iç mekanlardaki günışığı oluşumu tahmin yöntemleri arasında popüler metotlar olan elle hesaplama, fiziksel oran modeli ve bilgisayar destekli günışığı tasarımı karşılaştırılmış; case studyler

yardımla en uygun ve hızlı yöntemin bilgisayar destekli tasarım olduğu sonucuna ulaşılmıştır [8].

Cabeza, Almodovar ve Pulido'nun, eski binaların rehabilitasyonunda simülasyon programlarının kullanılabilirliğinin denetlendiğı 1998 tarihli ortak araştırmasında İspanya'daki dini bir yapının bu anlamda incelemesi yapılmıştır [9].

İki kişilik küçük bir ofis odasının yıllık aydınlık düzeylerinin değışkenliği açısından incelendiğı 2002 tarihli bir diğer çalışmada, Walkenhorst, Luther, Reinhart ve Timmer, Radiance tabanlı Daysim adlı bilgisayar programını kullanmıştır. Sonuçlar yerinde yapılan ölçümlerle son derece benzerlik göstermektedir [10].

Doğal aydınlatma ile beraber yapay aydınlatma desteğı ile karma olarak aydınlatılan bir ofis mekanında elektrik harcamasını azaltmak ve aydınlık kalitesini artırmak için uygulanabilecek pencere ve karartma sistemleri için yapılan Athienitis, ve Tzempelikos'un 2002 tarihli bir başka bilgisayar simülasyonu çalışması istenen sonuçlara ulaşmada güvenilir bir yöntem olarak göze çarpmaktadır [11].

Reinhart ve Walkenhorst'un 2001 yılında yaptığı çalışmada Radiance bazlı Daysim programı kullanılarak 10,097 adet değışik gökyüzü koşulunda, çift pencereli ve dış montajlı gölgeleme elemanlarına sahip bir ofis odasında, yerinde alınan aydınlık düzeyi ölçümleri ve simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır ve % 2'nin altında bir hata ile tutarlılık sağlanmıştır [12].

Simpson ve McPherson, 1998'de hazırladıkları makalede, doğal güneş kontrol elemanlarının (ağaçlar) kullanımı ile Sacramento'da bulunan bir konut sistemini bilgisayar simülasyonu ile incelemiş ve doğal güneş kontrol elemanlarının ısı kazancından kaynaklı soğutma yükünü hangi oranda hafiflettiğini hesaplamıştır [13].

Güneşli kontrol sistemi olarak kullanılan düz, eğimli ve yay biçimli reflektörlerin güneşli faktörlerine etkisinin incelendiğı 1998 tarihli araştırma, Traverso ve Vighy tarafından yapılmıştır [14].

Bilgisayar simülasyonu ile elde edilen sanal 3B görüntüler ile doğal aydınlatma tasarım sonucuna ilişkin değerlendirme yapılan Moeck ve Selkowitz imzalı 1996 tarihli bir çalışmaya da rastlanmıştır [15].

Çalışmada Kullanılan Araçlar

Lüksmetre

Çalışmada mevcut sistemdeki aydınlık düzeylerinin saptanması için silikon fotoselli Testoterm 0500 marka bir lüksmetreden yararlanılmıştır.

Kullanılan bilgisayar programları

Doktora çalışması kapsamında mevcut durum değerlendirildikten sonra, öneri aydınlatma sistemlerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan simülasyon çalışmaları için mekana ait tüm veriler bilgisayara girilmiş ve hesaplamalar yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan bilgisayar programları şunlardır:

Autocad 2004

Kullanılan üç boyutlu modelleme ve aydınlatma analizi programları için altlık oluşturmak ve plan ile kesitlerin bilgisayar ortamına geçirilebilmesi için Autocad 2004 (CAD Software, Autodesk, Ver. 17) adlı programdan yararlanılmıştır.

3d studio max 8.3

Üç boyutlu animasyonlar için üretilmiş bu program içerisinde aydınlatma analizi olanağı veren gerçek fotometrik lambaların kullanımı ve IES verilerine göre tespit edilmiş gerçek gün ışığı ve gökyüzü kullanımına olanak tanınmıştır. Doğal ya da yapay olarak aydınlatılması düşünülen elemanlar gerçek boyutları ile program içerisinde veya diğer üç boyutlu modelleme programları yardımıyla modellenir. IES güneşi ve IES gökyüzü seçilirse, yılın istenen gün ve saati için belirlenen coğrafi

bölgeye göre program otomatik olarak 0-120000 lüks arası bir gün ışığı değeri verir, gök koşulları seçilir (kapalı, parçalı bulutlu, açık) ve radiosity yöntemi ile aydınlık düzeyi ve parıltı hesaplamaları yapılır. Radiosity yönteminde modellenmiş nesne yüzeyleri üzerindeki direkt ve dolaylı ışık düzeyi hesaplanarak (yansımış ışık da hesaba katılır) sonuçlar görsel ve rakamsal olarak değerlendirilebilir [16]. Program yardımıyla gerçekçi malzeme atamak, fotogerçekçi render almanın yanısıra, hareketli simülasyon yapmak ve pseudo ve griton renk skalasına göre aydınlık düzeyi değerlendirmesi yapmak mümkündür. Aydınlatma değerlendirmesinde kullanılacak yüzeylerin ve malzemelerin ışık yansıtma, geçirme ve yutma özelliği malzeme editöründen kesin olarak girilebilmektedir. Işık analiz panelinden istenen seçim noktasındaki aydınlık düzeyi ve parıltı okunabilir (3dsMax, 3d Visualisation, Animation, Global Illumination and Radiosity Software with Advanced Calculations, Ver. 8.3).

Lightscape 3.2

Program aydınlatma tasarımı için oluşturulmuş özel bir programdır. Kendi bünyesinde modelleme yapılmaz ancak dışarıdan 3ds, dxf, dwg, lp formatlarında nesne ithal etme özelliğine sahiptir. Projede kullanılan yüzeylere ait ışık yansıtma, geçirme, yutma özellikleri girilerek gerçek güneş, gökyüzü ve fotometrik lambalar (IES formatında belirlenmiş) kullanılarak duyarlı doğal ve yapay aydınlatma sonuçlarına ulaşılabilir. Hesaplama sonuçları hem fotogerçekçi olarak hem de aydınlık düzeyi olarak verilir. Parıltı hesabı da yapar. Aydınlık düzeyleri istenen ızgara sistemi için istenilen Aralıklarda griton ve pseudo renk skalasına göre elde edilebilir (Lightscape, Global Illumination and Radiosity Software with Advanced Calculations, Ver 3.2).

Photoshop CS2

Her türlü dijital fotoğraf formatını destekleyen ve işleyebilen, bunlara çeşitli filtre efektleri uygulamak ve pikseller üzerinden renk bilgisi elde etmek gibi özellikleri

bulunan bir programdır (Photoshop CS, Professional Photo Editing Software, Adobe, Ver. 8.0).

Varsayımlar

Doktora çalışmasında, günümüzde dünyanın çeşitli müzelerinde kullanılmakta olan farklı çatı ışıklık tiplerinden doğal aydınlatma, iç mekan konforu ve ekonomiklik açısından en uygun olanlarının saptanması istenmiştir. Bu saptamanın sonucunda tasarlanan yeni çatı ışıklık sisteminin, ele alınan müze yapısındaki doğal aydınlatmaya bağlı sorunları çözeceği düşünülmektedir. Bu amaçla, müzenin arasta bölümünün üzerini kapatan farklı tipte çatı ışıklıklarının doğal aydınlatmaya olan etkilerinin bilgisayar simülasyonları ile değerlendirilmesine karar verilmiştir. Bilgisayar simülasyonları; yılın tüm zamanları için fikir vermesi amacı ile ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış aylarını ifade edecek biçimde ve mevsim dönüşlerine rastlayan 21 Mart, 21 Haziran, 21 Eylül ve 21 Aralık tarihleri için yapılmıştır. Genellikle uluslararası yayınlarda kullanılan 9:00, 12:00, 15:00 gibi güneş saatleri yerine müzenin ziyarete açık olduğu saatler eşit aralıklı olarak bölünerek, sabah 09:30, öğle 12:30 ve öğleden sonra 15:30 saatleri simülasyon kapsamında değerlendirilmiştir. Söz konusu gün ve saatler için gökyüzünün tamamen bulutlarla kapalı olması ve gökyüzünde hiç bulut olmaması koşulları ayrı ayrı simüle edilmiştir.

2. MÜZELERDE DOĞAL AYDINLATMA KRİTERLERİ

Sirel, doğal aydınlatma ile ilgili olarak şöyle demektedir [17]:

“Sonsuz doğrultudan gelen yayınlık gök ışığının da, güneşten gelen doğrultulu ışığın da renkleri ve sağladıkları aydınlık düzeyleri değişkendir. Bu değişkenlik atmosfer koşulları, günün saati, mevsimler, bulutluluk durumu, arazi biçimi gibi bir çok etkene bağlı olduğu gibi, değişkenliğin hızı da değişkendir. Buna, dolaysız güneş ışınlarının doğrultusunun da değişkenliğini eklemek gerekir.

Bu özellikleri ile gün ışığı bir çok bakımdan canlı, devingen bir nitelik gösterir. Bu, insan doğasına uygun çok güzel bir özelliktir. Özetle denebilir ki, insan, yeryüzünde varolduğu günden bu yana, böyle bir ışık içinde gelişmiş, tüm organizması, çalışmalarından psikolojik yaşantısına değin, buna göre oluşmuştur”.

Gökyüzü koşulları genel olarak üçe ayrılır:

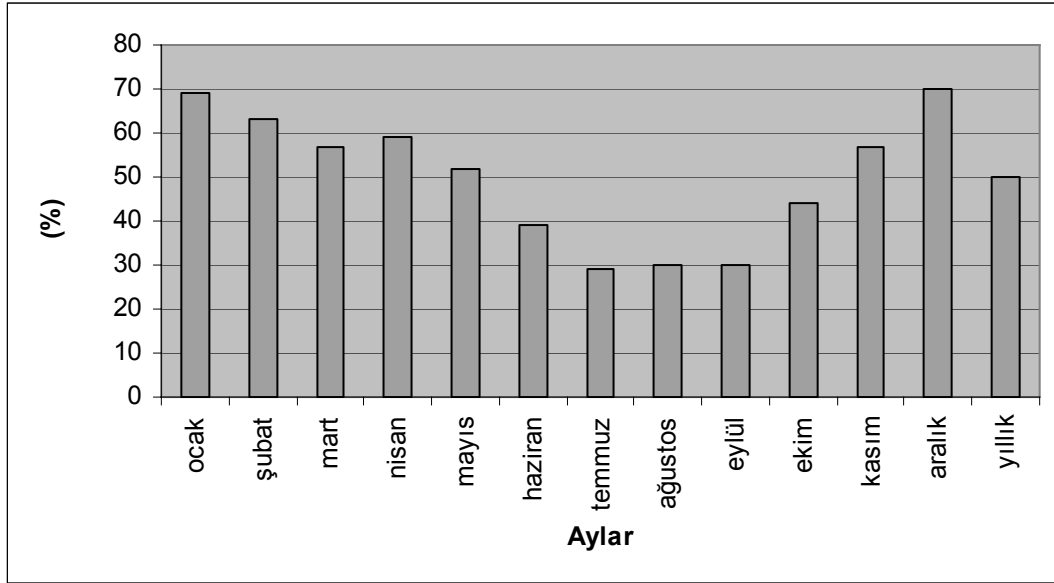
Bulutlu gökyüzü (overcast sky): Bulutlu gökyüzü, gökyüzü koşulları arasında aydınlık açısından en düzgün biçimdir. Gökyüzünün en az %80'i bulutlarla kaplıdır. Bulutlu gökyüzünün parlaltısı genel olarak doruk noktasında ufuktakinin üç katı kadardır. Bulutların yoğunluğuna göre dünya yüzeyinde ölçülen aydınlık düzeyi 4000 – 25000 lüks arası olabilir [18].

Açık gökyüzü (clear sky): Açık gökyüzü bulutlu gökyüzünden daha donuktur ve ufukta doruk noktasından daha parlak görünür. Güneşin çevresinde kalan gökyüzü parçası dışında oldukça durağandır. Gökyüzünde bulutla kaplı alan, tüm alanın %30'unu geçmez. Açık gökyüzü koşullarında ölçülen yeryüzü aydınlık düzeyleri 50000 lüks ile 120000 lüks arasında değişim gösterebilir [18].

Az bulutlu gökyüzü (cloudy sky): Az bulutlu gökyüzü, bulutlu ve açık gökyüzü arasında, göğün % 30 - % 80'inin bulutlarla kaplı olduğu durumdur [18].

Bulutların hareketiyle aydınlık düzeyleri çok hızlı biçimde değişir. Mevsim ve iklime göre gökyüzü koşulları sürekli değişim gösterir. Gün ışığından yararlanmak üzere

lkelerde yıllık bulutluluk oranı ve aydınlık düzeylerine ilişkin ölçümler yapılır ve çizelgeler hazırlanır (ekil 2.1.) [19].



Şekil 2.1. Ankara için yıllık ortalama bulutluluk oranı [19]

Aydınlatma amaçlı olarak gün ışığının uygun biçimde değerlendirilmesi ile mekanların görsel kalitesini artırmak, yapay aydınlatmaya gereksinimi azaltmak, dolayısıyla enerji tasarrufu sağlamak mümkündür.

Müzeler, gün ışığı ile aydınlatılması en güç yapılar arasındadır. Çünkü gün ışığı ile sanat eserlerinin detaylarını daha iyi algılayabilmek için gerekli aydınlık düzeyi ile ışığa duyarlı eserlerin korunabilmesi için gerekli olan minimum aydınlık düzeyinin oluşturulması başıbaşına bir sorundur [20]. Müzelerde doğal aydınlatma söz konusu olduğunda, gün ışığıyla ilgili olarak karşımaıza çözülmesi gerekli bazı sorunlar çıkmaktadır [17]:

1. Yapı içerisine bazı açıklıklardan giren doğal ışıkla istenen aydınlık düzeninin kurulması oldukça zordur.
2. Gün ışığının yapı içerisindeki dağılımını denetleme olanağı sınırlıdır.

3. Gök ışığının tayfsal yapısı ve oluşturduğu aydınlık düzeyi değişkendir ve denetlenemez.
4. Gün ışığının, yapıların içinde oluşturduğu aydınlık düzeyinin belli sınırların üstüne çıkmamasını sağlamaya dönük çalışma ve uygulamalar yapı maliyetini artırmaktadır.
5. Gün ışığı (açık ve kapalı gök) zararlı ışınlamalar içermektedir ve müzelerin bir çok bölümünde kullanımı uygun değildir.
6. Gün ışığının belli bir niteliği vardır ve bu nitelik çoğu nesne özelliklerinin görsel algılaması için uygun değildir. Örneğin, çok önemli olan baskın doğrultulu ışık alanı ve gerekli baskın doğrultu, gök ışığı ile elde edilemez.
7. Gün ışığı 24 saat boyunca kullanılamaz.
8. Gün ışığının, görme alanı içinde oluşturduğu kamaşmaları önlemek için tedbir almak gereklidir.

Bu doktora tezi; yukarıda maddelenmiş olan sorunların çözümüne yönelik bir çalışmadır. Daha önce başka müzeler için yapılan araştırmalarda ziyaretçiler için doğal veya yapay olarak aydınlatılmış müzeler arasında aydınlatma kalitesi arasında herhangi bir fark hissedilmemiş, her iki yöntem de olumlu olarak değerlendirilmiştir. Yalnızca gün ışığı ile aydınlatılan müzelerdeki aşırı ısınma problemlerinin ziyaretçileri rahatsız ettiği saptanmıştır [22, 23].

2.1. Doğal Aydınlatma ve Koruma İlişkisi

Günümüzde galeri ve müze aydınlatmasında dört kavram üzerinde durulmaktadır:

1. Bilinçli kullanılmış bir aydınlatma düzeni ile sergilenen nesnelerin algılanmasını engelleyen kamaşmanın oluşmaması, nesnelerin net ve doğru bir şekilde algılanmasının sağlanarak nitelikli bir izleme imkanının tanınması,
2. Sergilenen nesnelerin zararlı ışınımlardan korunması,
3. Gün ışığını destekleyici yapay aydınlatma düzeninin sağlanması,
4. Sergileme yöntemlerinin gelişmesine bağlı olarak nesnelerin biçimsel, gereçsel, renksel, vb. özelliklerinin ortaya çıkarılması [4].

Unutulmaması gereken nokta müzenin sergileme ve koruma olarak iki temel fonksiyonu olduğudur. Aydınlatma işin içine girdiğinde bu iki amaç birbiriyle çelişir. Bir taraftan sergilenen nesnelere ait detayları görmek için yeterli ışık miktarı, diğer taraftan eserin bozulmasını önlemek için kontrollü ışık gereksinimi vardır. Sergilenen eserin aydınlatılma şekli, onu algılayışımızı ve sonuçta ona duyduğumuz tepkiyi etkileyecektir [4].

2.1.1. Eserlere zarar veren etmenler

Müzeler için önemli bir tehlike olan vandalizmden korumak için bazı koruyucular içine alınan nesneler; biyolojik etkenler, nem, hava kirliliği, ışık ve ısınma sorunu ile karşı karşıya kalırlar [3]. Bu tezde doğal ışık ve doğal ışığa bağlı zararlar ele alınmıştır.

2.1.2. Malzemelerin ışığa karşı duyarlılığı

Uzun süreli olarak doğal veya yapay ışık etkisine maruz kalan nesneler belli bir zaman sonunda kısmen veya tamamen zarar görürler. Müzelerde sergilenen nesneler, ışığın ve kızılaltı ve morüstü ışınımının yıpratıcı etkisinden etkilenmelerine göre organik nesneler ve inorganik nesneler olmak üzere ikiye ayrılır. Işığa duyarlı müze nesneleri ışıktan ve ışık dışı ışınımlardan değişik oranda etkilenirler ve zarar görürler; bu nesnelerin gördükleri zarar hem türlerine hem de ışık ve ışınımın tayfsal yapısına göre değişir. Işığa duyarlı olmayan nesneler ise, ışığın ve ışınımının yıpratıcı etkisi bakımından her türlü ışıpta, hatta açık havada sergilenenebilir [17]. Duyarlı nesneler arasında tekstil ürünleri, pamuk, doğal lif, post, kürk, ipek, mürekkep, kağıt, dantel, boyalar, yün, ahşap, deri, bazı plastikler ve bazı mineraller sayılabilir. Taş, metal, cam, seramik ve çoğu mineraller ise duyarlı olmayan nesnelerdir (Çizelge 2.1). Tüm morötesi (UV) ışınım (400 nm ve aşağısı) engellenmelidir [24].

Çizelge 2.1. Duyarlı sanat eserleri için tavsiye edilen aydınlık düzeyleri ve saat cinsinden yıllık aydınlatma süreleri [24]

Malzeme Tipleri	Maximum Aydınlatma Düzeyi	Lüks-saat/yıl
	(Değerlerden hiçbirini aşılmamalıdır)	
Çok duyarlı malzemeler: tekstil ürünleri, pamuk, doğal lif, post, kürk, ipek, mürekkep, kağıt dokümanlar, dantel, suluboya, yün, bazı mineraller	50 lüks	50.000
	Not : Ortalama (50 lüks) x (günde 8 saat) x (yılıda 125 gün) için. Malzeme tipine göre farklı düzeyler (daha alçak veya daha yüksek) ve/veya farklı sergileme periyotları (250 gün için günde 4 saat gibi) uygun olabilir.	
Orta duyarlıdaki malzemeler: sabit boyalı tekstiller, yağlı boya, ahşap bitirme elemanları, deri, bazı plastikler	200 lüks	480.000
	Not : Ortalama (200 lüks) x (günde 8 saat) x (yılıda 300 gün) için	
Duyarlı olmayan malzemeler: metal, taş, cam, seramik, çoğu mineraller	Sergi durumuna bağlı olarak değişir.	

2.1.3. Işıktan kaynaklanan zararlar

Müzelerde optik ışıma karşı korumanın başlaması 1886 yılına dayanmakta ve “Russel ve Abney Raporu” olarak bilinmektedir. Bu rapor hala günümüze kadar konu ile ilgili yapılan, en sistematik ve en geniş çalışmaları içermektedir [25]. Işık ısıya dönüşebilen bir enerjidir ve yüzeyine çarptığı zaman, nesne ister geçirgen ister opak olsun, enerjinin bir kısmı nesne tarafından soğurulur. Bu durum aydınlık düzeyine, nesnenin aydınlanma süresine ve ışık kaynağının tayfsal özelliklerine bağlı olarak ısı ve fotokimyasal bozulmaya neden olur. [3]. Isıl ışıma, ışığın etkisi altındaki nesne yüzeyinde ısıyı artırır ve nesnenin ışık gelmeyen yüzeylerine göre genişlemesine ve nem kaybına neden olur. Bunun sonucunda yüzeyde çatlama, kabarma ve renk kaybı oluşur. Fotokimyasal bozulmada süreç daha farklıdır ve çok daha ciddi zararlar oluşabilir. Moleküller geri dönüşümsüz biçimde hasar görürler ve kimyasal değişim gözlenir. Renkler silinebilir, kararabilir, sararabilir, nesne narınlaşır, kumaşlar yıpranır ve bazı pigmentlerde çok belirgin renk değişiklikleri oluşabilir. Aydınlık düzeyi ve aydınlanma süresi beraberinde zararlı ışınım etkinin derecesini belirleyen faktörlerdir. Buna karşılıklılık kanunu (reciprocity law) adı verilir. Örneğin bir nesnenin 10 saat boyunca 10 W/m^2 ışıma maruz kalmasıyla 20 saat boyunca 5 W/m^2 veya 5 saat boyunca 20 W/m^2 ışıma maruz kalması arasında fark yoktur [26]. Aydınlanma süresi uzadıkça nesnenin zarar görme oranı artacaktır [3]. Işığın zararlı etkilerini belirleyen diğer faktör, ışığın farklı tayf bölgelerinin farklı oranda nesnelere zarar vermesidir. Gün ışığının ve müzelerde kullanılan pek çok lambanın rengi “beyaz” olarak tanımlansa da bunların tayfsal dağılımı birbirinden çok farklı olabilir. Dalgaboyu küçüldükçe, başka bir deyişle tayfin mavi renk bölümüne doğru ve morötesine gittikçe ışığın zarar verme oranı artar [3].

2.1.4. Doğal ışığın zararlı etkilerini azaltma yöntemleri

Doğal ışığın duyarlı nesnelere olan zararlı etkileri tamamen ortadan kaldırılamasa da morötesi ışınımı bir ölçüde engellemek, aydınlık düzeyini sınırlamak ve aydınlatma süresini azaltmak yarar sağlayacaktır [3].

Morötesi ışınının engellenmesi

Görünen ışığa göre zararlı etkileri fazla olan doğal ışığın morötesi bileşenini engellemek üzere morötesi ışınımı soğuran filtreler kullanmak bir yöntemdir. Gün ışığının oluşturduğu morötesi ışınım için bu filtreleri pencere ve ışıklıkların bulunduğu yüzeylere uygulamak gerekir. Bildiğimiz pencere camı ve ışıklıklarda kullanılan standart yarı geçirgen plastik malzemeler, morötesi ışınının yalnızca belli bir bölümünü engelleyebilir. Geçirgen ve yarı geçirgen plastiklere uygulanabilen bazı kimyasallar hemen hemen tüm morötesi ışınımı, ışığın rengini değiştirmeden engelleyebilir. Cam katmanların arasında geçirgen vinil bir tabaka bulunan lamine cam da kullanılabilir. Pencerelerin içeride kalan yüzlerine plastik bir tabaka yerleştirilmesi de mümkündür [3].

Aydınlık düzeyinin sınırlandırılması

Çizelge 2.1'deki tavsiyelere uyularak aydınlık düzeyinin ve aydınlanma süresinin ayarlanmasında yarar vardır. Doğal aydınlatma ile nesnenin üzerinde değişmez bir aydınlık düzeyinin sağlanması çok zordur. Yağmurlu ve sisli bir kış günü ile güneşli bir yaz günü arasında çok farklılık gösteren gün ışığını uygun düzeyde tutabilmek için çoğunlukla reflekte camlar, güneşkırıcılar, storlar, jaluziler ve perdelerin elle veya elektronik ekipman desteğiyle kullanılması gerekir [3].

Aydınlanma süresinin sınırlandırılması

En kolay koruma yöntemlerinden biri ışığa duyarlı nesnelerin doğal aydınlatma ulaşmayan düşük aydınlık düzeyine sahip ortamlarda sergilenmesidir. Ancak bu yöntem, müzeyi gezen ziyaretçiler tarafından tercih edilmeyebilir. Doğal ışığın kontrollü olarak kullanımı ve yapay ışıkla desteklenmesi daha uygun çözümlerdir. Işığı yayan veya gri renkli cam kullanımı, perdeler, jaluziler doğal ışığı kontrol etmek üzere yararlanılabilecek malzemelerdir. Bunun dışında, ziyaretçi müzede olmadığında sensörler yardımıyla lambaların otomatik olarak kararması, doğal ışıkla beraber kullanılan yapay aygıtların, genel ortamdaki ışık düzeyine göre gerekirse

devreye sokulması ve müze kapalı olduğunda acil kaçış lambaları dışında tüm doğal ışık kaynaklarının engellenmesi ve yapay ışık kaynaklarının karartılması gibi önlemler düşünülebilir [3].

Kızılaltı ışınının engellenmesi ve iç mekanda meydana gelen ısınmaya karşı önlemler

Bazı ışık kaynakları aydınlattıkları yüzeylerde aşırı ısınmalara neden olur. Bu ısınmalar, ısı alan kimyasal tepkimeleri kolaylaştıracağı gibi, renk ve dokuları nedeni ile, yüzeylerde genleşmeye neden olması ve değişken soğukluk-sıcaklık farklarından ötürü çatlamalara neden olur. Bu durumu engellemek için doğal ışık kaynağından meydana gelen aşırı ısı kazancının azaltılmasında yarar vardır [26]. Isı soğurucu filtrelerden veya ısı yansıtıcı malzemelerden yararlanılabilir. İç mekan ısınmaya karşı havalandırılmalı, sergi saatleri dışında ısınmaya neden olan lambalar kapalı tutulmalı, pencere önündeki perde, stor gibi gölgelendirme elemanları devreye sokulmalıdır [3].

2.2. Doğal Aydınlatma ve Sergileme Alanları İlişkisi

Müzelerde doğal aydınlatma tasarımı yapılırken sergilenen nesnelerin görünümü kadar izleyicilerin ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurmak gereklidir.

2.2.1. Görsel adaptasyon ve yönlendirme

Göz, çevredeki aydınlığa otomatik olarak uyum sağlar. Ancak bu uyum için belli bir süreye ihtiyaç vardır. Müzede bulunan bazı alanlar ortalamanın çok üzerinde aydınlığa sahipken, ortalamanın çok altında karanlığa yakın alanlar da bulunabilir. Gözün uyum sağlayacağı aydınlık düzeyinin bir sınırı vardır. Bu yüzden birbirine yakın veya komşu mekanlarda aydınlık farklılaşmasını sınırlı tutmakta yarar vardır. Aydınlık bölümlerden karanlık bölümlere geçişlerde gözün adaptasyonunu kolaylaştıracak ara aydınlıkta geçiş mekanları oluşturmalıdır. Örneğin, giriş holleri ve sirkülasyon koridorları 80000-100000 lükslük güneşli bir gün ışığından, 100

lükslük sanat galerisi sergi odasına geçişler için bu olanağı sağlarlar. Bu geçiş alanları ziyaretçilerin en az 5 ila 8 dakikalarını geçirebilecekleri şekilde tasarlanmalıdır. Sergilenen nesneler ve bunların arkasında kalan alanlarda kamaşma yaratmayan ve algıyı kolaylaştıran çözümler üretilmelidir [3]. Sergilenen nesnenin arka fonunun aydınlık düzeyi, nesne üzerindeki aydınlık düzeyinin 1/5'ini geçmemelidir [24].

2.2.2. Vitrinlerdeki kamaşma

Işıklıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı bir karışıklık sonucu, nesnelerin veya bunların ayrıntılarının ayırılmasında bir yetenek eksikliği ya da bir güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşullarına kamaşma adı verilir [27]. Kamaşma doğrudan kamaşma ve dolaylı kamaşma olarak ikiye ayrılır. Görme alanı içinde ve özellikle bakma eksenine yakın bulunan, kendiliğinden ışıklı nesnelerce oluşturulan kamaşma doğrudan kamaşmadır. Dolaylı kamaşma ise kendilerinden ışıklı olmayan parlak yüzeyli cisimlerden yansıyarak gelen ışığın oluşturduğu kamaşmadır [28]. Kamaşmayı en aza indirmek hatta mümkünse tamamen ortadan kaldırmak gereklidir. Müzelerde doğal aydınlatmanın oluşturduğu kamaşma, pencere veya çatı ışıklıklarının parlak görüntülerinin vitrin yüzeylerinden yansıyarak veya direkt olarak göze gelmesi sonucu oluşur. Vitrin yüzeyleri içeriden aydınlatılmıyorsa, doğal veya yapay ışık vitrin camı üzerinden yansıyarak kamaşmaya neden olabilir. Müzelerde sergilenen elemanların bulunduğu vitrinler 5 cm ile 300 cm arasında değişen boyutlarda küp, dikdörtgen prizması gibi biçimlerde olabilir. Vitrinlerin temperli camlarının köşe birleşimlerinde metal elemanlar olabildiği gibi yalnızca yapıştırılarak da bir araya getirilebilirler. Camlı alanlardaki yansımalar, izleyicilerin ve sergilenen objelerin oluşturulduğu gölgeler ve içeride oluşan aşırı sıcaklık engellenmesi gerekli olan etmenlerdir [24].

Kamaşmaları engellemek için vitrinlerin koyu renkli duvarlara doğru bakacak biçimde yerleştirilmesi ve içlerine konan ışığın ziyaretçinin görüntüsünü cama yansıtmayacak şekilde yerleştirilmesi gerekir. Vitrin camının ziyaretçiye doğru eğimlendirilmesi ve Bölüm 2.2.1'de belirtildiği gibi vitrin içindeki aydınlık düzeyi

ile dışındaki aydınlık düzeyi arasında yüksek bir aydınlatma oranı oluşturmak da bu anlamda olumlu sonuçlar verecektir. Pencerelelerin neden olacağı kamaşma, gölgeleme elemanlarının kullanımı veya pencere camının ışığı yayan katmanlardan meydana gelmesi ile önlenelir. Müzelerde zemin kaplaması da önemlidir; çünkü pencerelelerden veya tavandan gelen doğal ışık, yapay aydınlatma aygıtlarından gelen ışık hatta aydınlatılmış olan sergi nesneleri veya vitrinler zeminde yansıma yapabilir ve kamaşmaya neden olabilir. Bu yüzden zemin kaplamaları yansıtma oranı düşük malzemelerden seçilmelidir. Aynı durum duvar kaplamaları için de geçerlidir [24].

2.2.3. Biçim ve tekstürü ortaya çıkarma

Işık yoğunluğu ve karakteristiği aydınlatıldığı nesnenin özelliklerini ortaya çıkaran unsurlardır. Müzelerde direkt güneş ışığı engellendiğinden, oluşan gölge yumuşaktır; keskin değildir. Doğal ışık bir dereceye kadar yönlendirilebilse de yapay aygıtlar vurgulama etkisi için çok daha uygundur [3].

2.2.4. Gün ışığının rengi

Görsel adaptasyon ışığın parlaklığına ve rengine bağlıdır. Gün ışığının her fazında, mavi gök, gri gök veya güneş ışığında, yeterli düzeyde ışık olması halinde nesnelerin renkleri gerçek renklerinde algılanır [3]. Renklerin farklı algılanması durumu; yalnızca gün ışığının renk değıştiren camlardan geçtikten sonra içeriye girmesi ya da gün ışığının baskın renklere sahip yüzeylere (örneğin, dışarıdaki geniş çim yüzeyli alanlar, içerideki mor bir duvar gibi) çarpıp yansıması sonucu ortaya çıkar.

2.2.5. Işık kaynağının renksel geriverimi

Farklı ışık kaynaklarının nesnelerin renkleri üzerindeki etkisi renksel geriverimdir. Gün ışığı renksel geriverim için referans olduğundan nesnelerin gerçek rengini en iyi veren ışık kaynağıdır [3].

2.2.6. Sergileme elemanlarının arka plan özellikleri

Arka plan, sergilenen elemanı net bir biçimde ortaya çıkaracak bir renk ve tekstürden meydana gelmelidir. Açık renkli ve parlak objeler koyu renkli arka planlar ile rahatlıkla sergilenebilirler. Sergilenen nesnelerin koyu renkli olması halinde ise durum biraz daha zorlaşır. Açık renkli arka plan nesne ile iyi bir kontrast oluştursa da nesnenin detaylarının rahatlıkla algılanabilmesi zorlaşır. Arka planı genel olarak sergilenen nesneye yakın bir Munsell Değeri'ne sahip renk ile oluşturup yalnızca nesnenin arkasında kalan ufak çaplı bir alanı açık renkli olarak tasarlamak daha uygundur [3].

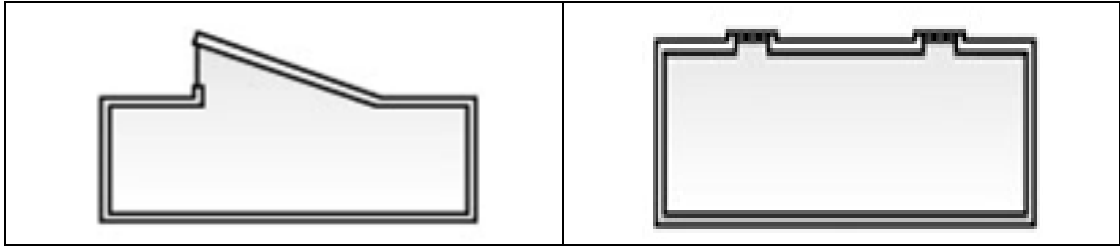
2.3. Müzelerde Doğal Aydınlatma ve Mimari Biçimlerin İlişkisi

Müzelerde aydınlatmayı etkileyen mimari formlar ve gün ışığı, aydınlık kalitesi ve eser korunumuna etkileri bakımından değerlendirilmelidir. Atmosfer etkisiyle binalara ulaşan gün ışığının rengi günün saatine, enleme, mevsime, çevresel faktörlere ve hava kirliliğinin yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Genel olarak gün ışığı rengi sabahın erken saatlerinde ve akşamüstüne doğru sıcak (tayfin kırmızı/turuncu ucunda daha çok ışık içerir), öğle saatlerinde ise soğuktur (mavi). Mimari yüzeyler ve gün ışığına bağlı olarak oluşan aydınlatmayı etkileyen altı faktörden bahsedilebilir [29];

1. Döşeme alanına etki eden toplam camlı yüzey alanı,
2. Sergi alanının boyutları; özellikle tavan yüksekliği ve oda genişliği,
3. Mevcut camlı yüzeylerin yerleşim biçimi ve uzaklıkları,
4. Enlem, boylam ve yön olarak binanın konumu,
5. Işığı engelleyen iç ve dış faktörler,
6. İç mekanı oluşturan yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri.

2.3.1. Tarihsel etkiler

18'inci ve 19'uncu yüzyıldaki doğal aydınlatma kriterleri arasında eser korunmasına ilişkin bir kaygı olmadığından tepe pencereleri (clerestory), yarı saydam çatı pencereleri (skylight) ve fenerli çatılar üzerinde yoğunlaşmıştı (Şekil 2.2) [30]. 20'nci yüzyıldan sonra eserleri morötesi ve görünen ışınımın zararlı etkilerinden korumak üzere doğal ışık, yerini büyük ölçüde yapay ışığa bırakmış, doğal ışıktan yararlanılan sergi salonlarında da çok ciddi gün ışığı kontrolü uygulanmıştır. Son yıllarda, enerji korunum gereksinimleri ve gelişmiş cam malzemelerin kullanımı müzelerde gün ışığı kullanımını tekrar canlandırmaya başlamıştır. Bu gelişimler iyi aydınlatma, insan konforu ve eser korunumu ile ilgili yaratıcı çözümleri teşvik etmektedir [24].



Şekil 2.2. Tepe penceresi ve çatı penceresi [26]

2.3.2. Eser korunumu

Eserleri zararlı ışıklardan korumak ve aşırı aydınlanmayı engellemek için gün ışığını içeri alan pencereler duvarların kuzeye bakan yüzeylerinde bulunmalıdır. Odalardaki aydınlık düzeyi Çizelge 2.1'deki şartları sağlamalıdır. Bunu sağlamak için gün ışığını geçiren şeffaf malzemenin ışık geçirimsliliği % 20'ye kadar inebilir. Mimari yüzeyler ışığı yönlendirirler. Bu yöntemle iç mekandaki aydınlık düzeyleri istenen düzeylerde tutulabilir ve koruma şartları sağlanmış olur; aynı zamanda ziyaretçiler için etkileyici bir kinetik ışık oluşturulur. Ziyaretçilerin bulunmadığı saatlerde içeri gün ışığının hiç girmemesi sağlanmalıdır ve ne olursa olsun kullanılan yöntem direkt güneş ışığının içeri ulaşmasını engellemelidir [24].

3. MÜZE MİMARİSİNDE GÜN IŞIĞI SİSTEMLERİNİN KULLANIM OLANAKLARI

Müze yapılarında günışığından gerektiği ölçüde yararlanabilmek üzere uygulanabilecek gün ışığı sistemleri, genel olarak gölgeleme elemanlarına sahip olan ve gölgeleme elemanlarına sahip olmayan sistemler adları altında iki ana başlıkta incelenebilir [32]. Bu bölümde gün ışığı sistemleri alt başlıklar halinde toparlanmış ve her bir alt başlık tablollaştırılarak değerlendirilmiştir. Tablolarda eleman seçimindeki kriterler başlığı altında aşağıdaki soruların cevapları irdelenmiştir:

Kamaşmanın engellenmesi: Sistem, içeriden bakıldığında güneşten kaynaklanan direkt kamaşmayı ve yansıyan kamaşmaları engelleyebiliyor mu [27]?

Dış mekanın algılanması: Sistem, yarı geçirgen ve bozulmamış bir dış ortam algısına izin veriyor mu?

Işığın mekanın iç bölümlerine ulaşması: Sistem, geleneksel pencere sistemlerine göre ışığın mekanın iç kısımlardaki karanlık bölümlerine ulaşmasında avantaj sağlıyor mu?

Homojen aydınlatma: Sistem mekan içerisinde düzgün aydınlatma sağlıyor mu?

Yapay aydınlatmadan tasarruf: Geleneksel sistemlerle kıyaslandığında sistem, yapay aydınlatma aygıtlarının kullanımını azaltabiliyor mu?

Hareketli elemanlar : Sistemin etkin performans sağlaması için gün boyu veya yıl boyu güneşe göre farklı açılarda konumlandırılması gerekiyor mu?

Kullanım olanağı : Sistemin günümüzde üretimi var mıdır? Yoksa henüz test aşamasında mıdır?

Günüşığı sistemleri genel olarak iki ana başlıkta incelenebilir:

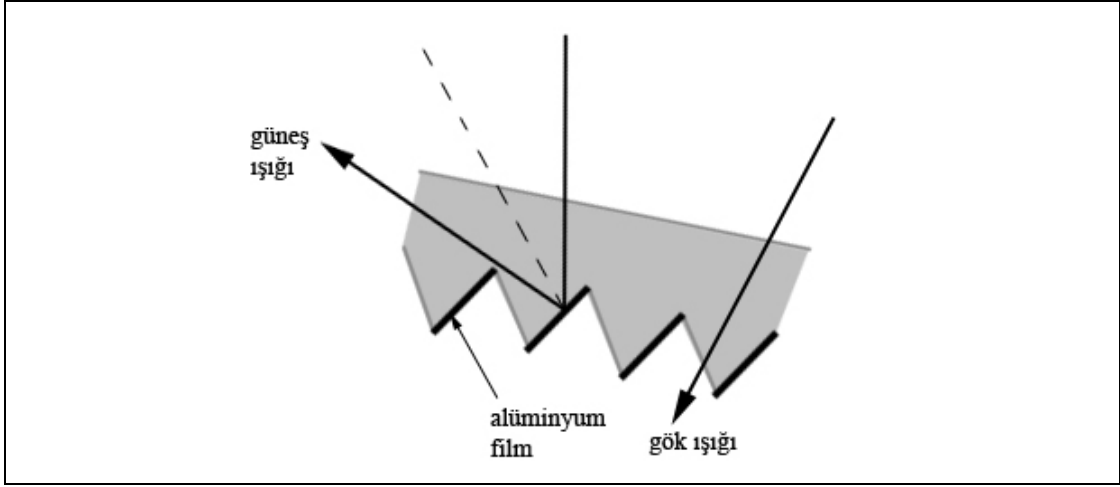
1. Gün ışığını gölgeleyen sistemler
 - a. Direkt güneş ışığını kesen ancak yayınık gökışığını kullanan gölgeleme sistemleri
 - b. Güneş ışığını yayan veya tavana ya da göz hizasının üzerinde bir noktaya yönlendiren gölgeleme sistemleri [31]
2. Gün ışığını yönlendiren sistemler
 - a. Yayınık günüşığı yönlendirme sistemleri
 - b. Direkt günüşığı yönlendirme sistemleri
 - c. Işığı yüzey üzerinde saçarak dağıtan sistemler
 - d. Işık taşıma sistemleri [31]

Gün ışığını gölgeleyen sistemler; günüşığını belli ölçülerde engelleyen, bloke eden sistemlerdir. Gölgeleme sistemleri genellikle direkt gün ışıının içeriye girmesini engellemek ve yayınık ışığı içeriye almak üzere tasarlanan elemanlardır. Aşırı ısınmayı ve kamaşmayı engellemek üzere tasarlanan geleneksel gölgeleme sistemleri, sergi alanlarındaki gün ışığı oranını da otomatik olarak azaltır. Günümüzde gün ışığını keserek yalnızca yayınık ışığı iç mekana yönlendirilmek üzere tasarlanan gelişmiş gölgeleme sistemleri bulunmaktadır [32].

3.1. Direkt Güneş Işığını Kesen Ancak Yayınık Gökışığını Kullanan Gölgeleme Sistemleri

3.1.1. Prizmatik paneller

İnce, yüzeysel, testere dişlere sahip şeffaf akrilik panellerden oluşurlar. Ilıman iklimlerde günüşığını kırmak ve yönünü değiştirmek üzere kullanılırlar. Gölgeleme sistemi olarak kullanıldıklarında direkt güneşışığını kırarken, yayınık ışığı geçirirler. Birçok farklı biçimde uygulanabilirler. Güneşe göre hareketli veya sabit olarak cephe elemanlarına veya çatı pencerelerine yerleştirilirler (Şekil 3.1).



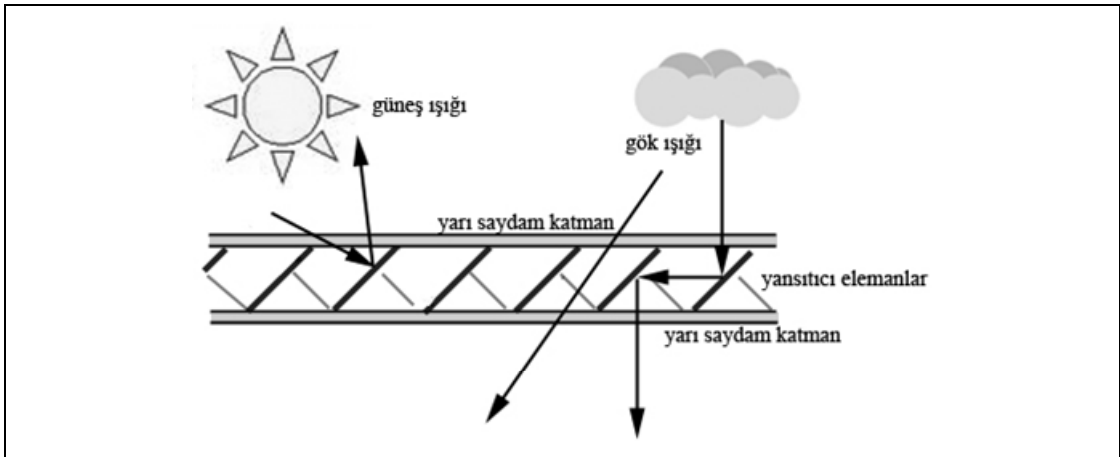
Şekil 3.1. Prizmatik panel

3.1.2. Prizmalar ve jaluziler

Gölgeleme amaçlı olarak prizmatik panelli bir katmandan ve yayınlık günışığını yönlendirmek üzere tasarlanmış boşluklu jaluziden oluşan bir sistemdir. Sistem pencere içerisine tüm pencere yüksekliğini kaplayacak biçimde yerleştirilir.

3.1.3. Güneş ışınlarını yansıtan aynalar

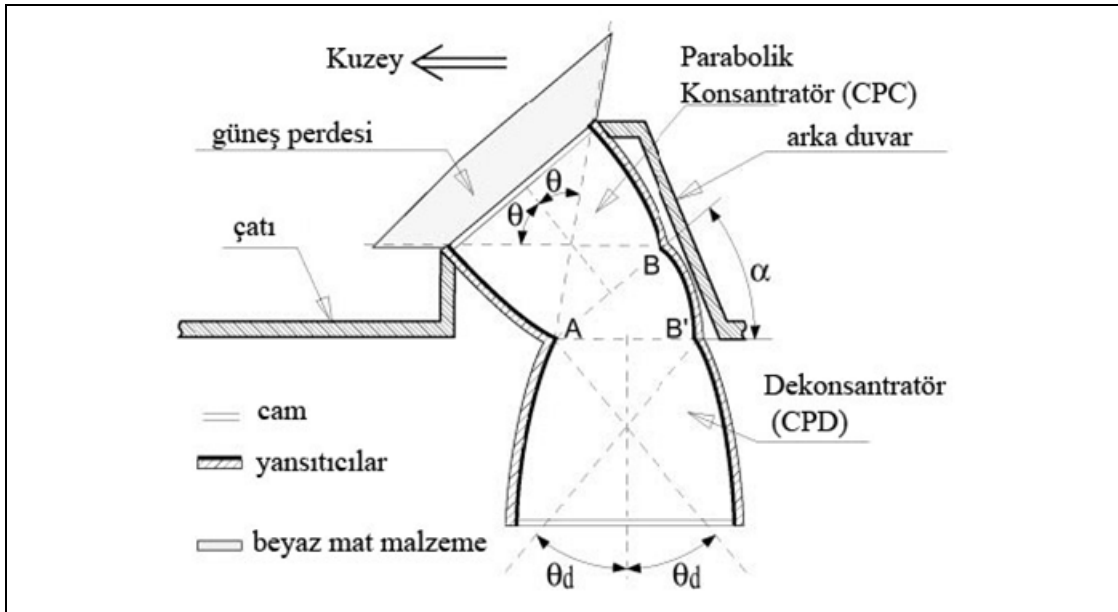
İki katman arasına yerleştirilen yansıtıcı elemanlar direkt güneş ışığını yansıtarak yayınlık gökışığını içeri alır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Güneş ışınlarını yansıtan aynalar

3.1.4. Anidolik zenital boşluk

Yerleştirilen anidolik cihaz gelişmiş açısal seçiliği yardımıyla direkt güneş ışığı yerine yayınık güneşliğini içeri alabilir. Bu sistem özelliği nedeniyle çoğunlukla tek katlı binalarda, tonozlu yapılarda ve çok katlı binaların en üst katında kullanılabilir (Şekil 3.3).



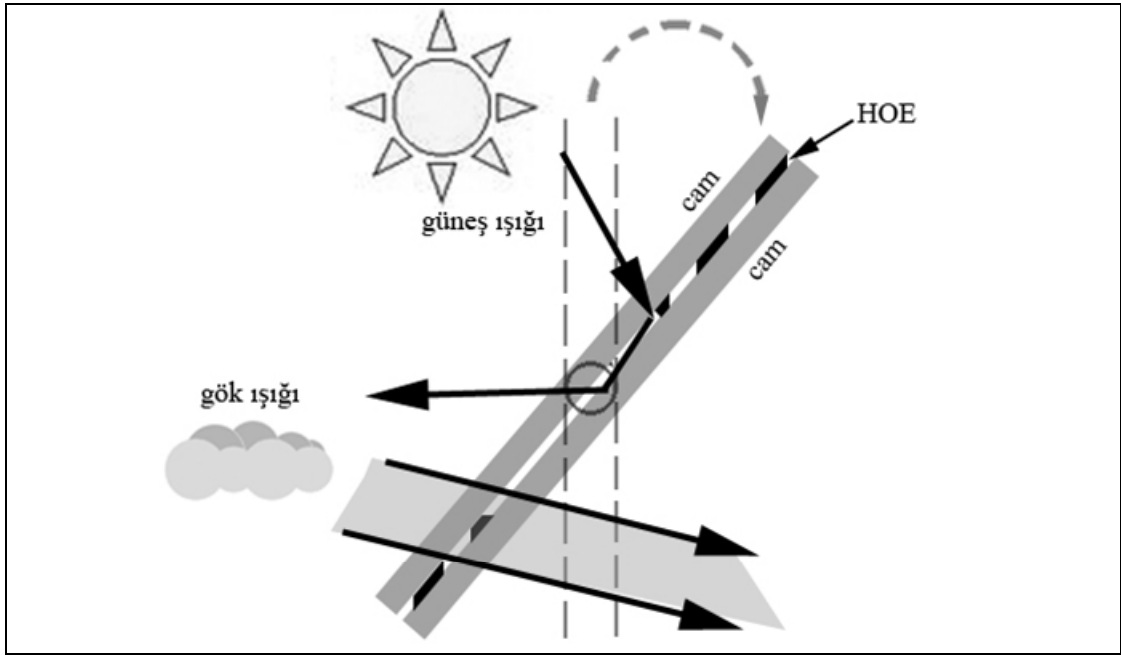
Şekil 3.3. Anidolik zenital boşluk [32]

3.1.5. Işık toplayan holografik optik elemanlı (HOE) yönlendirmeli gölgeleme sistemi

Sistemde kullanılan holografik elemanlar direkt güneşışığını bir cam eleman üzerinde bulunan opak hatlara yönlendirir ve toplar. Bu hat üzerinde güneşışığı yansıtılır, yutulur ya da elektrik enerjisine veya termal enerjiye dönüştürülür. Tasarım direkt güneş ışığının iç mekana girmesini önlerken izleyicinin dış mekanı algılamasını ve yayınık ışığın içeri girmesini engellemez.

3.1.6. Toplam yansımaya göre HOE'li yarısaydam gölgeleme sistemi

Sistemdeki HOE'lar direkt güneş ışığını yüzey normaline göre çok dar bir açıyla yansıtacak biçimde tasarlanmışlardır. Bu elemanla entegre olan cam güneşi takip edecek biçimde hareket ettiği zaman, direkt güneş ışığı filtrelenmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Toplam yansımaya göre HOE'li yarısaydam gölgeleme sistemi

Direkt güneş ışığını engelleyen ancak yayınık gökışığını kullanan sistemler ile ilgili karşılaştırma Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Direkt güneş ışığını engelleyen ancak yayınlık gökışığını kullanan sistemler [32]

1. Gölgeleme Sistemleri										
Kategori	Tip/İsim	İklim	Uygulama	Eleman seçimindeki kriterler						
				Kamaşmanın Engellenmesi	Dış mekanın algılanması	Işık Mekanın İç Bölümlerine Ulaşması	Homojen Aydınlatma	Yapay Aydınlatmadan Tasarruf	Hareketli Elemanlar	Kullanım olanağı
Direkt güneş ışığını engelleyen ancak yayınlık gökışığını kullanan sistemler	Prizmatik Paneller	Her türlü	Düşey pencereler çatı pencereleri	KG	-	KG	KG	KG	KG	K
	Prizmalar ve Jaluziler	Ilıman	Düşey pencereler	+	KG	+	+	+	+	K
	Güneş ışınlarını yansıtan aynalar	Ilıman	Çatı pencereleri, şeffaf çatılar	KG	-	-	+	-	-	K
	Anidolik Zenital boşluk	Ilıman	Çatı pencereleri	+	-	-	+	+	-	T
	Işık toplayan Holografik Optik Elemanlı (HOE)** yönlendirmeli gölgeleme sistemi	Her türlü	Düşey pencereler çatı pencereleri şeffaf çatılar	KG	+	-	KG	+	+	T
	Toplam yansımaya göre HOE'li yarısaydam gölgeleme sistemi	Ilıman	Düşey pencereler çatı pencereleri şeffaf çatılar	KG	+	-	+	+	+	K

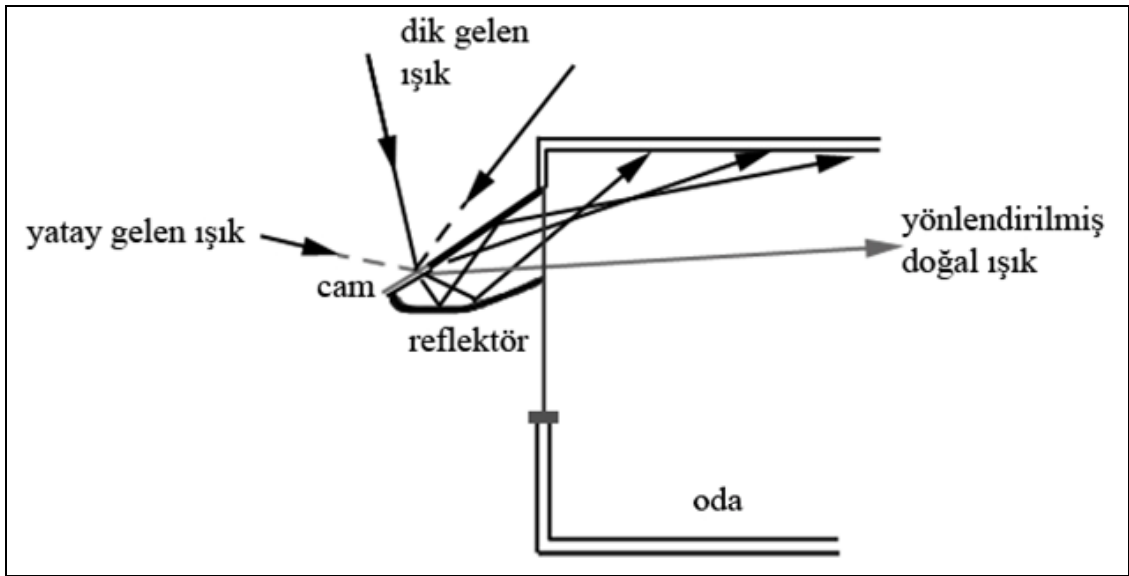
* (+) : Söz konusu koşul sağlanıyor/var (-) : Söz konusu koşul sağlanmıyor/yok (KG) : Kullanılan elemanın konumuna göre koşul sağlanıyor veya sağlanmıyor , (K) : Sistem günümüzde kullanılıyor, (T) : Sistem henüz test aşamasında

**HOE : Holografik Optik Elemanlar

3.2. Güneş Işığını Yayan Veya Tavana Ya Da Göz Hizasının Üzerinde Bir Noktaya Yönlendiren Gölgeleme Sistemleri

3.2.1. Işık kılavuz sistemi

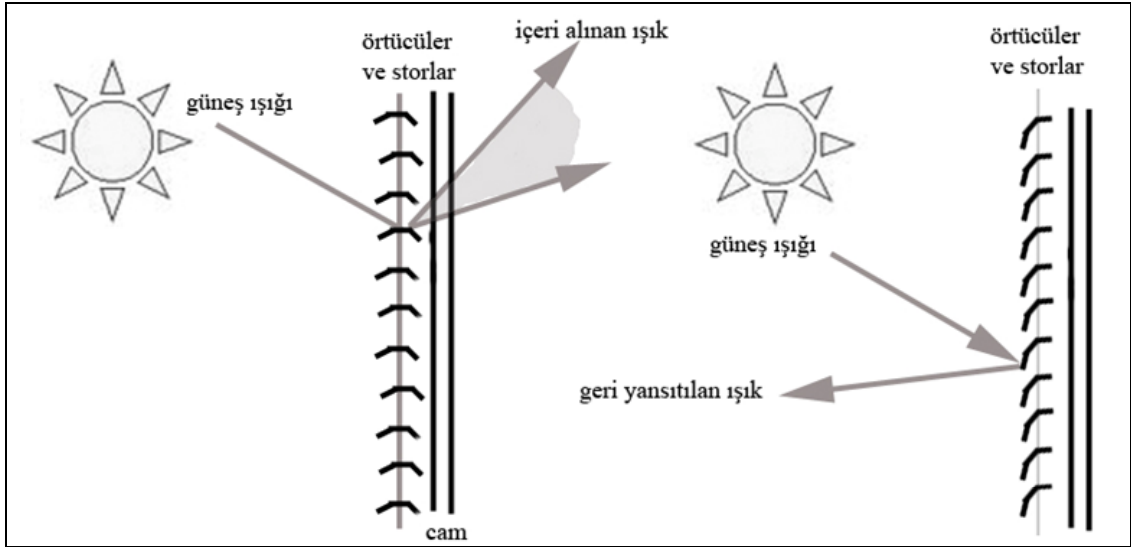
Işığı dağıtan bir cam ve iki reflektörden oluşur. Amaç ışığı yayarak bina içerisine istenen açıda göndermektir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Işık kılavuz sistemi

3.2.2. Örtücüler ve storlar

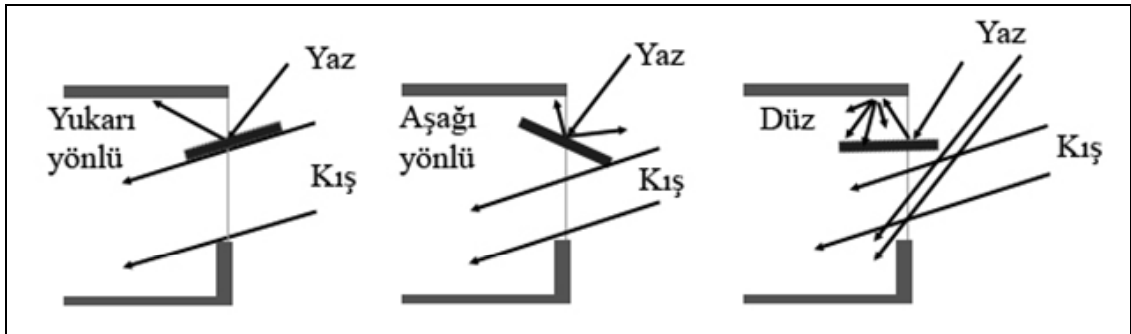
Yatay, düşey veya eğik kapakçıklardan oluşur. Dışarıda konumlandırılmış sistemlerde galvanize çelik, boyalı alüminyum veya PVC malzeme tercih edilir. Açılı biçimde yerleştirilen kapakçıklar arasındaki mesafe sistemin gereğinde güneş ışığını tamamen engellemesi için kapakçık boyundan daha dardır. Elemanlar güneş ışınımını yutacak, yansıtacak, ya da kısmen geçirecek biçimde tasarlanırlar (Bkz. Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Örtücüler ve storlar [32]

3.2.3. Güneş ışınlarını yönlendiren ışık rafları

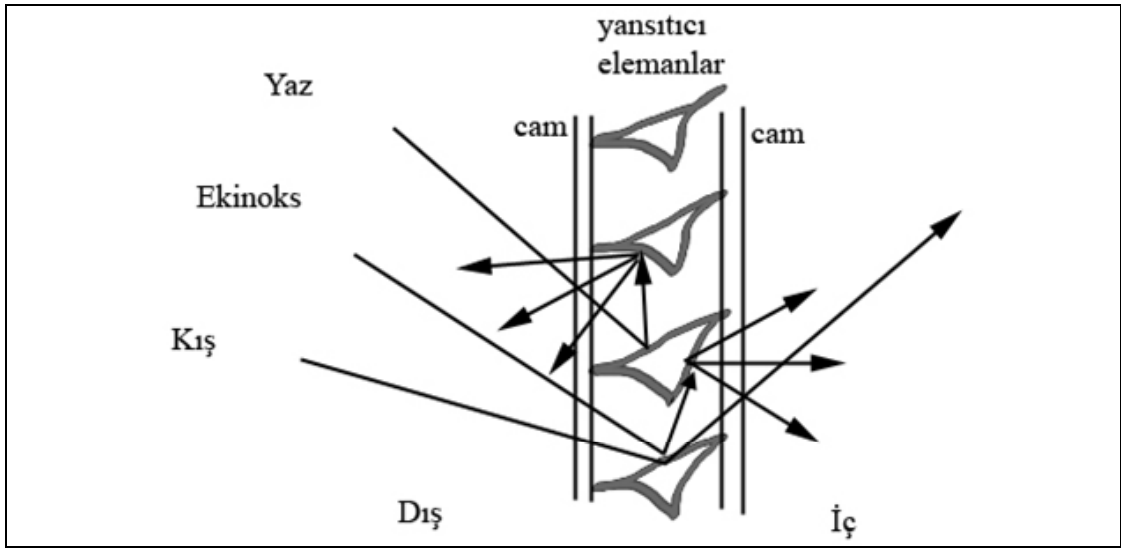
Gökyüzünün oluşturduğu direkt kamaşmayı engellemek üzere tasarlanan ve ışığı mekanın tavanına doğru yönlendiren sistemdir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Güneş ışınlarını yönlendiren ışık rafları

3.2.4. Okasolar sistemi

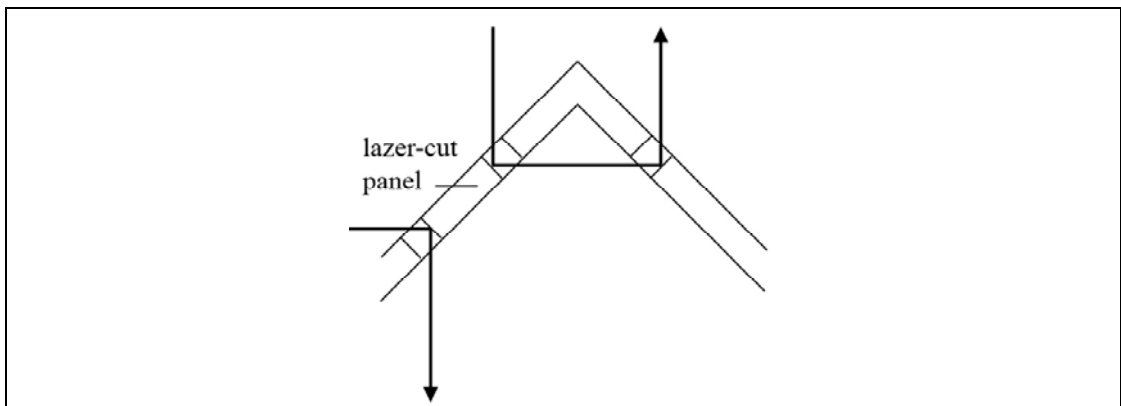
Sabit bir sistem olan okasolar sistemi, çift cam arasına yerleştirilen, araları eşit olarak bölünmüş, üç yüzeyli, yansıtıcı özelliği olan örtücülerden oluşur. Örtücüler kış aylarında ışığı tavana doğru yansıtır; yazın ise gölgeleme özellikleri bulunmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Okasolar sistemi [32]

3.2.5. Lazer-cut (Lazer kesimli) paneller

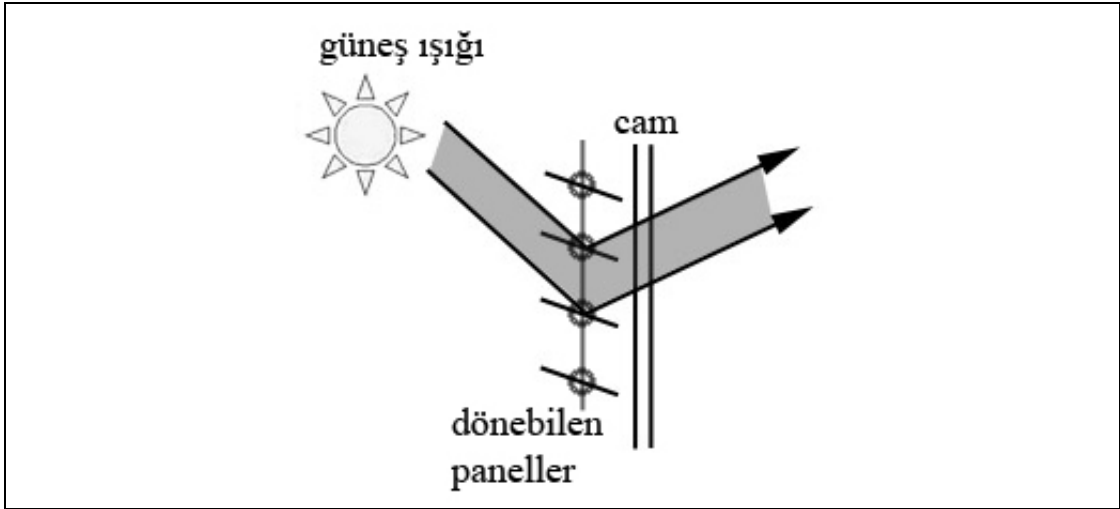
Düşük açı ile gelen ışığı daha fazla, yüksek açı ile gelen ışığı daha az oranda iç mekana bırakan bir sistemdir. Paneller ışığı istenen şekilde saptıracak biçimde boşluklandırılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Lazer-cut panel sistemi

3.2.6. Dönebilen panelli sistem

Sistemde camın dış yüzeyine uygulanan paneller güneş açısına göre dönerek direkt ışığı tavana yansıtırlar (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Dönebilen panelli sistem

3.2.7. Anidolik güneş storları

İki adet, üç boyutlu, gridal boşluklu yansıtıcı elemanlara sahip, parabolik yoğunlaştırıcıdan (konsantratör) oluşan bir sistemdir. Storlar direkt güneş ışığı ve kamaşma kontrolü sağlamak üzere tasarlanmıştır.

Güneş ışığını yayan veya tavana ya da göz hizasının üzerinde bir noktaya yönlendiren gölgeleme sistemleri ile ilgili karşılaştırma Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Güneş ışığını yayan veya tavana ya da göz hizasının üzerinde bir noktaya yönlendiren gölgeleme sistemleri [32]

1. Gölgeleme Sistemleri										
Kategori	Tip/İsim	İklim	Uygulama	Eleman seçimindeki kriterler						
				Kamaşmanın Engellenmesi	Dış mekanın algılanması	Işığın Mekanın İç Bölümlerine Ulaşması	Homojen Aydınlatma	Yapay Aydınlatmadan Tasarruf	Hareketli Elemanlar	Kullanım olanağı
Güneş ışığını yayan veya tavana ya da göz hizasının üzerinde bir noktaya yönlendiren gölgeleme sistemleri	Işık kılavuz sistemi	Sıcak iklim güneşli gökyüzü	Göz hizasının üzerindeki düşey pencereler	+	+	KG	KG	KG	-	T
	Örtücüler ve storlar	Her türlü	Düşey pencereler	+	KG	+	+	+	+	K
	Güneş ışınlarını yönlendiren ışık rafları	Her türlü	Düşey pencereler	KG	+	+	+	+	-	K
	Yansıtıcı profillere sahip cephe elemanları (Okasolar)	Ilıman	Düşey pencereler çatı pencereleri	KG	KG	KG	KG	KG	-	K
	Laser-cut panelli çatı pencereleri	Sıcak iklim güneşli gökyüzü alt enlemler	Çatı pencereleri	KG		+	+	+	-	T
	Dönebilen lamalı sistemler	Ilıman	Düşey pencereler çatı pencereleri	+/KG	KG	KG	KG	KG	+	K
	Anidolik güneş storları	Her türlü	Düşey pencereler	+	KG	+	+	KG	-	T

* (+) : Söz konusu koşul sağlanıyor/var (-) : Söz konusu koşul sağlanmıyor/yok (KG) : Kullanılan elemanın konumuna göre koşul sağlanıyor veya sağlanmıyor , (K) : Sistem günümüzde kullanılıyor, (T) : Sistem henüz test aşamasında

Işık yönlendirme sistemleri esas olarak gün ışığını hacmin derinliğine taşımak için tasarlanan sistemlerdir. Gün ışığını engelleyebilir veya engellemeyebilirler.

3.3. Yayınlık Güneşli Yönlendirme Sistemleri

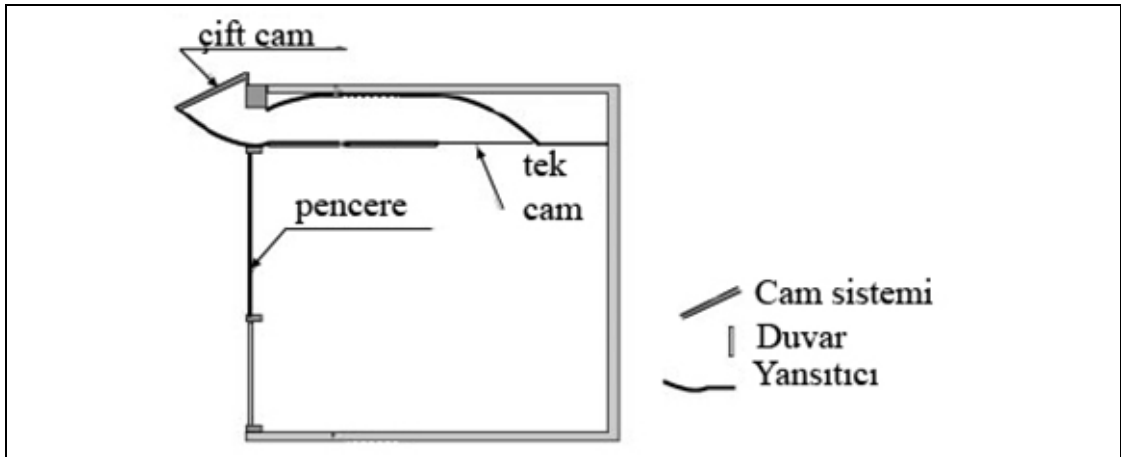
Bulutlu gökyüzünün doruk noktası, ufuk çizgisinden çok daha parlaktır. Normal olarak pencere boşluğu göğün doruk veya başucu noktası dediğimiz bölümünden yararlanır. Işığı bu bölümden toplayarak mekanın iç kısımlarına doğru taşıyan ışık yönlendirme sistemleri gün ışığından yararlanmada gelişmiş sistemlerdir. Dışarıdaki yayınlık gökışığının içeri girmesini engelleyen elemanlar olduğunda da bu sistemler kullanılır.

3.3.1. Işık rafı

Konu ile ilgili açıklama Bölüm 3.2.3’de verilmiştir.

3.3.2. Anidolik sistem

Güneşli toplama sistemi yardımıyla özellikle kapalı havalarda ışığı iç mekanlara dağıtmak üzere tasarlanmış bir sistemdir (Şekil 3.11).



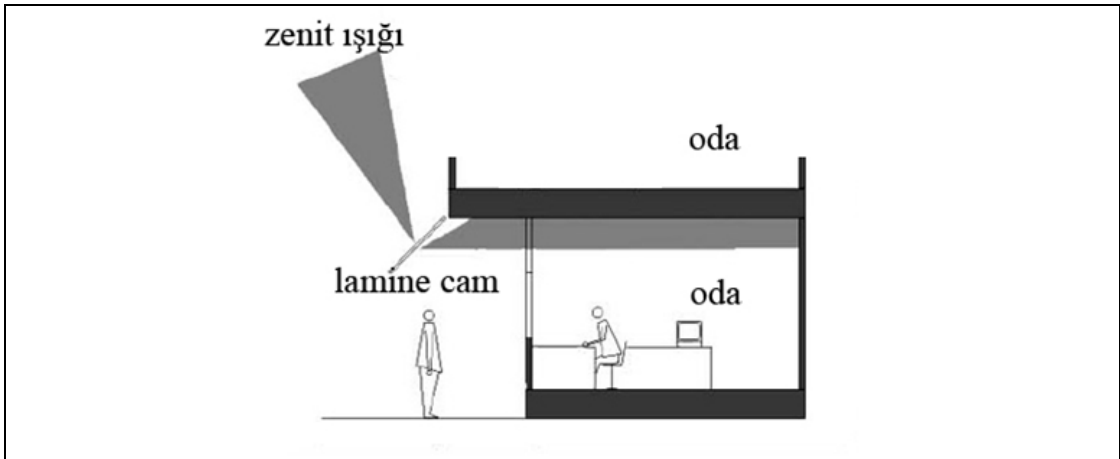
Şekil 3.11. Anidolik sistem [32]

3.3.3. Balık sistemi

Açılandırılmış üçgen kesitli sabit yatay örtücülerden oluşur. Kamaşmayı engellemek ve yayınlık ışığı yönlendirmek üzere tasarlanmıştır. Isı kazancı ve güneş ışığının engellenmesi istendiğinde gölgeleme açısından ek önlemler gerektirir. Örtücü elemanlar gökyüzünün en üst çeyreğinden topladığı ışığı tavana yönlendirir. Okasolar sistemine benzer biçimde çalışmaktadır.

3.3.4. Zenit ışık kılavuz sistemi

Asal bileşeni, iki katmanlı lamine cam içerisinde bulunan holografik kırınma [31] özelliğine sahip polimerik filmidir. Holografik eleman gökyüzünün zenit bölümünden topladığı yayınlık ışığı bina içerisine gönderir. Direkt güneş ışığı alınmayan bina cephelerinde kullanılmasında yarar vardır. Çünkü direkt güneş ışığı renk dağılmasına neden olabilir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Zenith ışık kılavuz sistemi [32]

Yayınlık günışığı yönlendirme sistemleri ile ilgili karşılaştırma Çizelge 3.3’de görülebilir.

Çizelge 3.3. Yayınlık günüşiğı yönlendirme sistemleri [32]

2. Yönlendirme Sistemleri										
Kategori	Tip/İsim	İklim	Uygulama	Eleman seçimindeki kriterler						
				Kamaşmanın Engellenmesi	Dış mekanın algılanması	Işığın Mekanın İç Bölümlerine Ulaşması	Homojen Aydınlatma	Yapay Aydınlatmadan Tasarruf	Hareketli Elemanlar	Kullanım olanağı
Yayınlık günüşiğı yönlendirme sistemleri	Işık rafı	Ilıman iklim, bulutlu gökyüzü	Düşey pencereler	KG	+	KG	KG	KG	-	K
	Anidolik entegre sistem	Ilıman iklim	Düşey pencereler	-	+	+	+	+	-	K
	Anidolik tavan	Ilıman iklim, bulutlu gökyüzü	Manzara penceresi üzerinde düşey cephe elemanı		+	+	+	+	-	T
	Balık sistemi	Ilıman iklim	Düşey pencereler	+	KG	+	+	+	-	K
	Zenith ışık kılavuz sistemi (HOE'li)	Ilıman iklim, bulutlu gökyüzü	Özellikle avlulardaki düşey pencereler, çatı pencereleri		+	+	+	+	-	K

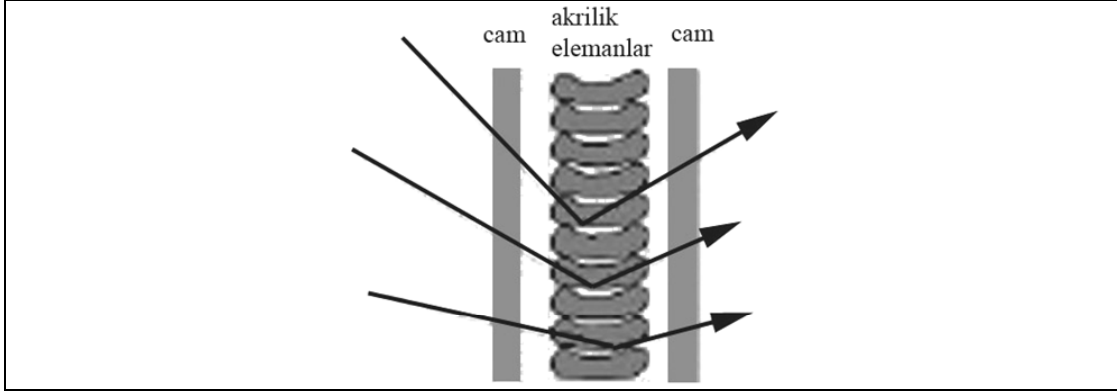
* (+) : Söz konusu koşul sağlanıyor/var (-) : Söz konusu koşul sağlanmıyor/yok (KG) : Kullanılan elemanın konumuna göre koşul sağlanıyor veya sağlanmıyor , (K) : Sistem günümüzde kullanılıyor, (T) : Sistem henüz test aşamasında

3.4. Direkt Günüşiğı Yönlendirme Sistemleri

Kamaşma ve aşırı ısınma problemleri giderildikten sonra hacimler direkt güneş ışığıyla aydınlatılabilir. Kamaşmanın giderilebilmesi, ışığın içeride gölgeler oluşmaksızın eşit olarak dağılımına ve çalışma alanında yüksek kontrast oluşmamasına bağlıdır [32]. Aşırı soğutma yükünün giderilebilmesi için güneş ışığı cephede küçük bir noktadan alınarak, yüksek verimli bir yönlendirme ve dağıtma işlemine tutularak içeriye gönderilir ve cephenin diğer bölümleri geleneksel gölgeleme elemanları ile korunur. Daha önceki sistemlerde bahsedilen Lazer-cut paneller, prizmatik paneller ve çatı pencerelerinde HOE sistemleri aynı zamanda direkt ışık yönlendirme sistemleri içinde değerlendirilebilir.

3.4.1. Güneş ışığını yönlendiren cam

Çift camlı ünite içerisine yerleştirilen içbükey akrilik elemanlar, direkt güneş ışığını tavana yönlendirirler (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Güneş ışığını yönlendiren cam [32]

Çizelge 3.4. Direkt güneş ışığı yönlendirme sistemleri [32]

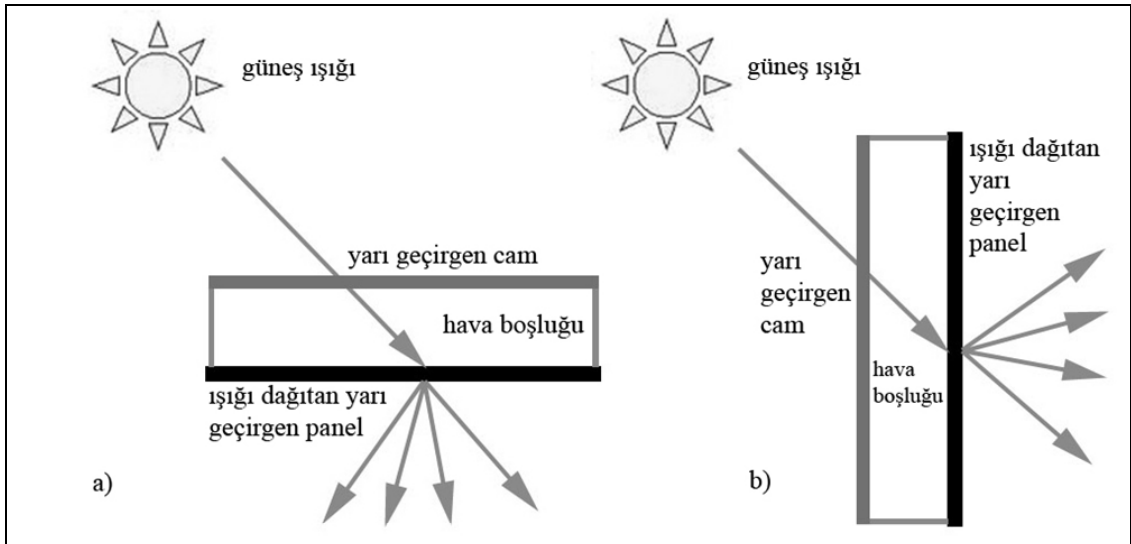
2. Yönlendirme Sistemleri										
Kategori	Tip/İsim	İklim	Uygulama	Eleman seçimindeki kriterler						
				Kamaşmanın Engellenmesi	Dış mekanın algılanması	Işığın Mekanın İç Bölümlerine Ulaşması	Homojen Aydınlatma	Yapay Aydınlatmadan Tasarruf	Hareketli Elemanlar	Kullanım olanağı
Direkt güneş ışığı yönlendirme sistemleri	Lazer-cut panel	Her türlü	Düşey pencereler çatı pencereleri	-	+	+	+	+	-	T
	Prizmatik paneller		Düşey pencereler çatı pencereleri	KG	KG	KG	KG	KG	+/-	K
	Çatı penceresinde HOE		Çatı pencereleri	KG	+	+	+	+	+	K
	Güneş ışığını yönlendiren cam		Düşey pencereler çatı pencereleri	KG	-	+	+	+	-	K

* (+) : Söz konusu koşul sağlanıyor/var (-) : Söz konusu koşul sağlanmıyor/yok (KG) : Kullanılan elemanın konumuna göre koşul sağlanıyor veya sağlanmıyor, (K) : Sistem günümüzde kullanılıyor, (T) : Sistem henüz test aşamasında

Direkt güneş ışığı yönlendirme sistemleri ile ilgili karşılaştırma Çizelge 3.4’de verilmiştir.

3.5. Işığı Yüzey Üzerinde Saçarak Dağıtan Sistemler

Işık saçma sistemleri eşit ışık dağıtmak amacı ile tasarlanır. Üstten aydınlatılan çatı pencereleri formlar için çok uygundur. Düşey boşluklarda kullanıldıklarında önemli kamaşma problemlerine neden olabilirler. Konumları çok iyi seçilmelidir aksi taktirde kamaşmaya neden olmamaları için korunmaları gerekir (Şekil 3.14). Malzeme olarak camın farklı tipleri kullanılır (Çizelge 3.5).



Şekil 3.14. Işığı yüzey üzerinde saçarak dağıtan sistemler [32]

Çizelge 3.5. Işığ yüzey üzerinde saçarak da ıtan sistemler [32]

2. Yönlendirme Sistemleri										
Kategori	Tip/İsim	İklim	Uygulama	Eleman seçimindeki kriterler						
				Kamaşmanın Engellenmesi	Dış mekanın algılanması	Işığın Mekanın İ� Bölümlerine Ulaşması	Homojen Aydınlatma	Yapay Aydınlatmadan Tasarruf	Hareketli Elemanlar	Kullanım olanağı
Işığı yüzey üzerinde saçarak dağıtan sistemler	Işık yayan cam, kapiler cam, kumlu cam	Her türlü	Düşey pencereler çatı pencereleri	-	-	+	+	KG	-	K

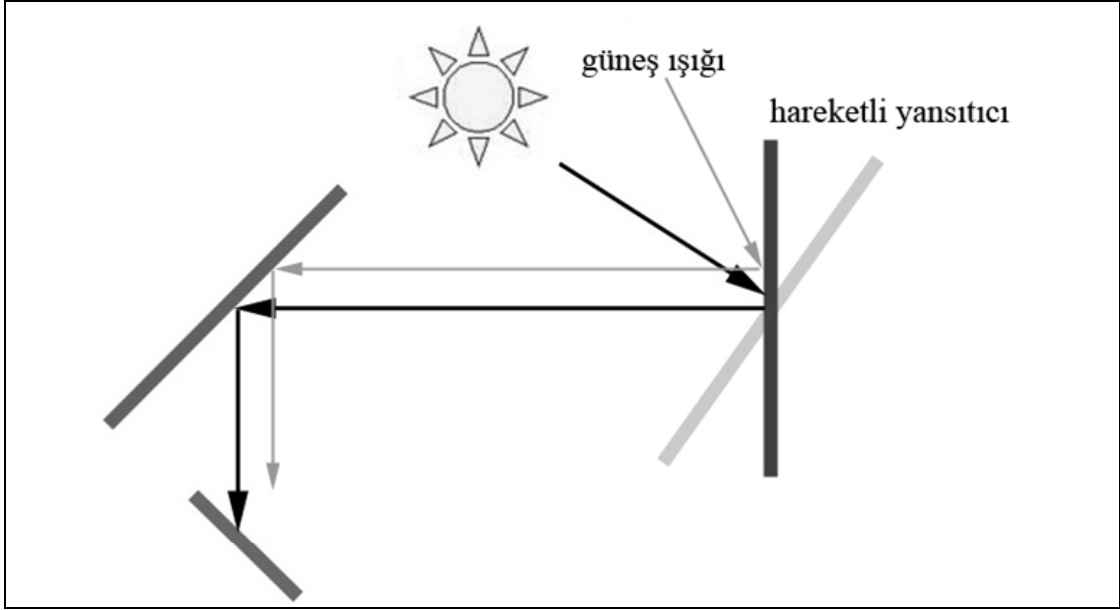
* (+) : Söz konusu koşul sağlanıyor/var (-) : Söz konusu koşul sağlanmıyor/yok (KG) : Kullanılan elemanın konumuna göre koşul sağlanıyor veya sağlanmıyor , (K) : Sistem günümüzde kullanılıyor

3.6. Işık Taşıma Sistemleri

Işık bir takım ışık kılavuz ekipmanı yardımıyla dış ortamdan hacmin iç kısımlarına ve binanın derinliklerine taşınabilir. Hiçbir pencere boşluğu olmaksızın uzun mesafeler katedilebilir.

3.6.1. Heliostat

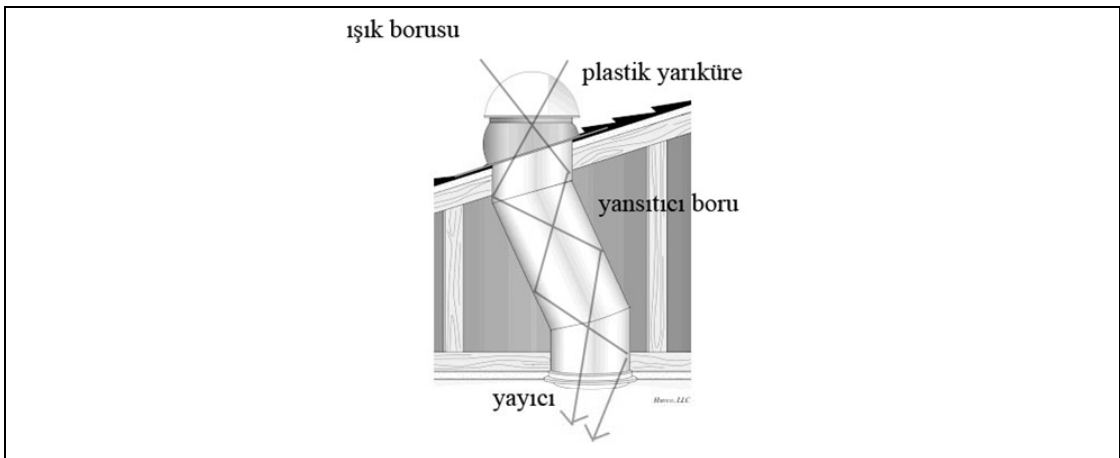
Güneşin hareketlerini takip eden bir cihazdır. Genellikle bir yansıtıcıyı güneş ışınlarını istenilen yöne yansıtmak için hareket ettirme prensibine dayanır (şekil 3.15).



Şekil 3.15. Heliostat [32]

3.6.2. Işık borusu

1990'lı yılların başından itibaren kullanılmaya başlayan ışık boruları, genellikle doğal ışığı çatıdan, ihtiyaç duyulan iç bölümlere aktarmayı sağlayan metal veya plastik elemanlardır. Çatıya yerleştirilen plastik bir yarıküre güneş ışığını toplar, yansıtıcı özelliğe sahip bir boru kanalıyla iç mekanın tavanına yerleştirilen yayıcıya iletir (Şekil 3.21).



Şekil 3.16. Işık borusu

3.6.3. Solar tüpler

Çatıları ışıklık yapılamayacak kadar küçük olan mekanlar için tasarlanmış elemanlardır. Banyolar, mutfaklar ve koridorlar için kullanımları uygundur. Işık borusunun daha küçük çaplı olanıdır. Tavanda bir yapay aydınlatma elemanı gibi görünürler. İşlevleri gün ışığını bir tüp yardımıyla iç mekana ulaştırmaktır. Tavanda açılmış küçük bir delikten ibarettir. İçeri su girmemesi için önlem alınmıştır.

3.6.4. Işık kılavuz tavanı

Bölüm 3.2.3’de verilen ışık rafları mantığıyla çalışırlar. Işık taşıma sistemleri ile ilgili karşılaştırma Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Işık taşıma sistemleri [32]

2. Yönlendirme Sistemleri										
Kategori	Tip/İsim	İklim	Uygulama	Eleman seçimindeki kriterler						
				Kamaşmanın Engellenmesi	Dış mekanın algılanması	Işığın Mekanın İç Bölümlerine Ulaşması	Homojen Aydınlatma	Yapay Aydınlatmadan Tasarruf	Hareketli Elemanlar	Kullanım olanağı
Işık taşıma sistemleri	Heliostat	Her türlü iklim, güneşli gökyüzü	Çatı			+		+	+	K
	Işık borusu	Her türlü iklim, güneşli gökyüzü				+	+	+	-	K
	Solar tüp	Her türlü iklim, güneşli gökyüzü				+	KG	+	-	K
	Fiberler	Her türlü iklim, güneşli gökyüzü				+		+	+	K
	Işık kılavuz tavanı	Ilıman iklim, güneşli gökyüzü				+	+	+	-	T

* (+) : Söz konusu koşul sağlanıyor/var (-) : Söz konusu koşul sağlanmıyor/yok (KG) : Kullanılan elemanın konumuna göre koşul sağlanıyor veya sağlanmıyor , (K) : Sistem günümüzde kullanılıyor, (T) : Sistem henüz test aşamasında

4. ANKARA ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ

4.1. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Kısa Tarihçesi

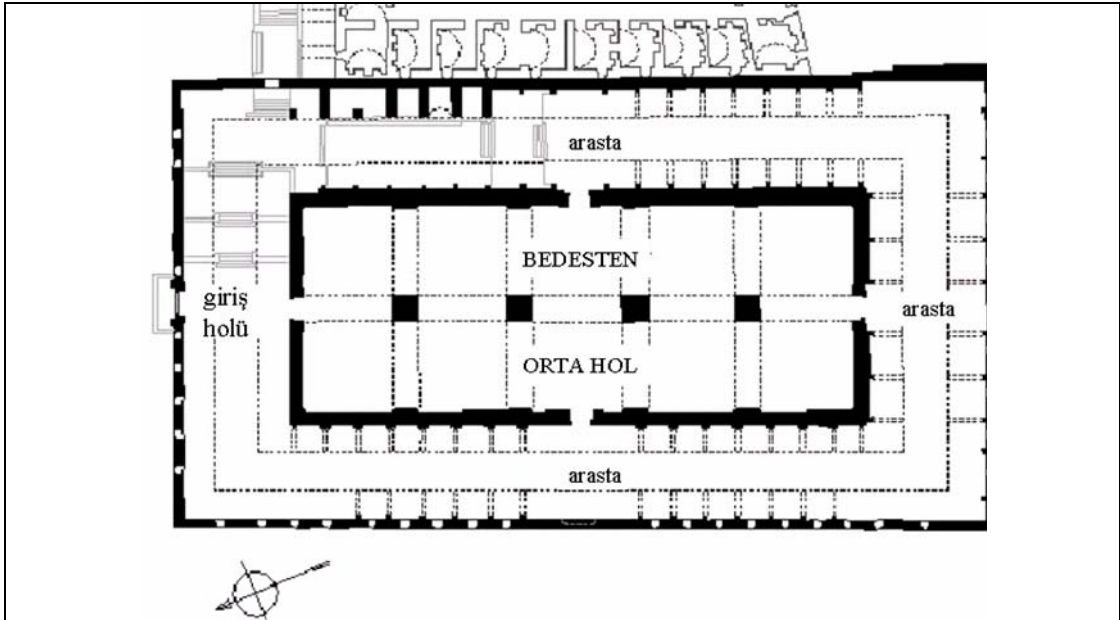
Cumhuriyet yönetiminin müzeciliği benimsemesi ile birlikte Mustafa Kemal Atatürk, 1930'lu yıllarda merkezi bir Hitit Eserleri müzesi kurulması fikrini ortaya atmıştır. Bunun sonucu olarak Ankara Müzesi'nin kurulması için ilk çalışmalara ve ülkemizin birçok yerine dağılmış Hitit sanat eserlerinin Ankara'da toplanmasına başlanmıştır. Müze olarak kullanılması düşünülen Kurşunlu Han ile bu hanın hemen yanında yer alan Mahmut Paşa Bedesteni, harap durumdayken Milli Eğitim Bakanlığı'na kişilerden ve Vakıflardan satın alınarak restore edilmiş ve müze haline getirilmiştir [33].

Kurşunlu Han'ın yapım tarihi kesin olarak bilinmese de, “Bedesten”, Fatih Sultan Mehmet'in Baş Veziri Mahmut Paşa tarafından, 1464 – 1471 yılları arasında yaptırıldığı tahmin edilmektedir [34]. Mahmud Paşa Bedesteni, 1937 yılında o dönemde koruma kurulu üyesi olan mimar Macit Kural ve inşaatçı Zühtü Başar; kent plancısı Jansen, Unger, Egli gibi Avrupalı profesörlerden, Landsberger, Von der Osten, Rohde, Guterbock gibi antropolog ve arkeologlardan da yardım alarak restorasyon projesine başlamışlardır. Restorasyon çalışmalarında öncelik, fazla zarar görmemiş ve kemerli pencere ve kapıları ile orjinal durumundan fazla bir şey kaybetmemiş olan “Orta Hol”e verilmiş ve 1945 yılında bu bölüm tamamlanmıştır [35]. “Bedesten” yapısı “Arasta” ve Han birimleriyle birlikte restore edilip tamamlandıktan sonra, Anadolu Medeniyetleri Müzesi adı ile 1968 tarihinde yerli ve yabancı turistlerin hizmetine sunulmuştur [34].

4.2. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Mimari Özellikleri

Anadolu Medeniyetleri Müzesi, orta holü oluşturan “Bedesten” yapısı, bunu çevreleyen “Arasta” bölümü ve bu yapının güneydoğu duvarına bitişik olan “Kurşunlu Han” dan oluşmuştur. “Bedesten” bölümünde daha çok Genç Hitit ve Hitit İmparatorluk Çağı'na ait anıtsal taş eserler sergilenirken, “Arasta” bölümünün

Kuzey-Batı'sında kalan sergi alanında Eski Tunç, Kalkolitik, Neolitik çağlara ait eserler, kuzeydoğusunda kalan sergi alanında Paleolitik çağa ait eserler, güneybatısında kalan sergi alanında Eski Hitit ve Hitit İmparatorluk, Asur Ticaret Kolonileri, Alişar III çağlarına ait eserler ve Güney-Doğu'sunda kalan sergi alanında da Urartu, Frig ve Klasik çağlara ait eserler (küçük taşınabilir pişmiş toprak, taş heykelcikler, renkli çanak çömlek ve takılar, mühürler, aletler) sergilenmektedir (Şekil 4.1). Bitişik “Han” yapısı ise idari ofis, kütüphane, seminer salonu ve depo olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.1. Anadolu Medeniyetleri Müzesi planı [4]

4.3. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Aydınlatma Planlamasının Değerlendirilmesi

Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nde sergilenen eserlerin tamamına yakını taş, bronz, kemik, pişmiş toprak, bakır, tunç, altın, gümüş ve seramikten yapılmıştır. Dolayısıyla ahşaptan yapılmış birkaç eserin dışında müzede zararlı ışıklardan etkilenmeyen eserler sergilenmektedir. “Bedesten” Bölümü (Orta hol), üst kotlara yakın noktalarda bulunan küçük pencerelerden giren doğal ışık dışında, yapay aydınlatma ile aydınlatılmaktadır. “Arasta” Bölümü'nde ise, binayı çatıda çepeçevre dolaşan cam

bir tonozdan içeri alınan doğal ışık hakimdir. Tonoz, köşelerde ve orta akslarda şeffaf kubbeler ile kesilmektedir. Bunun dışında, yan duvarlarda küçük kemerli pencereler bulunmaktadır. Tonoz açıklığı içeriye çok yüksek düzeyde ışık alınmasına neden olduğundan, mekan sıcaklığının özellikle yaz aylarında aşırı oranda arttığı ve eserler üzerinde ihtiyacın çok üzerinde bir aydınlık düzeyi olduğu görülmüştür. Doğal ışığın etkisini azaltmak için müze yönetimi, tavanda ahşap bir ızgara oluşturarak üzerini yeşil branda ile kaplamıştır. Yeşil branda ortamda yeşil renkli loş bir görünüme neden olmuştur (Resim 4.1). Bu bir müze yapısı için uygun değildir.



Resim 4.1. Çatı ışıklığının branda ile kapatılması ve içeride oluşan loş ortam [36]

Doğal ışığın bu yöntemle kesilmesi yüzünden zaman zaman yetersiz kalan aydınlık düzeyi, tepede oluşturulmuş ızgaraya ve ışıklığın kenarında kalan tavana yerleştirilen floresan lambalarla artırılmaya çalışılmaktadır (Resim 4.2). Yapay aydınlatmayı sağlayan floresanlar, tavanda oluşturulan ahşap ızgaraya, yaklaşık 300 cm Aralıkla iki kolon aksını ortalayacak şekilde sıra sıra (bir sıra iki, bazen de üç lambadan oluşmaktadır) yerleştirilmiştir. Aygıtların her biri 2x2350 lümen ışık akısına sahiptir ve 2x36 vat gücündedir. Mekanda kullanılan yapay aydınlatma aygıtları düzgün bir aydınlatma sağlamadığı gibi çoğunlukla ihtiyaç duyulanın oldukça altında kalan aydınlık düzeyleri oluşturmaktadır. Duvar kenarlarında bulunan vitrin içlerinin aydınlatılmasına çok az katkıda bulunan bu aygıtlar vitrin camlarında bazı

bölümlerde kamaşmaya neden olmaktadır. “Arasta”da kullanılan aygıtlardaki bazı lambaların ömrünü tamamladığı ve çalışmadığı da tespit edilmiştir (Resim 4.2). “Arasta” Bölümü’nde doğal aydınlatmadan gerektiği oranda yararlanmak yerine, ilk maliyet, bakım onarım ve işletim gideri daha fazla olan yapay aydınlatmayı kullanma yoluna gitmek ekonomik olmamaktadır. Müze, pazartesi günleri hariç, haftanın altı günü halka açıktır. Sergi saatleri yaz aylarında 8:30-17:30, kış aylarında ise 8:30-17:00 saatleri arasında gezilebilmektedir. Akşam saatlerinde müze kapalı olduğundan iyi bir aydınlatma planlaması ile gün ışığından maksimum yarar sağlamak mümkündür. Doğal aydınlatma yardımıyla, genel aydınlatmayı standartlara uygun düzeyde tutup, gereğinde yalnızca vitrin içlerinin yapay olarak aydınlatılması yeterli olacaktır. Müzede ışığa duyarlı malzemelerin sergilenmemesi doğal ışıktan yararlanmakta avantaj sağlamaktadır [17].

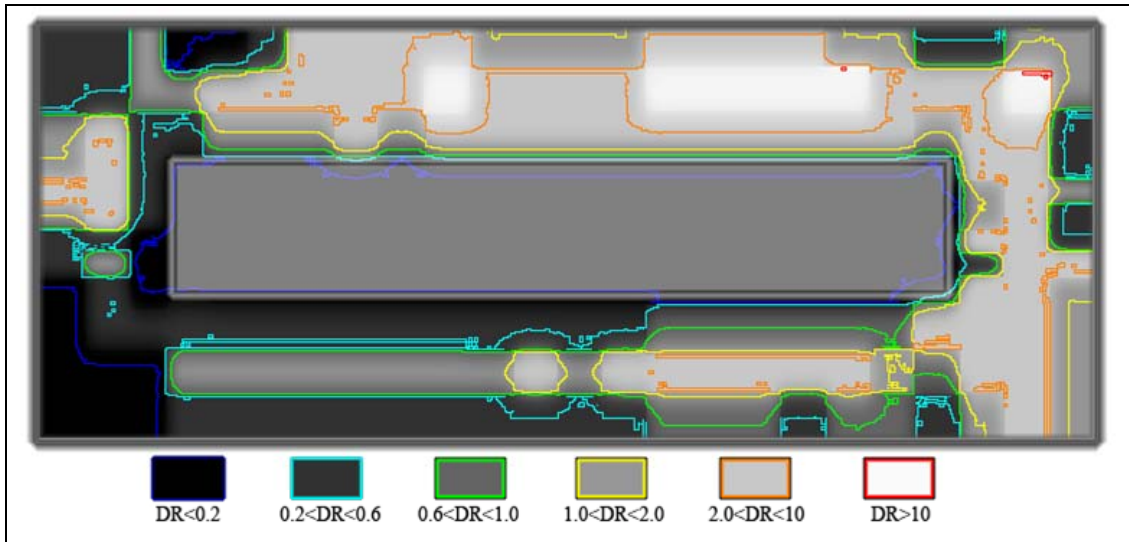


Resim 4.2. Yapay aydınlatma aygıtları [36]

4.3.1. Yerinde yapılan ölçümler

Bilgisayar programları ile yapılacak olan simülasyonlar ile karşılaştırmak üzere mevcut doğal aydınlık düzeylerinin saptanması için gündüz yerinde aydınlık düzeyi ölçümleri alınmıştır. Müzenin “Arasta” bölümü x ve y düzleminde çalışma düzlemi olarak 90 cm yükseklik alınarak, yaklaşık 300 cm’lik ızgaralardaki ölçülen değerler not edilmiştir (Çizelge 4.1).

Doğal aydınlatma ölçümü yapmak için mekanda bulunan tüm yapay aydınlatma aygıtları söndürülmüştür. Ölçüm, 13 Ağustos günü öğlen saatlerinde yapılmıştır. Ölçümün yapıldığı zaman diliminde gökyüzü parçalı bulutludur. Ölçüm boyunca müze dışında bahçede engellenmemiş gün ışığı 49000-90000 lüks arası değişim göstermiştir. Bu durum içeriye giren gün ışığı miktarını etkilediği için ölçüm değişkendir. Parçalı bulutlu gökyüzü koşullarında günışığı faktörü kullanılamadığından, mekana ilişkin aydınlık düzeyi oranlarını ifade etmek üzere günışığı oranı adı verilen yeni bir bağıntı kullanılmıştır. İçeride ölçülen aydınlık düzeyinin her türlü hava koşulunda dışarıdaki yatayda ölçülen engellenmemiş günışığı aydınlık düzeyine oranına “Günışığı Oranı” (Daylight Ratio - DR) adı verilmiştir. Çizelge 4.1’de verilen günışığı oranı eğrilerinde görüldüğü gibi mevcut doğal aydınlatma düzeni, mekanda bazı bölümlerde aşırı aydınlanmaya ve ısı kazancına neden olurken bazı bölümlerde ise tek başına yeterli değildir. Doğal aydınlatma ile ilgili müzede yapılacak yeni çatı formu düzenlemeleri “Arasta”nın standartlara uygun, daha düzgün ve daha ekonomik olarak aydınlatılıp aydınlatılamayacağını gösterecektir. Bunun için bir dizi çalışma yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.2. Arasta’da yerinde ölçülen gün ışığı oranları (DR)

5. MÜZENİN ARASTA BÖLÜMÜ İÇİN YAPILAN DOĞAL AYDINLATMA SİMÜLASYONU

Tezin bu bölümünde Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Arasta Bölümü'nde kullanılan tonoz biçimli çatı formu doğal aydınlatma açısından incelenmiş, çeşitli dünya müzelerinde doğal aydınlatmadan yararlanmak üzere tasarlanmış diğer çatı ışıklıkları sistematize edildikten sonra bilgisayar ortamında modellenerek Arasta Bölümü'nde uygulanmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Değerlendirilen bulgular sonucunda Arasta Bölümü'nün doğal aydınlatmadan en uygun biçimde yararlanabilmesine yönelik yeni çatı önerisi sunulmuştur. Yapılan çalışmalar başlık olarak şu şekildedir:

- Mevcut uygulamaya ilişkin simülasyonlar
- Tek katmanlı çatı ışıklık formlarının analizi
- Çift katmanlı çatı ışıklık formlarının analizi
- Öneri sistemin analizi

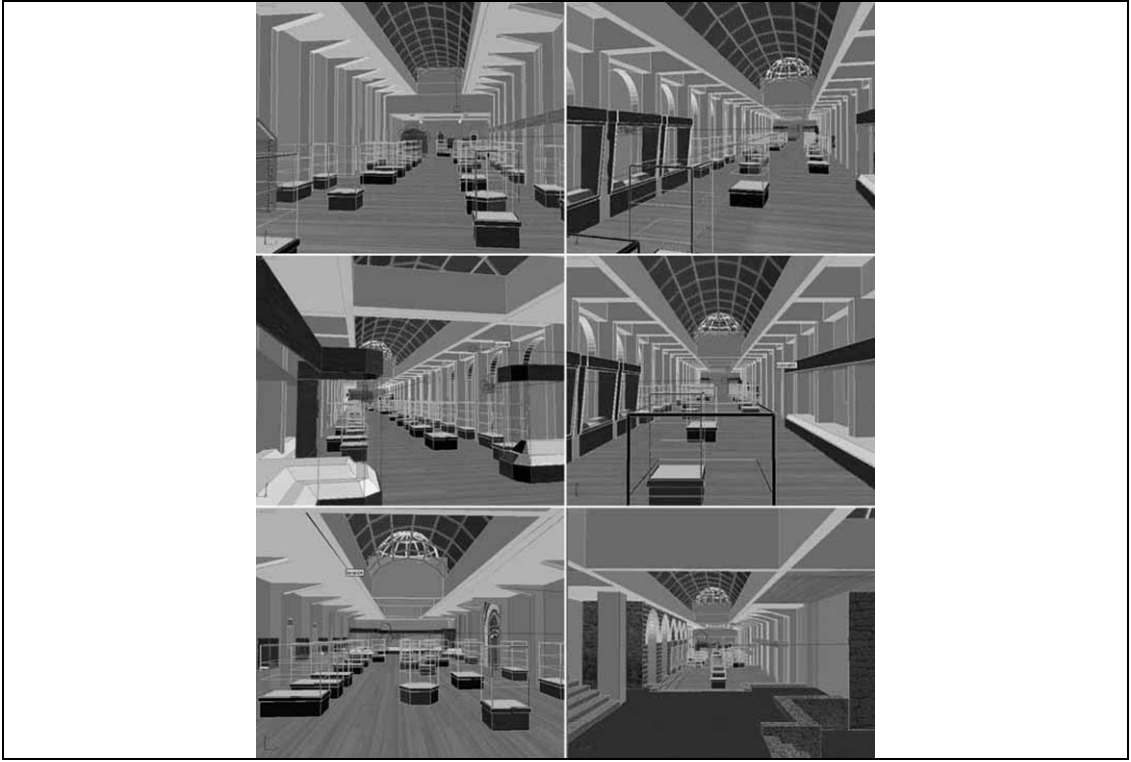
5.1. Simülasyon Yöntemi

5.1.1. Verilerin elde edilmesi, plan ve kesitlerin hazırlanması

Müzeye ilişkin plan ve kesitlerin dijital ortama aktarılabilmesi için Kültür Bakanlığı'ndan rölöve paftaları alınmış ve Autocad programı kullanılarak Arasta'nın plan ve kesitleri yeniden çizilmiştir [37]. Müze'nin iç mekanları ve sergileme elemanlarının boyutları ve yerleri yerinde ölçülerek planlara ve kesitlere işlenmiştir.

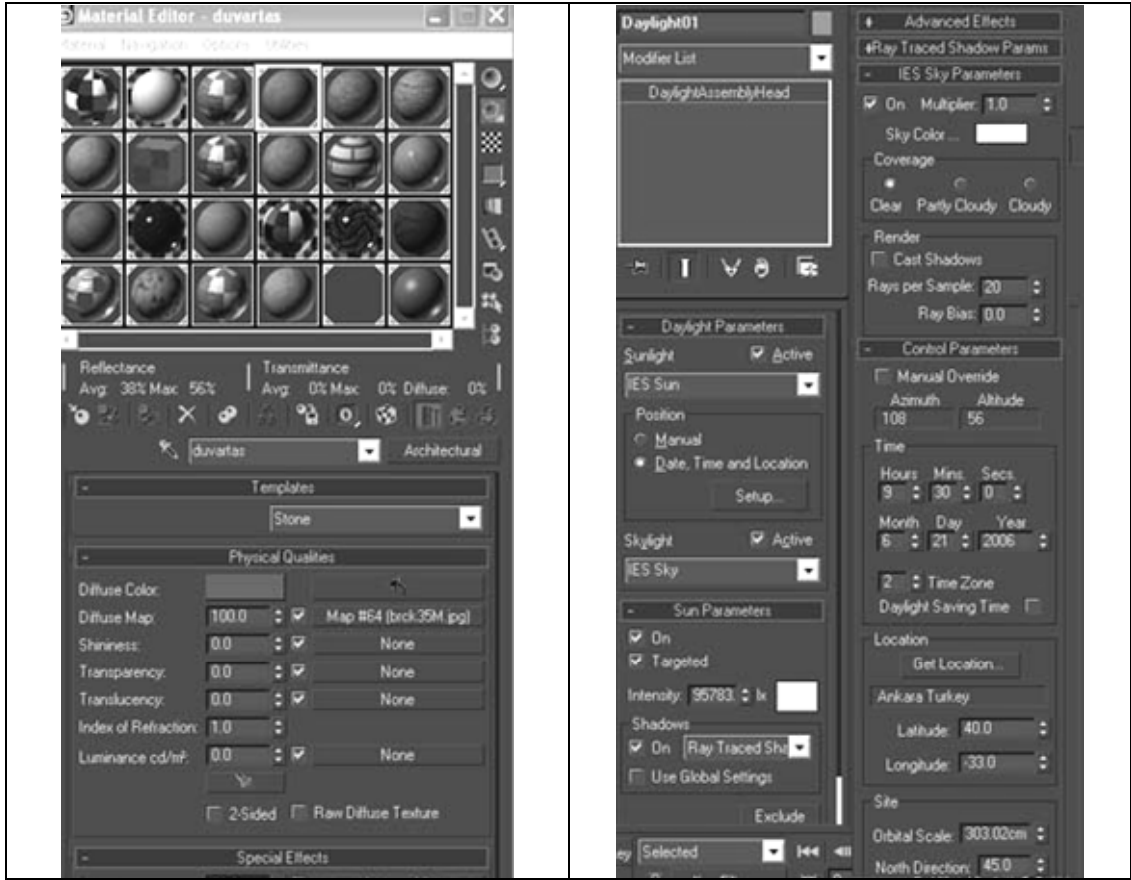
5.1.2. Müzenin üç boyutlu olarak modellenmesi ve simülasyon yöntemi

Autocad ile çizilmiş olan plan ve kesitler 3dstudio max programına aktarıldıktan sonra "Arasta" Bölümü üç boyutlu olarak modellenmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Üç boyutlu olarak modellenen müzeden iç görünüşler

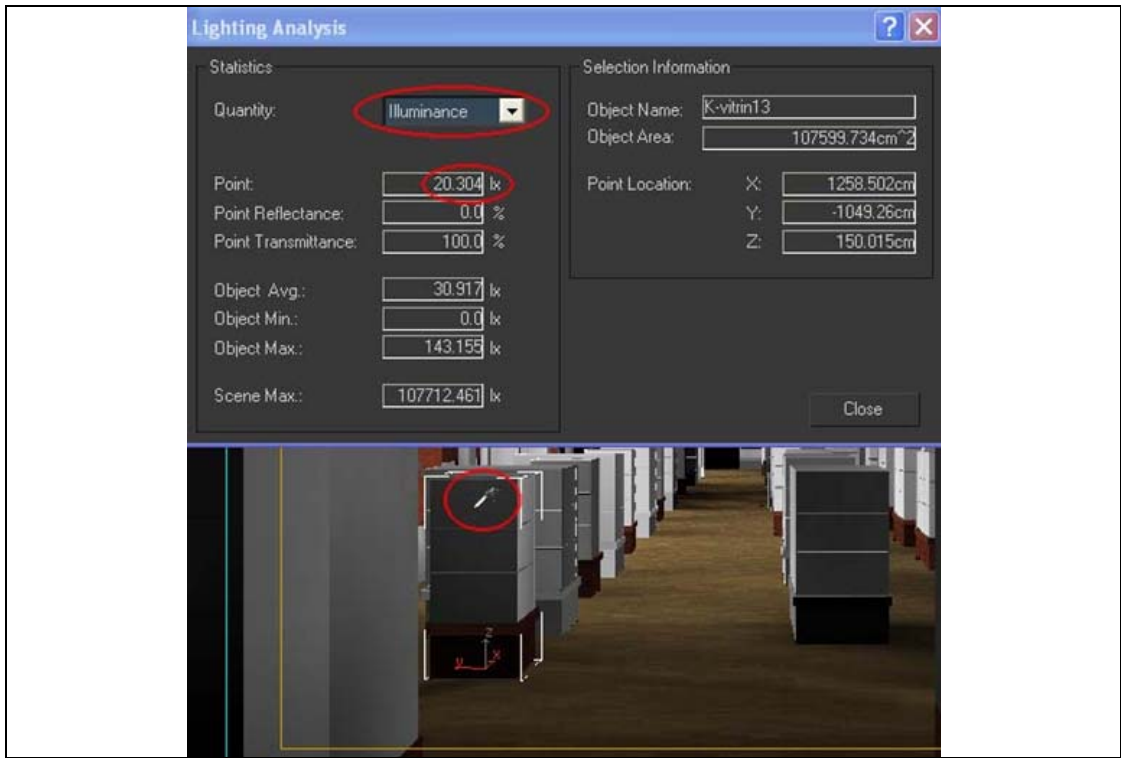
Modellenen yüzeylere ilişkin malzeme ve tekstür özellikleri, dijital fotoğraf makinasından elde edilen görünüşlerden yola çıkarak ve malzemelerin doğal özellikleri göz önünde bulundurularak girilmiştir. Dijital fotoğraflar Photoshop programına aktarılarak yüzeylerin birkaç açıdan çekilmiş farklı fotoğrafları üzerinden (RGB) renk değerlerinin ortalaması alınmış, yüzey rengi olarak bu ortalama değer verilmiş ve malzeme tipine göre yüzey yansıtma katsayısı yaklaşık olarak seçilerek malzeme editörüne girilmiştir (Şekil 5.2). Taş duvar, tuğla duvar gibi yüzeyler için malzeme editörünün resim kanalına (diffuse channel) gerçek fotoğraflar atanmıştır.



Şekil 5.2. 3dsmax malzeme editörü ve gün ışığı sistemi menüsü

Taş duvar, sıva+boya, tuğla duvar, mermer, cam, ahşap gibi malzeme özellikleri girildikten sonra gün ışığı hesabı yapılmak istenen gün, saat ve Ankara için koordinatlar programa girilmiş ve radiosity (bkz. Bölüm 1.3.2.2) hesabı yapılmıştır (Şekil 5.2). Program açık ve bulutlu gök koşulları için gün ışığı miktarını otomatik olarak IES verilerine dayanarak vermektedir [38].

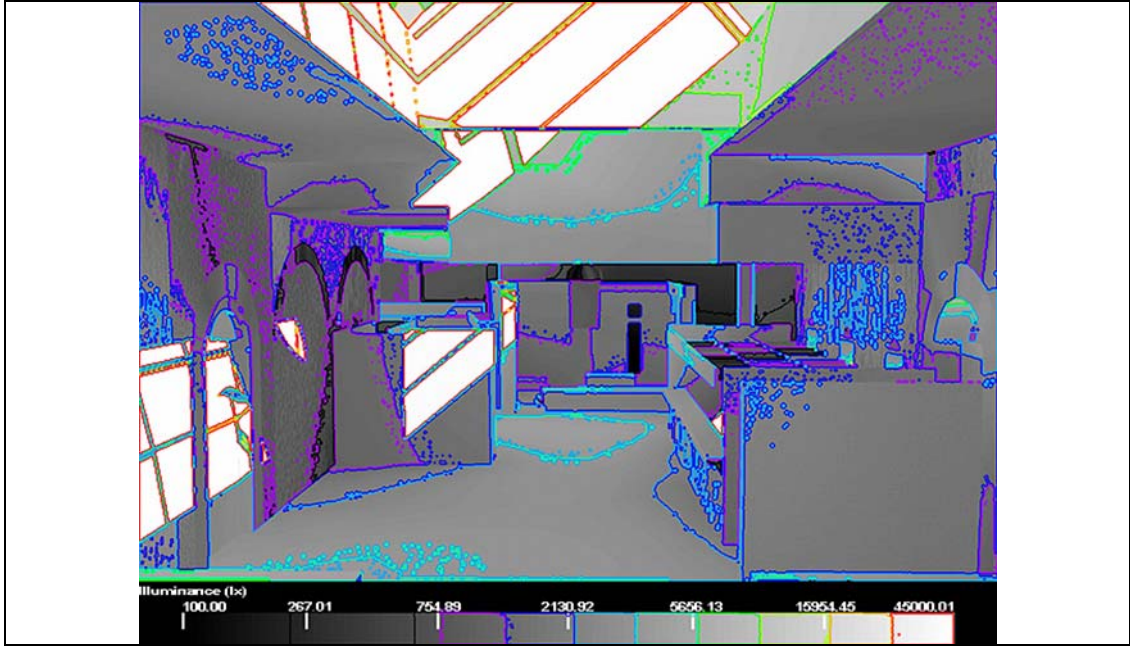
Radiosity hesabı yapılan modelde, istenen noktanın aydınlık düzeyi ve parıltısı ışık analizi menüsünden görülebilmektedir (Şekil 5.3). Bunun dışında “render edilen” (sahneye malzeme ve ışık bilgisi girildikten sonra elde edilen görsel sonuç) sahne fotogerçekçi olarak görülebildiği gibi (Şekil 5.4), sahneye ait genel aydınlık düzeyi ve parıltı, griton (grayscale) veya renkliton olarak ifade edilmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.3. Aydınlatma analizi menüsü



Şekil 5.4. Render sonrası fotogerçekçi görünüm



Şekil 5.5. Griton aydınlık düzeyleri

5.1.3. Modelin gerçeğe yakınlığının değerlendirilmesi

Günümüzde kullanılan aydınlık analizi simülasyon programlarının sonuçları yerinde alınan ölçümlerle tutmamaktadır. Müzenin üç boyutlu olarak modellenmesi başlığında anlatılan malzeme atama yöntemi ile kuşkusuz yüzeye ilişkin yüzde yüz doğru malzeme, tekstür ve ışık yansıtma katsayısı bilgisini girmek mümkün olamaz. Ancak, yapılacak simülasyon çalışmalarında model yüzeyleri ve özelliklerinde herhangi bir değişiklik olmayacağı ve sadece ışıklık formlarında değişiklikler yapılacağı için söz konusu değerlerde yaklaşık %90 oranında gerçekliğin yeterli olabileceği düşünülmüştür. Daha önceki benzer çalışmalarda, mekanda aydınlıkölçer ile yerinde aydınlık düzeyleri ölçülmüş ve mekandaki yapay ışık kaynaklarına ilişkin gerçek fotometrik değerlerin programa girilmesinin sonrasında yapılan simülasyonda, belirtilen yöntem ile verilen malzeme bilgilerindeki hata payının %10'u geçmediği saptanmıştır [39].

Yapay aydınlatma simülasyonu yapılırken, ışık kaynağına ait tüm fotometrik bilgileri içeren (güç, ışık dağılım eğrisi vs) *.ies uzantılı evrensel bir dosya formatından yararlanıldığı için hesap sonucunda elde edilen çıktı son derece kesin olsa da, doğal

ışık için bu durum kuşkusuz çok farklıdır. Dünyanın hiçbir bölgesinde herhangi bir günde gün ışığına ait verileri kesin olarak bilmenin olanağı yoktur. Yılın bir günü tamamen açık olan gökyüzü, takip eden yılın aynı gününde bulutlu olabilmektedir. Hatta aynı gün içerisinde gün ışığı sürekli farklılık göstermektedir. Dolayısıyla, yapılan hesaplarda genellikle görülen, gökyüzünün tamamen bulutlu olma durumunun (overcast) esas alınması ve simülasyonun uygulanmasıdır. Bazı simülasyon çalışmalarında ise hem bulutlu gökyüzü hem de tamamen açık gökyüzü koşulları değerlendirilmiştir. Bulutlu gökyüzü koşulları (overcast-sky) ile sınırlı alışlagelmiş gün ışığı simülasyon araçlarının önüne geçmek mümkündür ve gereklidir [40]. Bu doktora çalışmasında yöntem olarak, her simülasyon için gökyüzünün tamamen bulutlu (overcast) veya tamamen açık olduğu (clear) iki ayrı çeşitleme uygulanmıştır. Sonuçlar bu iki çeşitlemeye göre değerlendirilmiştir. Gelecekte ihtiyaç duyulursa, ara değerler için gökyüzündeki bulut oranı göz önüne alındıktan sonra korelasyon yapılabilir. Program tarafından IES verilerine göre yılın gününe ve coğrafi bölgeye göre otomatik olarak atanan gün ışığı miktarı da kuşkusuz %100 gerçekçi olmayabilir.

Modelin gerçeğe yakınlığını etkileyen iç mekansal faktörler de bulunmaktadır. Müzede yerinde ölçüm yapıldığı zaman bile, aynı noktaya ilişkin aydınlık düzeyi sürekli değişim göstermektedir. Müzede gezen insanların veya yakındaki diğer vitrinlerin ölçüm noktası üzerinde oluşturduğu gölgeler, parlak yüzeylerden yansıyan ışık da değişkenliğin farklı nedenleridir.

5.2. Mevcut Tasarımın Simülasyonu (A)

5.2.1. Simülasyon (A-1) – yan pencerelerden alınan doğal ışığın etkisi

“Arasta” Bölümü’nde yan duvarlarda kemerli pencereler bulunmaktadır. Bu pencerelerden içeri giren ışık bazı vitrin camları üzerinde, sergilenen elemanları algılamayı çok zorlaştıran kamaşmalara neden olmaktadır (Resim 5.1). Duvardaki pencerelerin tüm mekan aydınlatmasına etkisinin incelenebilmesi için bilgisayarda sadece bu pencerelerden içeri giren ışık hesaplanmıştır. Bu hesap için tepe ışıklıkları

tamamen yok sayılmış ve binanın üzeri tonoz yerine düz, duvarlarla aynı renk boyalı malzemeye ve ışık yansıtma katsayısına sahip asma bir tavanla kapatılmıştır.

Yan pencerelerin etkisini saptamak amacıyla yapılan simülasyon için Haziran ayının 21’inci günü bulutsuz gök seçilmiştir. Bunun nedeni, 21 haziranın yıl içinde aydınlık düzeyinin en yüksek olduğu yaz günlerinden biri ve gün dönümü oluşudur. Bu dönem için yapılan simülasyon sonucuna göre gerekirse diğer aylar için de hesap yapılması tasarlanmıştır. 09:30, 12:30 ve 15:30 saatleri için yapılan hesaplar değerlendirilmiştir.



Resim 5.1. Pencerenin vitrin camında oluşturduğu kamaşma [36]

Hesaplama sonuçlarına göre müzenin “Arasta” Bölümü’nde oluşan aydınlık düzeyleri plan üzerine işlenmiştir (Şekil 5.6). Planda her sergi koridoruna bir numara verilmiştir. Koyu gri renkli olarak ifade edilen dörtgen ve çokgen elemanlar vitrinlerdir. Ortada kalan boş kısım hesaplama katılmayan “Bedesten” Bölümü’dür. Siyah harfler; vitrinlerin yan yüzeyleri, mavi harfler; duvar yüzeyleri, kırmızı harfler de zemin yüzeyi üzerinde oluşan aydınlık düzeylerini büyüklük olarak göstermektedir. Koridor 1’de 84, koridor 2’de 85, koridor 3’de 124 ve koridor 4’te 6 adet vitrin yüzeyi ve heykel olarak aydınlık düzeyi ölçüm noktası bulunmaktadır. Şema üzerindeki harf sistemi ve Aralıklar için IES’nin kategorilendirdiği aydınlık düzeyi aralıklarından yararlanılmıştır [26]. Ancak aydınlık düzeyi Aralıklarının daha duyarlı olarak verilebilmesi için bazı değişiklikler yapılmıştır. Aralıklar Çizelge 5.1’de görülebilir. Bu çizelge bundan sonraki tüm simülasyonlar için de geçerlidir.

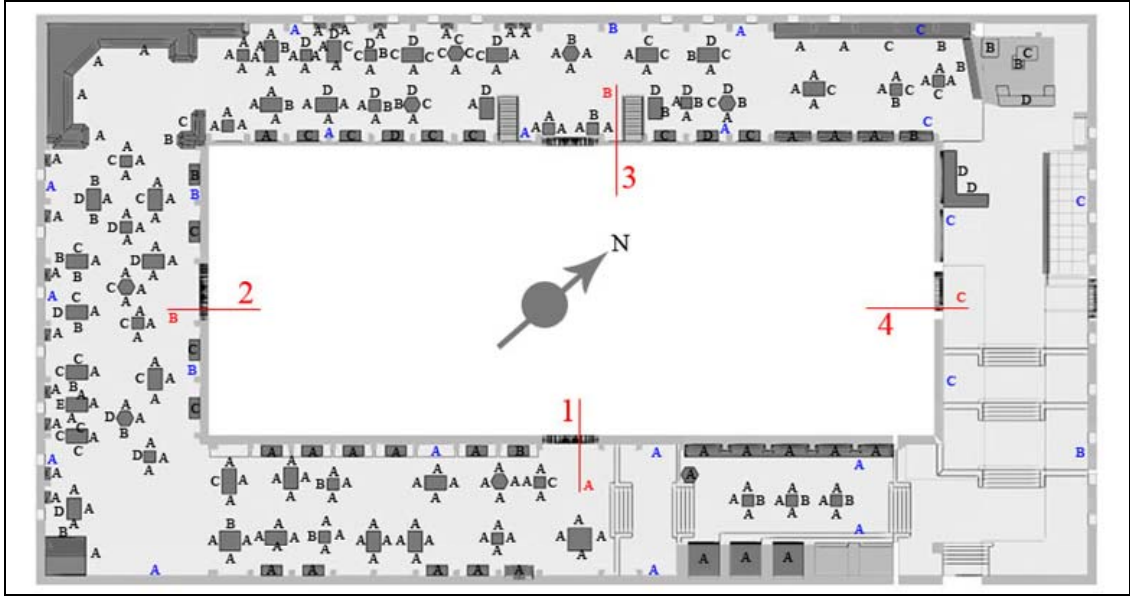
Çizelge 5.1. Simülasyon değerlendirmelerinde kullanılan aydınlık düzeyi aralıkları

A	0-30 lüks	E	300-500 lüks
B	30-50 lüks	F	500-1000 lüks
C	50-100 lüks	G	1000-5000 lüks
D	100-300 lüks	H	+5000 lüks

Bu aralıklar göz önünde bulundurulduğunda D ve E kategorileri uygun aydınlık düzeylerini kapsayan aralıklardır. Dolayısıyla ölçüm yapılan müzede aydınlık düzeylerinin standartlara uyum sağlaması için, tüm simülasyonlarda vitrin ve heykellerin düşey yüzeylerinde 100-500 lüks (D ve E) aralığında aydınlık düzeyine ulaşılması amaçlanmıştır. Kırmızı rakamlar sergi alanlarının numaralarıdır. Kuzey yönü planın tam ortasında gösterilmiştir.

21 Haziran'da yan pencerelerden alınan doğal ışığın etkisi

21 Haziran'da saat 09:30'da, güneş ışınları, 1 numaralı, kısmen de 4 numaralı sergi alanının dış duvarlarına vurmaktadır. 1 numaralı alanda, dış duvarlarda pencereler olmadığı için genel olarak vitrinlerde 0-30 lüks arası ($DR \sim 0-0,03$) son derece yetersiz bir doğal aydınlık düzeyi oluşmaktadır. 2 ve 3 numaralı sergi alanlarında ortalarda bulunan vitrinlerin pencerelere bakan yüzeylerinde 50-100 lüks arası ($DR \sim 0,05-0,1$) kısmen yeterli denebilecek, pencerelere yakın vitrin yüzeylerinde 100-300 lüks arası ($DR \sim 0,1-0,3$) uygun doğal aydınlık düzeyi ölçülmüştür. Duvar diplerinde ve pencerelere uzak kalan vitrinlerde ise aydınlık düzeyi yetersizdir (Şekil 5.6).



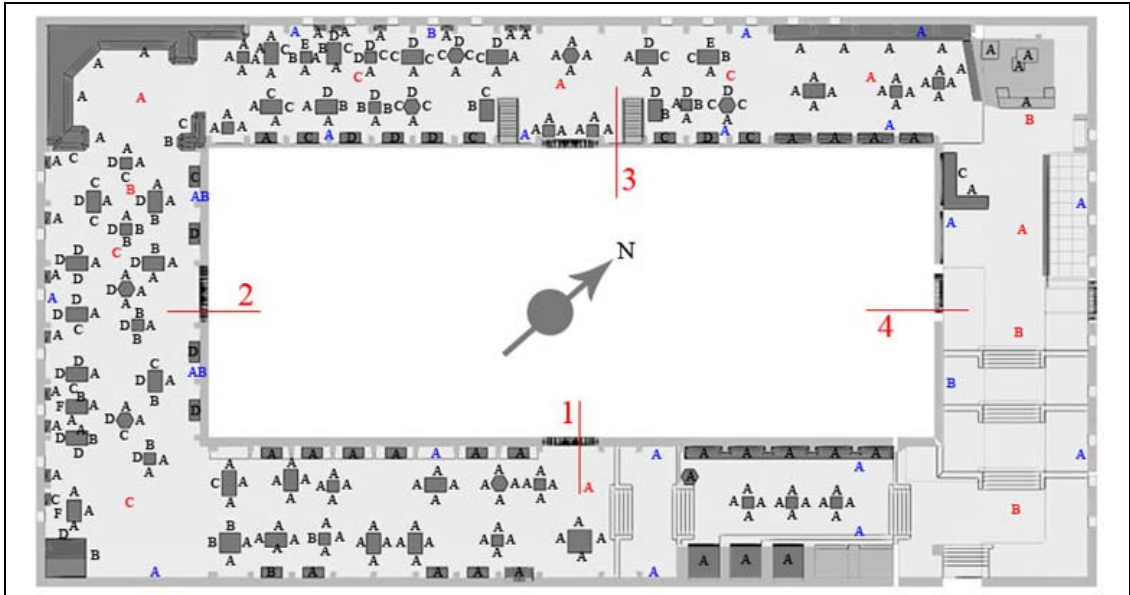
Şekil 5.6. 21 Haziran günü 09:30'da yan pencerelerden alınan doğal ışık miktarı

4 numaralı alan genel olarak giriş, satış, bilgi alma ve dinlenme bölümü olarak tasarlanmıştır. Bu bölümde çok az sayıda vitrin ve heykel bulunmaktadır. Alan, yan pencerelerden yeterli miktarda doğal ışık almıştır. Bu bölüm dışında kalan sergi koridorlarında, zemine ve duvar yüzeylerine gelen ortalama 25 lükslük doğal ışık, mekanları algılamak için bile yeterli değildir (Şekil 5.7). Dolaylı gök ışığı içeride loş mavimsi bir görünüm oluşturmaktadır.



Şekil 5.7. 21 Haziran günü 09:30'da 3 numaralı sergi alanında algı

12:30'da güneş, güneyden, yataya daha dik açıda ve daha fazla ışık gönderir. 1 numaralı alandaki vitrinlerde doğal aydınlık düzeyi bu saatlerde daha da azalmıştır. 2 ve 3 numaralı sergi alanlarında güneşin parlaklığını artırması, özellikle pencere yakınındaki vitrin yüzeylerinde zaman zaman 500 lükse varan ($DR \sim 0,5$) değerler oluşturmaktadır. Ortalarda bulunan vitrinlerde de aydınlık düzeyi artışları saptanmıştır. Duvar diplerinde ve pencerelere uzak kalan vitrinlerde ise aydınlık düzeyi yine yetersizdir (Şekil 5.8).

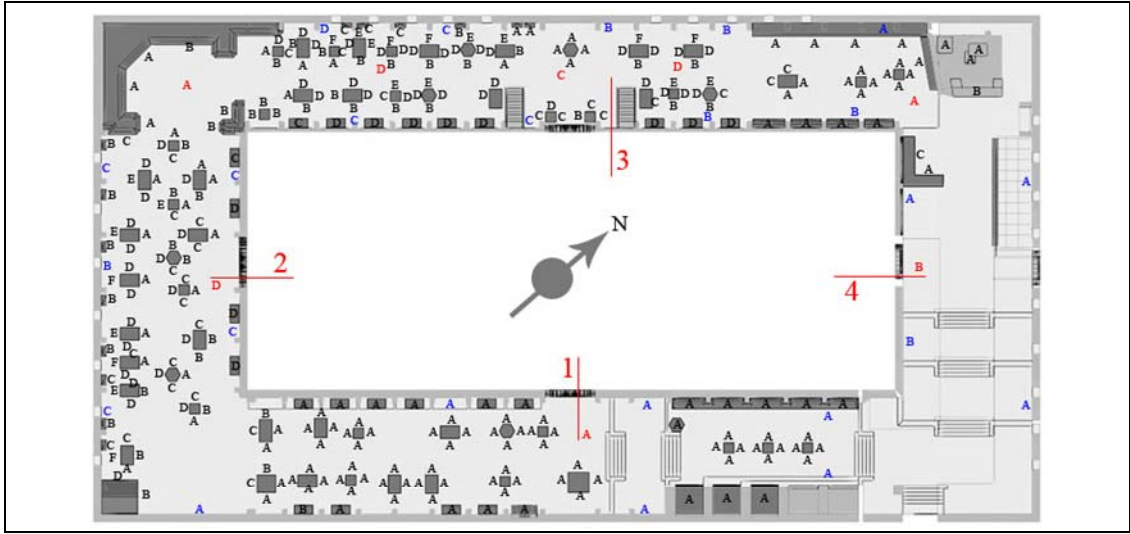


Şekil 5.8. 21 Haziran günü 12:30'da yan pencerelerden alınan doğal ışık miktarı

4 numaralı alanda ise saat 09:30'la karşılaştırıldığında zemin dışındaki yüzeylerde aydınlık düzeyinin algıyı zorlaştıracak ölçüde bariz bir azalma gösterdiği dikkati çekmiştir.

Öğleden sonra güneşin Batıya doğru yönelerek alçalması sonucu özellikle 2 ve 3 numaralı sergi bölümlerinde pencereye yakın vitrin yüzeylerinde 500-1000 lükse varan ($DR \sim 0,5-1,0$) oldukça yüksek aydınlık düzeyleri hesaplanırken, iç duvarlara yakın vitrin yüzeylerinde bile 100-300 lüks arası ($DR \sim 0,1-0,3$) düzeyler görülmektedir. Bu alanlarda güneş daha iç kısımlara etki etmektedir. Ancak

pencereye bakmayan yüzeyler çoğunlukla 0-50 lüks arası ($DR \sim 0, -0,05$) değerlere sahiptir. 1 numaralı alan penceresi olmadığı için yine gün ışığından tamamen yoksundur. (Şekil 5.9). Direkt güneş ışığı etkisini artırdığı için özellikle 2 ve 3 numaralı sergi alanlarında gölgeler daha keskinleşmiş, ortam rengi mavimsilikten daha kırmızı-sarıya dönmüştür (Şekil 5.10).



Şekil 5.9. 21 Haziran günü 15:30'da yan pencerelerden alınan doğal ışık miktarı



Şekil 5.10. 21 Haziran günü 15:30'da 3 numaralı sergi alanında algı

Değerlendirme

Yan pencerelerden sergi alanlarına gelen doğal aydınlatma değerlendirildiğinde birtakım olumsuzluklar göze çarpmaktadır. Eğer “Arasta”, üzeri kapatılıp sadece yan pencerelerden doğal ışık verilerek aydınlatılırsa, hiç penceresi olmayan 1 numaralı sergi alanı dışında kalan sergi elemanlarının pencereye bakan kısımlarında günün büyük bölümünde yeterli aydınlık düzeyi oluşacak, ancak örneğin vitrin içinde bulunan bir heykelin diğer yüzü hiç algılanmayacaktır.

Çizelge 5.2. Yan pencerelerden giren doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uygun Olan	Az	Fazla	Uygun Olmayan	Uygunluk (%)
Yan Pencere	21.Haz	09:30	1	84	0	84	0	84	0
			2	85	8	77	0	77	9
			3	119	15	104	0	104	13
			4	6	3	3	0	3	50
			Zemin	4	0	4	0	4	0
			Duvar	22	9	13	0	13	41
		12:30	1	84	0	84	0	84	0
			2	85	23	60	2	62	27
			3	119	19	100	0	100	16
			4	6	0	6	0	6	0
			Zemin	13	4	9	0	9	31
			Duvar	20	0	20	0	20	0
		15:30	1	84	2	82	0	82	2
			2	85	27	55	3	58	32
			3	119	45	69	5	74	38
			4	6	0	6	0	6	0
			Zemin	8	2	6	0	6	25
			Duvar	23	8	15	0	15	35

Sadece yan pencerelerden aydınlatılan sergi alanlarının büyük bölümü ihtiyaç duyulanan çok altında 0-30 lüks arasında aydınlık düzeyleri oluşması nedeniyle işlevi gerçekleştiremez. Mekanlar bazı noktalarda yürümeyi zorlaştıracak kadar loştur. Aydınlatmada düzgünlük sağlanamaz. Bu olumsuzlukları tavana yerleştirilecek yapay aydınlatma aygıtları ile bir ölçüde çözmek mümkündür; ancak bu çözüm ekonomik olmayacak ve vitrin üzerlerinde pencerelerin oluşturduğu kamaşma

problemi sorun olacaktır. Amaç müzenin mümkün olduğunca doğal ışık ile aydınlatılmasıdır; o halde yan pencerelerin tek başına kullanılması yeterli değildir. Bunun tersi olarak pencere camlarının film lenmesi veya jaluzi, perde gibi güneşlikler kullanılarak kamaşma probleminin önüne geçilmesi daha doğru bir yaklaşımdır. Çalışma A-1 ile ilgili olarak hazırlanan uygunluk değerlendirme tablosu Çizelge 5.2’de görülmektedir.

5.2.2. Simülasyon (A-2) – yan pencerelerden ve mevcut tonozdan alınan toplam doğal ışığın etkisi

Yapının “Arasta” bölümü cam tonozlar ile aydınlanmaktadır. Tavandaki ahşap ızgaralar gereğinden fazla aydınlanmayı engellemek için sonradan konulmuştur (Resim 5.2). Bu ızgara ve bazı bölümlerde üzerine konan branda doğal ışığı bir oranda kesmekte ancak yine de yerinde yapılan doğal aydınlık düzeyi ölçümlerinde saptanan, ihtiyacın oldukça üzerinde oluşan aydınlık düzeylerini ve ısı kazancını engelleyememektedir. Ağustos ayının 13’ünde öğlen saatlerinde yapılan ölçümde sergi ve dolaşım alanlarının büyük bölümünde aydınlık düzeyi 1000 lüksün üzerinde ($DR>0,9-2,0$) ölçülmüştür (Çizelge 5.3).



Resim 5.2. Tavandaki ahşap ızgaralar [36]

Izgaralar ve branda olmaksızın yapının doğal formunu aydınlık düzeyi açısından değerlendirmek için ışıklık ve yan pencerelerin beraberce kullanıldığı form

modellenmiş ve test edilmiştir. Coğrafi ve iklimsel durumuna göre Türkiye, dört derece gün bölgesine ayrıldığında, Ankara ili, üçüncü derece gün bölgesinde yer almaktadır. Bu yüzden yapılarda enerji korunumu açısından kullanılacak pencereler çift camlı veya çift camlı Low-e kaplamalı olmalı ve pencerenin (U) değeri $2,6\text{W/m}^2\text{K}$ 'dan düşük olmalıdır [41]. Buna göre müzenin çatısında bulunan tonozda kullanmak için, bu şartları sağlayan ve ülkemizde üretilen cam tiplerinin gün ışığı geçirme katsayısı % 59 ile % 73 arasında değişmektedir [42]. Yapılan simülasyonda kullanılan ışıklık camı için bu değerlerin ortalaması alınarak, gün ışığı geçirme katsayısı % 66 olarak kabul edilmiştir.

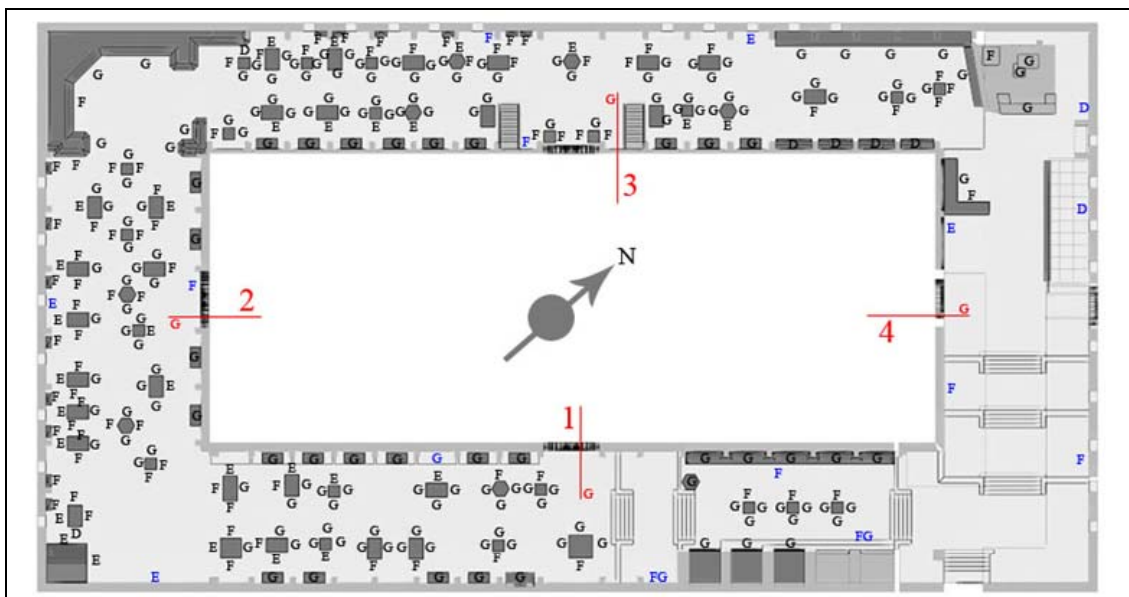
21 Haziran – 09:30 – açık gök koşullarında yan pencerelerden ve mevcut tonozdan alınan toplam doğal ışığın etkisi

Yaz aylarında mevcut çatı ışıklığının sergi ve dolaşım alanlarına etkisini incelemek üzere yapılan simülasyon, açık gök koşullarında, 21 haziran günü saat 09:30 için Şekil 5.11'deki sonucu vermiştir. Bu sonuca göre, güneş tam tepede olmamasına karşın, sergi alanlarında vitrin yüzeylerinde ölçülen aydınlık düzeyleri çoğu kez 1000 lüksün üzerindedir ($DR>1,04$). Güneş ışığının tonozdan geçip direkt olarak etkilediği yüzeylerde bu değer 5000 lüksün üzerine ($DR>5,22$) çıkmaktadır. Duvar yüzeylerinde bir kaç nokta hariç 1000 lüks'ün üzerinde, zeminde direkt gün ışığına maruz kalan bölümlerde 5000 lüksün üzerinde (bazı noktalarda 21000 lükse kadar ($DR\sim 22$)) aydınlık düzeyi ölçülmüştür (Şekil 5.11). Bu değerler kuşkusuz iç mekanda kullanıma uygun değerler değildir ve önlem almayı gerektirmektedir. Render edilen sahnelerde görüldüğü gibi ortamın aydınlığı yüzey renklerini algılamayı zorlaştırmaktadır (Şekil 5.12).

konforsuzluk yaratan ve sergilenen bazı az duyarlı nesnelere zararlı olabilecek düzeyde bir aydınlık oluşmaktadır.

Değerlendirme

Çizelge 5.3’de görülebileceği gibi, herhangi bir gölgeleme elemanı kullanmadan, mevcut çatı ışıklığından doğal ışık alınırsa, içeride ihtiyacın çok üzerinde aydınlık düzeyi oluşmaktadır. Bu durum bir müze yapısı için uygun değildir. Ölçümler diğer aylar için de sonucun benzer olacağını göstermektedir. Doğal ışıktan yararlanmak üzere çok daha farklı bir çatı ışıklık formu tasarlanmalıdır. Pencere alanı azaltılarak doğal ışığı istenilen oranda tutmak mümkündür. Bu yapılırsa mekandaki soğutma yükü de hissedilir biçimde azalacaktır [43].



Şekil 5.13.21 Haziran günü 09:30'da bulutlu gökyüzü için mevcut çatı ışıklığından ve pencerelerden giren toplam doğal ışık miktarı

Çizelge 5.3. Mevcut çatı ışıklığından ve yan pencerelerden giren doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uygun Olan	Az	Fazla	Uygun Olmayan	Uygunluk (%)
Tonoz (Açık gök)	21.Haz	09:30	1	84	0	0	84	84	0
			2	85	1	0	84	84	1
			3	119	0	0	119	119	0
			4	6	0	0	6	6	0
			zemin	22	0	0	22	22	0
			duvar	24	0	0	24	24	0
Tonoz (kapalı gök)			1	84	7	0	77	77	8
			2	85	13	0	72	72	15
			3	119	10	0	109	109	8
			4	6	0	0	6	6	0
			zemin	4	0	0	4	4	0
			duvar	15	2	0	13	13	13

5.3. Tek Katmanlı Çatı Işıklık Formlarının Analizi (B)

Tek katmanlı çatı sistemleri, iç mekan ile dış mekan arasında tek bir ayırıcı katmana sahip çatı sistemleridir. Doğal ışık şeffaf ya da yarı şeffaf malzemeler kullanılarak içeriye alınır. Cam, phlexiglass, polikarbonat en sıklıkla kullanılan malzemelerdir. Almanya’da bulunan Wallraf Richardz Müzesi, Portekiz’de, Lisbon’daki Modern Sanat Merkezi ve Fransa’da bulunan Grenoble Müzesi bu tip çatı ışıklık formları ile aydınlatılan müzelere örnektir [21].

Wallraf Richards Müzesi için tasarlanan çatı pencereleri, üç katmanlı temperli giydirme cam ile gün ışığını filtre etmektedir. Kuzeye yönlendirilmiş çatı fenerleri üst kat galerilerine ışığın süzülmesini sağlamaktadır. Çatı fenerindeki giydirme konstrüksiyonuna monte edilen metal storlar, odalara gün ışığının direkt olarak girmesini engellemektedir. Sergilenen nesneleri korumak için UV filtresi görevi gören alüminyum levhalar kullanılmaktadır [21].

Modern Sanat Merkezi’nde, çatıda dört kademeli olarak tasarlanmış kuzeye bakan ışıklıklar tasarlanmıştır. Işıklıklar gereğinde perdeler ile kapatılabilmektedir.

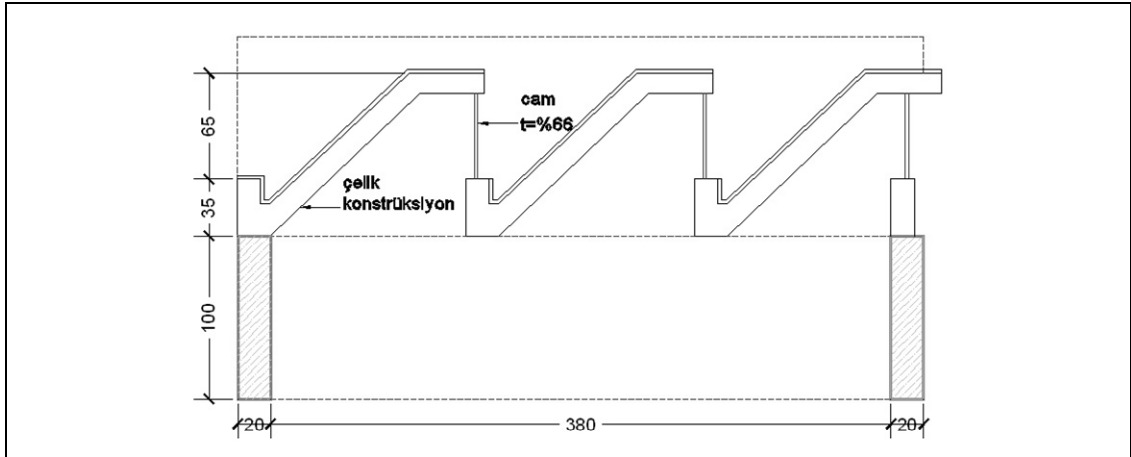
Sergilenen nesnelerin zararlı ışınlardan etkilenmemesi için, yarı şeffaf düşey storlar devreye sokulmaktadır [21].

Grenoble Müzesi'nde, bazı üç boyutlu nesneleri aydınlatmakta yararlanılan yan pencerelerin dışında genel olarak tepe ışıklıkları kullanılmaktadır. Çatıdan giren gün ışığını kontrol edebilmek için, ışık sensörlü güneş kırıcılar tasarlanmıştır. Klasik sanat galerileri güneye ve kuzeye bakan, 20.yy'a ait sanat eserlerinin bulunduğu galeri ise kuzeye bakan çatı ışıklıkları yardımıyla içeriye gün ışığı alırlar. Gün ışığı sabit elemanlarla kontrol edilirken, güneş ışığı hareketli güneş kırıcılar ile kontrol edilir. Güneş kırıcılar, tamamen açık, % 30 kapalı, % 60 kapalı ve tamamen kapalı olarak dört ayrı pozisyonda kullanılmaktadır. Dış sensörlerin algısına göre güneşlikler hareket etmekte ve uygun pozisyona gelmektedir [21].

5.3.1. Simülasyon (B-1) – tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya olan etkisi

“Arasta” da yapılan simülasyonlar arasında incelenen tek katmanlı tek yönlü çatı sistemi için, Grenoble Müzesi'nde 20.yy tablolarının sergilendiği salonun ışıklık kesiti örnek alınmış ve Anadolu Medeniyetleri Müzesi'ne uyarlanmıştır (Şekil 5.14). Yan pencereler aynı mevcut durumda olduğu gibi bırakılmıştır.

Müze, plandan da takip edileceği gibi (Şekil 4.1), kuzeydoğu-güneybatı yönünde yerleştiği için, tek yönlü çatı ışıklıklarının pencereleri tamamen kuzeye yönlendirilememiştir. Bunun yerine ışıklık, camlardan içeri gün ışığını kuzeydoğu ve kuzeybatıdan alacak biçimde üç boyutlu modele yerleştirilmiştir.



Şekil 5.14. Tek katmanlı tek yönlü ışıklık kesiti

Uygulanan sistem, 100cm'lik kirişlerin üzerinde kalan tonoz kaldırılarak, yerine üzeri çelik konstrüksiyonla örtülmüş, çift katmanlı, hava boşluklu, %66 ışık geçirme katsayısına sahip camlarla tek bir yönden ışık alan, su geçirimsizliği için üzeri metal levha örtü ile kaplanmış; altı, duvarlarda kullanılan krem renkli boya ile boyalı asma tavan ile kapatılmış bir çatı konstrüksiyonudur. Çatı suyu, yatayda kubbelerin bulunduğu alın duvarına kadar taşınıp, buradan oluklara aktarılmaktadır. Örnek çatı formunun, Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarının 21'nci günleri için simülasyonu yapılmış ve ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiştir.

21 Mart gününde tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Söz konusu çatı ışıklık tipi için yapılan simülasyon sonucunda Mart'ın 21'inci gününde açık gökyüzü koşullarında sergi alanları üzerine düşen doğal ışık oranı analiz edildiğinde; saat 09:30'da 3 numaralı sergi alanı ve saat 15:30'da 4 numaralı sergi alanında, Bedesten duvarının yüksekliği nedeniyle direkt güneş ışınları engellenmekte ve bu sayede uygun aydınlık düzeyleri oluşmaktadır (100-500 lüks) ($DR \sim 0,1-0,54$); bunun dışındaki saatlerde tüm alanlarda ihtiyaç duyulanın üzerinde aydınlık düzeyleri ölçülmüştür (500-1000 lüks) ($DR \sim 0,54-1,09$).

Bulutlu gökyüzü koşullarında ise gün boyunca 1 ve 2 numaralı sergi alanlarında genel olarak 50-100 lüks arası ($DR \sim 0,27-0,55$) yetersiz aydınlık düzeyleri oluştuğu

gözlenirken, diğer sergi alanlarında akşamüstü saatleri dışında uygun düzeyler oluşmaktadır. Doğal ışık uygunluk tablosu Çizelge 5.4'den takip edilebilir.

Çizelge 5.4. 21 Mart günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Tek Katmanlı Tek Yönlü	21.Mar	Açık	09:30	1	32	20	0	12	12	0	63	63
				2	39	23	0	16	16	0	59	59
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	4	0	2	2	0	67	67
			12:30	1	32	11	0	21	21	0	34	34
				2	39	9	0	30	30	0	23	23
				3	46	21	0	25	25	0	46	46
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			15:30	1	32	17	0	15	15	0	53	53
				2	39	18	0	21	21	0	46	46
				3	46	20	0	26	26	0	43	43
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
		Bulutlu	09:30	1	32	25	7	0	7	7	78	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	28	4	0	4	4	88	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	44	0	2	2	0	96	96
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	20	12	0	12	11	63	97
				2	39	26	13	0	13	12	67	97
				3	46	36	10	0	10	10	78	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

Çizelge'de genel olarak %95'in üzerindeki uygunluk oranları gri renk ile ifade edilmiştir. Bu ve bundan sonraki simülasyon uygunluk çizelgelerinde görülen D.A.U(%); yalnızca doğal ışığın vitrinler üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyinin uygunluğunu (D ve E aralığı), E.Y.A.U. (%) ise doğal aydınlatmaya destek olmak üzere ihtiyaç duyulan yapay aydınlatma miktarının (50 lüksü geçmeyecek kadar) uygunluğunu ifade etmektedir. 50 lüksü aşmayacak bir yapay aydınlatma desteğinin

uygun olduğu kabul edilmiştir. Yani doğal aydınlatma ile C aralığındaki aydınlık düzeyleri oluşuyor ise yapay aydınlatma ile ekonomik destek sağlanıyor demektir. Buna göre çatı sistemi 21 Mart’da bulutlu bir günde ekonomik yapay aydınlatma uygunluğunu tüm sergi alanları için sağlamıştır.

21 Haziran günde tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklılığının doğal aydınlatmaya etkisi

Uygunluk tablosu Çizelge 5.5’den takip edilebilecek olan simülasyonda, açık gökyüzü koşullarında içeri giren doğal ışığın mevsimsel yoğunluğuna ve açısına bağlı olarak 3 numaralı sergi alanı dışında kalan bölümlerde vitrinlerin düşey yüzeyleri genellikle 500-1000 lüks arası ($DR \sim 0,50-1,11$) bir aydınlık düzeyine sahiptir. 1 ve 2 numaralı sergi alanlarında “Bedesten” kapıları üzerinde kalan ışıklıklar çevrelerindeki yüzeyleri etkileyerek 1000 lüksün üzerinde ($DR > 1,01-1,11$) ışığ almalarına neden olmaktadır. 3 numaralı sergi alanında “Bedesten” duvarının yüksekliği, direkt güneş ışınlarnı engellediği için çoğu ölçüm noktasında 500 lüksün altına inen ($DR < 0,50-0,56$) uygun diye nitelendirilebilecek düzeyde vitrin aydınlılığı elde edilmektedir. (şekil 5.15). Bu dönemde aşırı ısı kazancını engellemek için gölgeleme elemanlarının kullanılmasında yarar vardır [44].



şekil 5.15. Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklılığı - 21 Haziran 09:30 – Açığ gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru

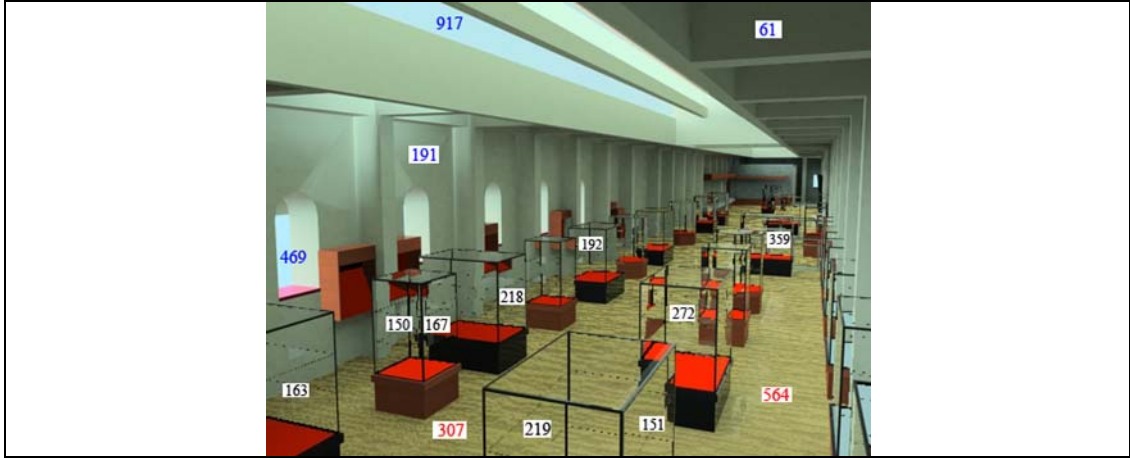
Bulutlu gökyüzü koşullarında iç mekanda genellikle oluşan aydınlık düzeyleri yeterlidir (Şekil 5.16). Yalnızca 3 numaralı sergi alanında sabah ve öğle saatlerinde bazı vitrinlerde 500 lüksün üzerinde ($DR>0,50$) aydınlık düzeyi oluşmaktadır. Ancak bu dönemde gökyüzünün tamamen bulutlarla kaplı olma ihtimali zayıf olduğundan değerlendirme buna göre yapılmalıdır.

Çizelge 5.5.21 Haziran günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U** (%)
Tek Katmanlı Tek Yönlü	21.Haz	Açık	09:30	1	32	5	0	27	27	0	16	16
				2	39	7	0	32	32	0	18	18
				3	46	21	0	25	25	0	46	46
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			12:30	1	32	4	0	28	28	0	13	13
				2	39	6	0	33	33	0	15	15
				3	46	3	0	43	43	0	7	7
				4	6	3	0	3	3	0	50	50
			15:30	1	32	4	0	28	28	0	13	13
				2	39	9	0	30	30	0	23	23
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	3	0	3	3	0	50	50
		Bulutlu	09:30	1	32	30	2	0	2	2	94	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	39	0	7	7	0	85	85
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	30	1	1	2	1	94	97
				2	39	38	0	1	1	0	97	97
				3	46	34	0	12	12	0	74	74
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			15:30	1	32	25	7	0	7	7	78	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları



Şekil 5.16. Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Bulutlu gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru

21 Eylül gününde tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Uygunluk çizelgesinde (Çizelge 5.6) görüleceği gibi bu dönemde açık gökyüzü koşulları olduğu zaman sabah saatlerinde 3 numaralı sergi alanı ve öğleden sonra 4 numaralı sergi alanı dışında sergi alanlarında gün boyu ihtiyacın üzerinde (500 lüks üzeri, $DR > 0,52-0,65$) doğal ışık tespit edilmiştir. Bulutlu gökyüzü koşullarında ise sabah ve öğle saatlerinde uygun aydınlık düzeyleri sağlanırken, saat 15:30'dan itibaren vitrin yüzeylerinde ölçülen aydınlık düzeyi yetersizdir (100 lüksün altında, $DR < 0,13$) ve yapay aygıtlarla desteklenmelidir.

Çizelge 5.6. 21 Eylül günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U** (%)
Tek Katmanlı Tek Yönlü	21.Eyl	Açık	09:30	1	32	11	0	21	21	0	34	34
				2	39	22	0	17	17	0	56	56
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	4	0	2	2	0	67	67
			12:30	1	32	12	0	20	20	0	38	38
				2	39	9	0	30	30	0	23	23
				3	46	22	0	24	24	0	48	48
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			15:30	1	32	23	0	9	9	0	72	72
				2	39	21	0	18	18	0	54	54
				3	46	12	0	34	34	0	26	26
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
		Bulutlu	09:30	1	32	25	7	0	7	7	78	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	28	4	0	4	4	88	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	44	0	2	2	0	96	96
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	19	13	0	13	12	59	97
				2	39	25	14	0	14	11	64	92
				3	46	35	11	0	11	11	76	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Aralık gününde tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Kış aylarında tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı kullanımında, açık gök koşullarında genellikle Arasta içinde vitrin yüzeyleri için uygun aydınlık düzeyleri oluşmuştur. Ancak bulutlu günlerde doğal aydınlatma iç mekanda 100 lüksün altında ($DR < 1,07$) değerler oluşturduğundan tek başına yeterli olmamaktadır. Uygun koşulları sağlamak üzere kullanılan yapay aydınlatma gereçleri ekonomik elektrik harcamasının üzerinde harcama yapacaktır (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. 21 Aralık günü için tek katmanlı tek yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Tek Katmanlı Tek Yönlü	21.Ara	Açık	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	38	0	1	1	0	97	97
				3	46	36	10	0	10	10	78	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	30	0	2	2	0	94	94
				2	39	24	0	15	15	0	62	62
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	22	9	1	10	9	69	97
				2	39	31	1	7	8	1	79	82
				3	46	44	1	1	2	1	96	98
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
		Bulutlu	09:30	1	32	15	17	0	17	10	47	78
				2	39	16	23	0	23	20	41	92
				3	46	26	20	0	20	20	57	100
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
			12:30	1	32	19	13	0	13	12	59	97
				2	39	24	15	0	15	13	62	95
				3	46	36	10	0	10	10	78	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100
			15:30	1	32	0	32	0	32	13	0	41
				2	39	0	39	0	39	14	0	36
				3	46	1	45	0	45	23	2	52
				4	6	0	6	0	6	1	0	17

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

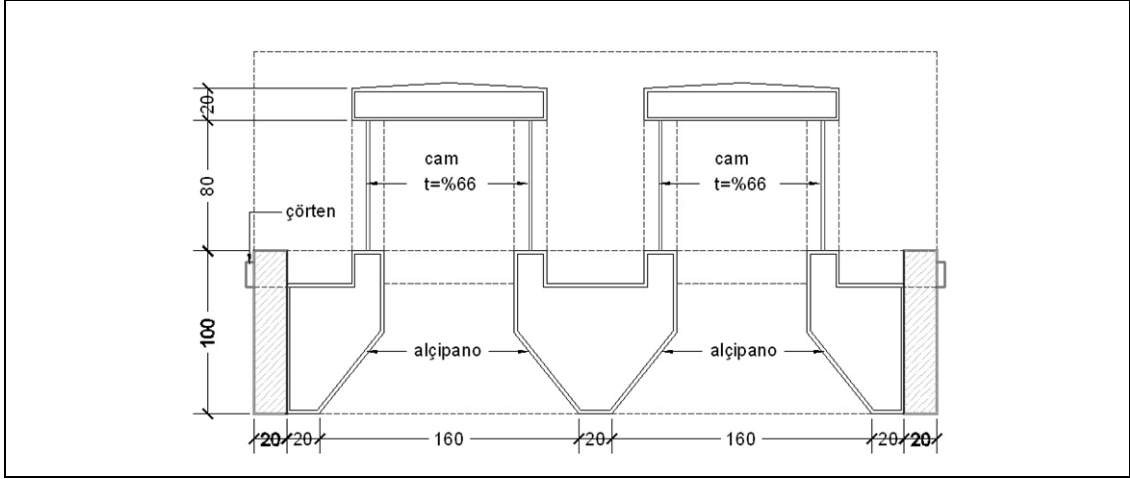
** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

İlgili simülasyon sonucu ulaşılan aydınlık düzeyleri ölçüm şemaları EK-2’de görülebilir.

5.3.2. Simülasyon (B-2) – tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya olan etkisi

İncelenen tek katmanlı çift yönlü çatı sistemi için, Grenoble Müzesi’nde 18.yy eserlerinin sergilendiği salonun ışıklık kesiti örnek alınmış ve Anadolu Medeniyetleri

Müzesi'ne uyarlanmıştır (Şekil 5.17). Yan pencereler aynı mevcut durumda olduğu gibi bırakılmıştır.



Şekil 5.17. Tek katmanlı çift yönlü ışıklık kesiti

Işıklık, camlardan içeri gün ışığını kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu ve güneybatıdan alacak biçimde üç boyutlu modele yerleştirilmiştir. Uygulanan sistem, 100cm'lik kirişlerin üzerinde kalan tonoz kaldırılarak, yerine üzeri çelik konstrüksiyonla geçilmiş, çift katmanlı, hava boşluklu, % 66 ışık geçirime katsayısına sahip camlarla iki yönden ışık alan, su geçirimsizliği için üzeri, metal levha örtü ile kaplanmış; altı, duvarlarda kullanılan krem renkli boya ile boyalı asma tavan ile kapatılmış bir çatı konstrüksiyonudur. Çatı suyu yine bir önceki örnekte olduğu gibi yatayda kubbelerin bulunduğu alın duvarına kadar taşınıp, buradan çörtlenlere aktarılmaktadır.

21 Mart gününde tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Örnek ışıklık tipi için yapılan simülasyonda 21 Mart tarihinde açık gökyüzü koşullarında genel olarak ihtiyacın üzerinde (500 lüksten fazla, $DR > 0,5$), bulutlu gök koşullarında genel olarak gün boyunca yetersiz (100 lüksten az, $DR < 0,1$) doğal aydınlık düzeyi saptanmıştır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. 21 Mart günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Tek Katmanlı Çift Yönlü	21.Mar	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	18	0	21	21	0	46	46
				3	46	44	0	2	2	0	96	96
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			12:30	1	32	2	0	30	30	0	6	6
				2	39	2	0	37	37	0	5	5
				3	46	5	0	41	41	0	11	11
				4	6	1	0	5	5	0	17	17
			15:30	1	32	10	0	22	22	0	31	31
				2	39	14	0	25	25	0	36	36
				3	46	7	0	39	39	0	15	15
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
		Bulutlu	09:30	1	32	28	4	0	4	4	88	100
				2	39	22	17	0	17	16	56	97
				3	46	31	15	0	15	15	67	100
				4	6	2	4	0	4	4	33	100
			12:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	29	10	0	10	10	74	100
				3	46	42	4	0	4	4	91	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100
			15:30	1	32	14	18	0	18	18	44	100
				2	39	10	29	0	29	20	26	77
				3	46	16	30	0	30	30	35	100
				4	6	1	5	0	5	4	17	83

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

Açık günlerde yalnızca sabah saatlerinde 3 numaralı sergi alanında, bulutlu günlerde ise yalnızca öğle saatlerinde 1 numaralı sergi alanında uygun düzeyler ölçülmüştür. Sabah saatlerinde 1 numaralı sergi alanı güneş ışığını tam anlamıyla direkt olarak almaktadır.

21 Haziran gününde tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Uygunluk çizelgesinde görüleceği gibi (Çizelge 5.9) 21 Haziran günü tek katmanlı çift yönlü ışıklık için yapılan simülasyonda güneşli bir günde sergi alanında ihtiyacın üzerinde (500-5000 lüks, $0,50 < DR < 5$) aydınlık düzeyleri oluşmaktadır.

Çizelge 5.9. 21 Haziran günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Tek Katmanlı Çift Yönlü	21.Haz	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	15	0	24	24	0	38	38
				3	46	1	0	45	45	0	2	2
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
			12:30	1	32	5	0	27	27	0	16	16
				2	39	10	0	29	29	0	26	26
				3	46	13	0	33	33	0	28	28
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
			15:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	8	0	31	31	0	21	21
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
		Bulutlu	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	27	12	0	12	12	69	100
				3	46	44	2	0	2	2	96	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100
			12:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	32	7	0	7	7	82	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	29	3	0	3	3	91	100
				2	39	22	17	0	17	16	56	97
				3	46	37	9	0	9	9	80	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

1 numaralı sergi alanı hem sabah hem öğleden sonra, 3 numaralı sergi alanı ise öğleden sonra direkt güneş ışığına maruz kalmaktadır. Algı, simülasyon programına göre Şekil 5.18'deki gibidir. Bulutlu bir günde ise sabah ve öğle ölçülen değerler,

tavsiye eden değerlere uygundur (100-500 lüks arası, $0,1 < DR < 0,5$) (Şekil 5.19). Yapay aydınlatmaya duyulan ihtiyaç ekonomik sınırlar içerisinde.



Şekil 5.18. Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Açık gökyüzünde 1 numaralı sergi koridoru



Şekil 5.19. Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı - 21 Haziran 09:30 – Bulutlu gökyüzünde 2 numaralı sergi koridoru

21 Eylül gününde tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Bu tarihte güneşli gökyüzü ortamında 12:30'da ölçülen değerler yüksektir. Sabah saatlerinde 1 numaralı sergi alanını etkileyen direkt güneş ışığı dikkate değer oranda rahatsız edicidir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10. 21 Eylül günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Tek Katmanlı Çift Yönlü	21.Eyl	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	27	0	12	12	0	69	69
				3	46	18	0	28	28	0	39	39
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			12:30	1	32	3	0	29	29	0	9	9
				2	39	2	0	37	37	0	5	5
				3	46	13	0	33	33	0	28	28
				4	6	1	0	5	5	0	17	17
			15:30	1	32	17	0	15	15	0	53	53
				2	39	16	0	23	23	0	41	41
				3	46	16	0	30	30	0	35	35
				4	6	4	0	2	2	0	67	67
		Bulutlu	09:30	1	32	29	3	0	3	3	91	100
				2	39	24	15	0	15	14	62	97
				3	46	35	11	0	11	11	76	100
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
			12:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	26	13	0	13	13	67	100
				3	46	41	5	0	5	5	89	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100
			15:30	1	32	17	15	0	15	12	53	91
				2	39	9	30	0	30	20	23	74
				3	46	12	34	0	34	33	26	98
				4	6	1	5	0	5	3	17	67

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

4 numaralı sergi alanında diğerlerine göre daha uygun aydınlık düzeyleri gözlenmektedir. Bulutlu gök koşullarında ise tam tersi olarak 12:30'da 1 numaralı sergi alanında tüm vitrinler üzerinde tam istenilen düzeyde (yaklaşık 300 lüks dolay, DR~1,80) aydınlık oluşmakta, diğer alanlarda ise çoğunlukla doğal aydınlatma tek başına yetersiz kalmaktadır (100 lüksün altında, DR<0,6).

21 Aralık gününde tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığının doğal aydınlatmaya etkisi

Kış aylarında söz konusu çatı formu için güneşli günlerde sabah saatleri dışında uygun aydınlık düzeyleri (100-500 lüks, (DR~0,12-0,62)) göze çarparken, genellikle bu dönemde oluşması beklenen bulutlu hava koşullarında doğal ışıktan hemen hemen hiç yararlanılamadığı gözlenmiştir (100 lüks altında, DR<0,62) (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11.21 Aralık günü için tek katmanlı çift yönlü ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U** (%)
Tek Katmanlı Çift Yönlü	21.Ara	Açık	09:30	1	32	4	0	28	28	0	13	13
				2	39	32	0	7	7	0	82	82
				3	46	20	26	0	26	25	43	98
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	2	0	30	30	0	6	6
				2	39	13	0	26	26	0	33	33
				3	46	41	0	5	5	0	89	89
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
			15:30	1	32	25	6	1	7	6	78	97
				2	39	26	0	13	13	0	67	67
				3	46	38	8	0	8	8	83	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
		Bulutlu	09:30	1	32	4	28	0	28	25	13	91
				2	39	1	38	0	38	23	3	62
				3	46	1	45	0	45	36	2	80
				4	6	0	6	0	6	3	0	50
			12:30	1	32	14	18	0	18	18	44	100
				2	39	9	30	0	30	21	23	77
				3	46	14	32	0	32	31	30	98
				4	6	1	5	0	5	4	17	83
			15:30	1	32	0	32	0	32	2	0	6
				2	39	0	39	0	39	6	0	15
				3	46	0	46	0	46	0	0	0
				4	6	0	6	0	6	0	0	0

Özellikle öğleden sonraları sergi mekanları tamamen yapay ışıkla aydınlatılmak zorundadır. İlgili simülasyon sonucu ulaşılan aydınlık düzeyleri ölçüm şemaları EK-3’de görülebilir.

5.4. Çift Katmanlı Çatı Işıklık Formlarının Analizi (C)

Çift katmanlı çatı sistemleri, iç mekan ile dış mekan arasında iki yüzeye sahip çatı sistemleridir. Bu iki yüzey genellikle cam, phlexiglass, polikarbonat gibi şeffaf veya yarı şeffaf malzemeler ile giydirilmiş konstrüksiyondan oluşmaktadır. Gün ışığının zararlı etkilerini giderebilmek için bu kabuklar kendi içlerinde çeşitli filtrelerle sahip olabilirler.

Çift katmanlı sistemlerde de aynı tek katmanlı sistemlerde olduğu gibi gün ışığının direkt etkisini kesebilmek için güneş kırıcı elemanlar kullanılabilir. İlk katmandan geçen güneş ışığı, bu sayede ikinci katmana daha homojen olarak ulaştırılabilir. Soğuk dönemlerde, iki yüzey arasındaki ayırıcı hava katmanı ısı yalıtımı sağlayan bir bölüm olarak çalıştırılabilir. Sıcak mevsimlerde ise bu bölüm aşırı ısı kazançlarına neden olabileceğinden havalandırılması gereklidir [8].

Fransa, Paris’de bulunan Louvre Müzesi’ne ait “Sept Metres” sergi odası örneğinde, gün ışığından daha uygun biçimde yararlanabilmek için çift katmanlı ışıklık sistemi tasarlanmıştır. Üst kabuk cam, alt kabuk ise cam+polikarbonat katmandan oluşmuştur. Üst katmanda dış hava koşullarının neden olduğu, kirden, tozdan, eskimeden kaynaklı lekeler, alt katman sayesinde içeriden algılanmamaktadır. Her iki katmanın ışık geçirgenliği, içeriye uygun oranda ışığın girebilmesini sağlayacak biçimde ayarlanmıştır. Birinci katman, ışık dağıtıcı filme sahip, 3 mm kalınlığında çift lamine camlı malzemeden oluşurken; altta kalan ikinci katman, 6mm kalınlığında, kumlu cam ve polikarbonat paneldir [21].

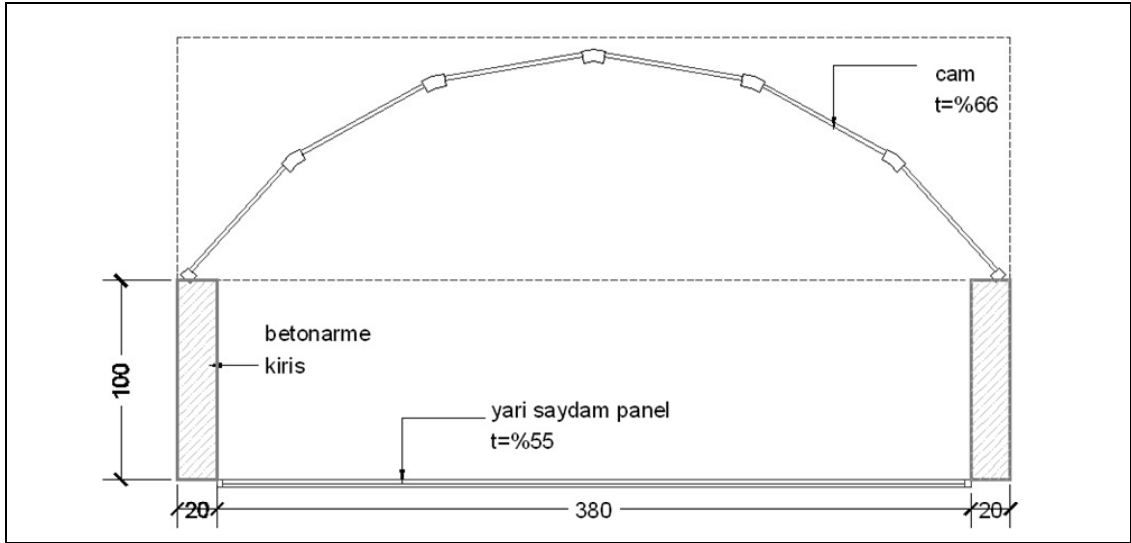
Yenilenen çatı ışıklık sisteminde, çatı arasında kullanılan yapay aydınlatma aygıtları ile gün ışığı desteklenmektedir. Yarı şeffaf alt tavanın üzerinde alttan görülmeyecek biçimde floresanlar yerleştirilmiştir [21].

Belçika, Brüksel’de bulunan, günümüzde çizgi romanların sergilendiği bir müze olarak kullanılan “Waucquez Binası”; yine çift katmanlı çatı sistemine sahip bir yapıdır. Üstteki katman ışık geçirgenliği % 76 olan camlı eğik yüzeyli bir çatı, altta kalan katman ise ışık geçirgenliği % 52 olan yarı şeffaf polikarbonat panellerden oluşan yatay yüzeyli bir katmandır. Işık bu sayede içeriye homojen bir biçimde dağıtılmaktadır. İki katman arasında kalan boşluk havalandırılmasına rağmen yaz aylarında 35 dereceye varan sıcaklık sistemin olumsuzluğudur [21].

1850’li yılların başlarında galeri aydınlatması üzerinde ilk teoriyi geliştiren Cockerell’in teorisi de bir çift katmanlı çatıdır [3]. Cockerell’in “National Gallery” için önerdiği sistemde; çatıdan alınan gün ışığının, iki yöne ayrılarak duvarda sergilenen nesnelerin üzerine mümkün olduğu kadar dike yakın bir açıyla düşürülmesi amaçlanmıştır. Bunun için çatı penceresinin altında ikinci bir yatay kabuk oluşturulmuştur. Bu kabukta oluşturulan, duvar boyunca uzanan tonozlar kısmen, ışığın uygun açıyla mekan içerisine alınmasını sağlayacak biçimde şeffaf bırakılmıştır. Bu şeffaf kısımdan gün ışığı iç mekana alınır.

5.4.1. Simülasyon (C-1) – güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya olan etkisi

“Arasta” da yapılan simülasyonlar arasında incelenen çift katmanlı çatı sistemi için, Waucquez Binası ışıklık kesiti örnek alınmış ve Anadolu Medeniyetleri Müzesi’ne uyarlanmıştır (Şekil 5.20). Yan pencereler aynı mevcut durumda olduğu gibi bırakılmıştır.



Şekil 5.20. Güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı çatı kesiti

Ankara iklimi ile Brüksel iklimi karşılaştırıldığında, özellikle yaz aylarında Ankara'da güneş ışığının ve sıcaklığın daha etkili olduğu görülür. Bu yüzden modelde uygulanan sistemde üst katmanın ışık geçirgenliği % 66 olarak seçilmiştir. Bu değer; Bölüm 5.2.2'de belirtildiği gibi ülkemizde üretilen cam tiplerinin gün ışığı geçirme katsayısı ortalamasıdır ve doktora çalışması boyunca kullanılan tüm sistemlere ait cam katmanları için aynı oran kullanılmıştır. Alttaki yarı şeffaf panelli yüzeyin ışık geçirgenlik katsayısı ise yarı transparan cam için ortalama bir değer olan % 55'dir.

21 Mart gününde güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

Çizelge 5.12'de görüldüğü gibi güneşli hava koşullarında vitrinler üzerindeki aydınlık düzeyleri genellikle 1000 lüks üzerindedir ($DR > 1,02$). Bulutlu havalarda dahi ancak öğleden sonra bazı vitrinlerde uygun düzeyler ölçülebilmektedir.

Çizelge 5.12. 21 Mart günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı	21.Mar	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	5	0	41	41	0	11	11
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			15:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
		Bulutlu	09:30	1	32	8	0	24	24	0	25	25
				2	39	24	0	15	15	0	62	62
				3	46	12	0	34	34	0	26	26
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			12:30	1	32	1	0	31	31	0	3	3
				2	39	14	0	25	25	0	36	36
				3	46	3	0	43	43	0	7	7
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
			15:30	1	32	23	0	9	9	0	72	72
				2	39	34	0	5	5	0	87	87
				3	46	32	0	14	14	0	70	70
				4	6	5	0	1	1	0	83	83

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Haziran gününde güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

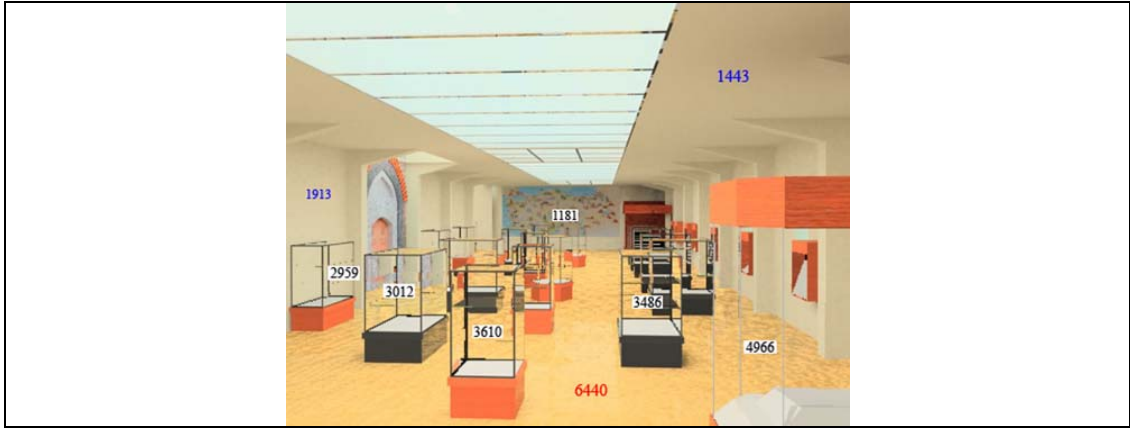
Bu dönemde, hem açık hem de bulutlu gökyüzü koşullarında, çift katmanlı olarak tasarlanan çatı ışıklığı, güneş kırıcılara sahip olmadığında tüm sergi alanlarında, ihtiyacın üzerinde aydınlık düzeyleri oluşmasına (500 lüksten fazla, $DR > 0,50$) neden olmuştur (Bkz. Çizelge 5.13). Çoğu zaman oluşan 1000 lüksün üzerindeki ($DR > 1,0$) aydınlık düzeyleri sergilenen nesnelere zarar verebilir ve algıyı zorlaştırabilir (Bkz. Şekil 5.21 ve Şekil 5.22).

Çizelge 5.13.21 Haziran günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı	21.Haz	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			15:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
		Bulutlu	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	5	0	34	34	0	13	13
				3	46	2	0	44	44	0	4	4
				4	6	1	0	5	5	0	17	17
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	6	0	33	33	0	15	15
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	1	0	5	5	0	17	17
			15:30	1	32	3	0	29	29	0	9	9
				2	39	18	0	21	21	0	46	46
				3	46	6	0	40	40	0	13	13
				4	6	4	0	2	2	0	67	67

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları



Şekil 5.21. Güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 9:30
– Açık gökyüzünde 2 numaralı sergi koridoru



Şekil 5.22. Güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 9:30
– Bulutlu gökyüzünde 1 numaralı sergi koridoru

21 Eylül gününde güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

Haziran ayında olduğu gibi Eylül ayı için yapılan simülasyonda da açık gökyüzü şartlarında gün boyu bu çatı ışıklık tipinin içeride çok yüksek aydınlık düzeyleri oluşturduğu oluşmasına (500 lüksten fazla, $DR > 0,50$) gözlenmektedir. Sabah saatlerinden başlayarak öğleden sonraya kadar genellikle Arasta'nın tümünde 1000-5000 lüks arası oluşmasına ($1,0 < DR < 5,0$) aydınlık düzeyleri saptanmıştır. Yalnızca sabah 09:30'da 3 nolu 15:30'da ise 4 nolu sergi alanlarında 500-1000 ($DR \sim 0,54-1,09$) lüks dolayında değerler ölçülmüştür ki bu değerler de müze için kabul edilebilir

değerlerin üzerindedir. Bulutlu bir günde bile ancak öğleden sonra akşamüstüne doğru oluşan doğal aydınlık düzeyleri verilmiş standartlara uygundur (Çizelge 5.14).

Çizelge 5.14. 21 Eylül günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı	21.Eyl	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	2	0	44	44	0	4	4
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			15:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
		Bulutlu	09:30	1	32	5	0	27	27	0	16	16
				2	39	19	0	20	20	0	49	49
				3	46	6	0	40	40	0	13	13
				4	6	4	0	2	2	0	67	67
			12:30	1	32	1	0	31	31	0	3	3
				2	39	13	0	26	26	0	33	33
				3	46	3	0	43	43	0	7	7
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
			15:30	1	32	26	0	6	6	0	81	81
				2	39	36	0	3	3	0	92	92
				3	46	43	0	3	3	0	93	93
				4	6	6	0	0	0	0	100	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Aralık gününde güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

Kış aylarında güneş ışınlarının geliş açılarının azalması yüzünden diğer mevsimlere göre açık gökyüzü koşullarında bazı sergi alanlarında daha uygun aydınlık düzeyleri (100-500 lüks arası, DR~0,71-1,14) oluşmaktadır. 09:30'da 3 numaralı, 15:30'da da

3 ve 4 numaralı sergi alanlarında tam ihtiyaç duyulan değerler ölçülmüştür (300-500 lüks arası, DR~0,42-1,14) (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15.21 Aralık günü için güneş kırıcıya sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı	21.Ara	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	8	0	31	31	0	21	21
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	1	0	5	5	0	17	17
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	7	0	39	39	0	15	15
				4	6	3	0	3	3	0	50	50
			15:30	1	32	29	0	3	3	0	91	91
				2	39	20	0	19	19	0	51	51
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
		Bulutlu	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	38	0	1	1	0	97	97
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	25	0	7	7	0	78	78
				2	39	35	0	4	4	0	90	90
				3	46	42	0	4	4	0	91	91
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			15:30	1	32	31	1	0	1	1	97	100
				2	39	26	13	0	13	13	67	100
				3	46	43	3	0	3	3	93	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100

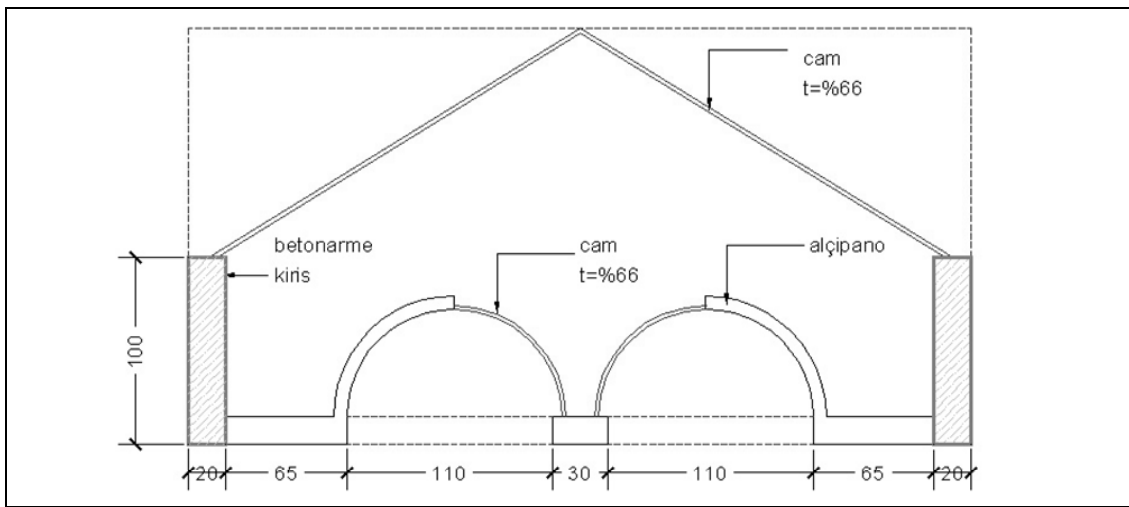
* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

Gökyüzünün bulutlarla kaplı olması durumunda içeride oluşan aydınlık düzeyleri de tatminkardır (100-500 lüks arası, DR~0,90-4,54). İlgili simülasyon sonucu ulaşılan aydınlık düzeyleri ölçüm şemaları EK-4'de görülebilir.

5.4.2. Simülasyon (C-2) – sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya olan etkisi

“Arasta” da yapılan simülasyonlarda incelenen sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı sistemi için, Cockerell’in “National Gallery” için önerdiği ışıklık kesiti örnek alınmış ve Anadolu Medeniyetleri Müzesi’ne uyarlanmıştır (Şekil 5.23). Yan pencereler aynı mevcut durumda olduğu gibi bırakılmıştır.



Şekil 5.23. Sabit güneş kırıcıya sahip çift katmanlı çatı kesiti

Bu çatı formunda üstteki katman “Tonoz” örneğindeki gibi ışık geçirgenlik çarpanı % 66 olan cam bir beşik çatıdır. Alt katmanın yarısı, şekilde görüldüğü gibi ışık geçirgenliği % 66 olan cam malzeme ile şeffaflaştırılmış, gün ışığını kısmen engelleyen iki tonozdan meydana gelmektedir. Bu ışıklık formu, yılın dört mevsimi için sabah, öğle ve akşam saatlerinde analiz edilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

21 Mart gününde sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

Sistem güneşi engelleyen elemanlara sahip olmasına rağmen, bu elemanların sabit oluşu, açık gök koşulları için sabah saatlerinde 1 nolu, öğle saatlerinde de 1 ve 4 nolu sergi alanlarında aşırı aydınlık düzeyi oluşmasına (500 lüksten fazla, $DR > 0,5$) neden

olmuştur. Sabah 09:30'da 3 nolu sergi alanında üç ölçüm noktası dışında beklenen 100-500 lüks arası değerler ölçülse de genel olarak gün boyu 500 lüksün üzerinde aydınlık düzeyleri ölçülmüştür. Bulutlu bir günde ise diğer çatı tiplerine oranla ulaşılan düzeyler 100-500 lüks arasındır ($0,30 < DR < 1,54$) (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.16. 21 Mart günü için sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı	21.Mar	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	8	0	31	31	0	21	21
				3	46	43	0	3	3	0	93	93
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	1	0	38	38	0	3	3
				3	46	1	0	45	45	0	2	2
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			15:30	1	32	8	0	24	24	0	25	25
				2	39	6	0	33	33	0	15	15
				3	46	6	0	40	40	0	13	13
				4	6	4	0	2	2	0	67	67
		Bulutlu	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	38	1	0	1	1	97	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
			12:30	1	32	31	0	1	1	0	97	97
				2	39	39	0	0	0	0	100	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	36	3	0	3	3	92	100
				3	46	45	1	0	1	1	98	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Haziran gününde sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

Bu dönemde, açık gökyüzü koşullarında, söz konusu çatı ışıklığı, tüm sergi alanlarında, duvar yüzeylerinde ve zeminde ihtiyacın üzerinde (500 lüks üzeri, $DR>0,5$) aydınlık düzeyleri oluşmasına neden olmuştur. Aydınlık düzeyi standartlara uygun vitrin sayısı hiç bir sergi alanında tüm vitrinlerin % 33'ünü geçmemektedir. Zemin ve duvar yüzeylerinde de vitrin yüzeylerinde olduğu gibi 500 lüksün üzerinde değerler ölçülmüştür (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 09:30 – Açık gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru



Şekil 5.25. Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı – 21 Haziran 09:30 – Bulutlu gökyüzünde 3 numaralı sergi koridoru

Aynı çatı formunda aynı dönemde gökyüzü bulutlu olduğunda ise, bir iki nokta hariç, zemin dışındaki tüm ölçüm noktalarında son derece uygun aydınlık düzeyleri ölçülmüştür (100-500 lüks arası, DR~0,24-1,20). Sistem bulutlu gökyüzü ortamında müze aydınlatması için standartlara uygun aydınlık düzeyleri oluşturmaktadır (Çizelge 5.17), (Şekil 5.25).

Çizelge 5.17.21 Haziran günü için güneş kırıcıya sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı	21.Haz	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	3	0	36	36	0	8	8
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	0	0	39	39	0	0	0
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			15:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	2	0	37	37	0	5	5
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	2	0	4	4	0	33	33
		Bulutlu	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	39	0	0	0	0	100	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	25	0	7	7	0	78	78
				2	39	37	0	2	2	0	95	95
				3	46	42	0	4	4	0	91	91
				4	6	5	0	1	1	0	83	83
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	38	1	0	1	1	97	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Eylül gününde sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

21 Haziran ölçümleriyle benzer sonuçlar veren 21 Eylül ölçümlerinde açık hava koşullarındaki aydınlık düzeyleri ihtiyaç duyulananın üzerindedir (500 lüks üzeri, $DR > 0,5$). Yalnızca 3 numaralı sergi alanında sabah saatlerinde uygun değerlendirmesi yapılabilir (100-500 lüks arası, $DR \sim 0,1-0,52$). Bulutlu gökyüzü şartları iç ortam doğal aydınlığı için idealdir (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18.21 Eylül günü için güneş kırıcıya sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı	21.Eyl	Açık	09:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	8	0	31	31	0	21	21
				3	46	43	0	3	3	0	93	93
				4	6	1	0	5	5	0	17	17
			12:30	1	32	0	0	32	32	0	0	0
				2	39	1	0	38	38	0	3	3
				3	46	0	0	46	46	0	0	0
				4	6	0	0	6	6	0	0	0
			15:30	1	32	14	0	18	18	0	44	44
				2	39	9	0	30	30	0	23	23
				3	46	6	0	40	40	0	13	13
				4	6	4	0	2	2	0	67	67
		Bulutlu	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	37	2	0	2	2	95	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
			12:30	1	32	31	0	1	1	0	97	97
				2	39	39	0	0	0	0	100	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	35	4	0	4	4	90	100
				3	46	44	2	0	2	2	96	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Aralık gününde sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatıların doğal aydınlatmaya etkisi

Söz konusu çatı ışıklığı kış ayları için uygun bulunmamıştır. Diğer mevsimlerden farklı olarak açık gökyüzü koşullarında nispeten daha elverişli sonuçlara ulaşılsa da (100-300 lüks arası, DR~0,12-0,37) bu dönemde genellikle bulutlu gökyüzü hakimdir ve bu şartlarda aydınlık düzeyleri genellikle yetersizdir (100 lüksün altında, DR<0,62). Yapay aydınlatmanın daha fazla kullanılması gerekecektir (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19. 21 Aralık günü için güneş kırıcıya sahip çift katmanlı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı	21.Ara	Açık	09:30	1	32	17	0	15	15	0	53	53
				2	39	32	0	7	7	0	82	82
				3	46	42	4	0	4	4	91	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	6	0	26	26	0	19	19
				2	39	9	0	30	30	0	23	23
				3	46	42	0	4	4	0	91	91
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
			15:30	1	32	30	0	2	2	0	94	94
				2	39	32	0	7	7	0	82	82
				3	46	44	2	0	2	2	96	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100
		Bulutlu	09:30	1	32	30	2	0	2	2	94	100
				2	39	25	14	0	14	13	64	97
				3	46	43	3	0	3	3	93	100
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
			12:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	35	4	0	4	4	90	100
				3	46	44	2	0	2	2	96	100
				4	6	5	1	0	1	1	83	100
			15:30	1	32	5	27	0	27	17	16	69
				2	39	0	39	0	39	21	0	54
				3	46	0	46	0	46	37	0	80
				4	6	0	6	0	6	2	0	33

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

İlgili simülasyon sonucu ulaşılan aydınlık düzeyleri ölçüm şemaları EK-5’de görülebilir.

5.5. Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı Çatı Işıklığının Analizi (D)

Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde Anadolu Medeniyetleri Müzesi Arasta Bölümü için simüle edilmiş hiçbir çatı ışıklığı tipi doğal aydınlatma açısından yılın her günü ve günün her saati için tamamen uygun sonuç vermemiştir. Müze yapısı için tasarlanacak yeni ışıklık tipinin, aydınlatmaya bağlı elektrik giderlerini azaltmak için, iç mekandaki konfor sıcaklığını değiştirmeden doğal aydınlatmadan olabildiğince yararlanacak biçimde kurgulanması gereklidir. Yeni planlama, mevsimlere ve günün saatlerine göre sürekli değişen gök koşullarına otomatik olarak uyum sağlayarak iç ortamda sergi alanları için gerekli aydınlık düzeyini arzulanan sınırlar içinde tutmalıdır. Bu şartları sağlamak üzere müze binası için yeni bir çatı ışıklık sistemi önerilmiştir.

5.5.1. Öneri çatı sisteminin oluşturulmasındaki yöntem

Tepe ışıklığından doğal ışığı en uygun biçimde alabilmek için ilk etapta çözülmesi gereken sorunun güneş ışığını direkt olarak iç mekana alınmaması olduğu önceki analizlerden yola çıkarak gözlenmiştir. Bu sorunu yalnızca cam veya pleksiglass gibi geçirgen veya yarı geçirgen elemanların kalınlıkları, yansıtıcılıkları veya geçirgenlik dirençleri ile çözmek uygun değildir. Çünkü örneğin Haziran ayında öğle saatlerinde oluşan güneş ışığının etkisini azaltmak için kullanılan malzeme özellikleri, kış aylarında iç mekana alınmak istenen ışık düzeyini de etkileyecektir. Kontrol edilebilir geçirgenliğe sahip malzeme üretimi oldukça pahalıdır. Buradan yola çıkarak sistemde yarı geçirgen elemanların yanısıra güneşin direkt bileşenini kesen ve bunu istenilen doğrultuda ve büyüklükte aktaran güneş kırıcıların kullanımı tercih edilmiştir. Güneşi engelleyen elemanlar sabit olduğunda günün bazı saatlerinde güneş ışığının direkt bileşeni engellenemezken, kimi zaman da güneş ışığından

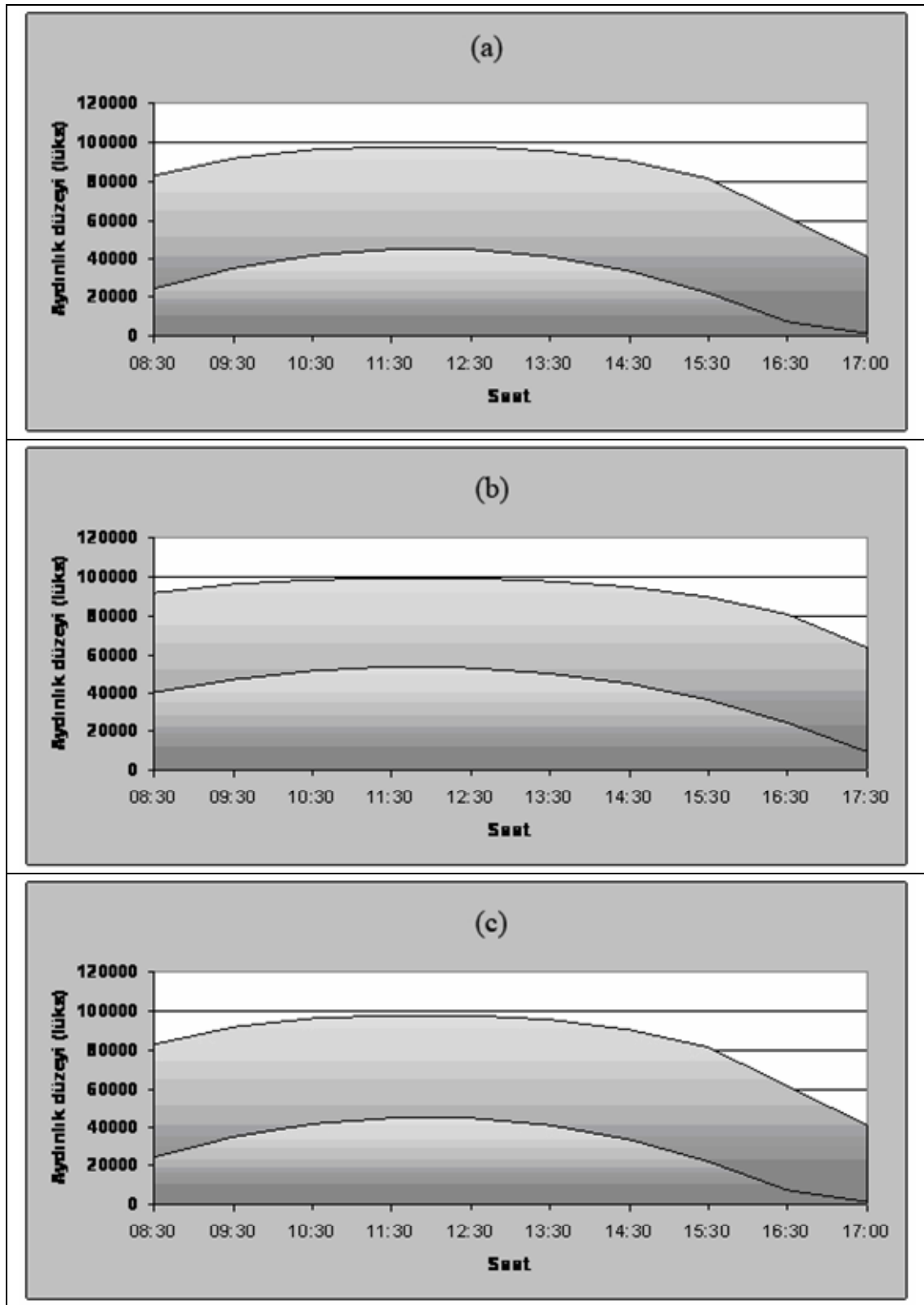
yeterli ölçüde yararlanılamadığı görülmüştür. Bu yüzden güneş kırıcılar güneş açısına bağlı olarak hareket edecek biçimde tasarlanmıştır.

Güneş açılarının tespit edilmesi

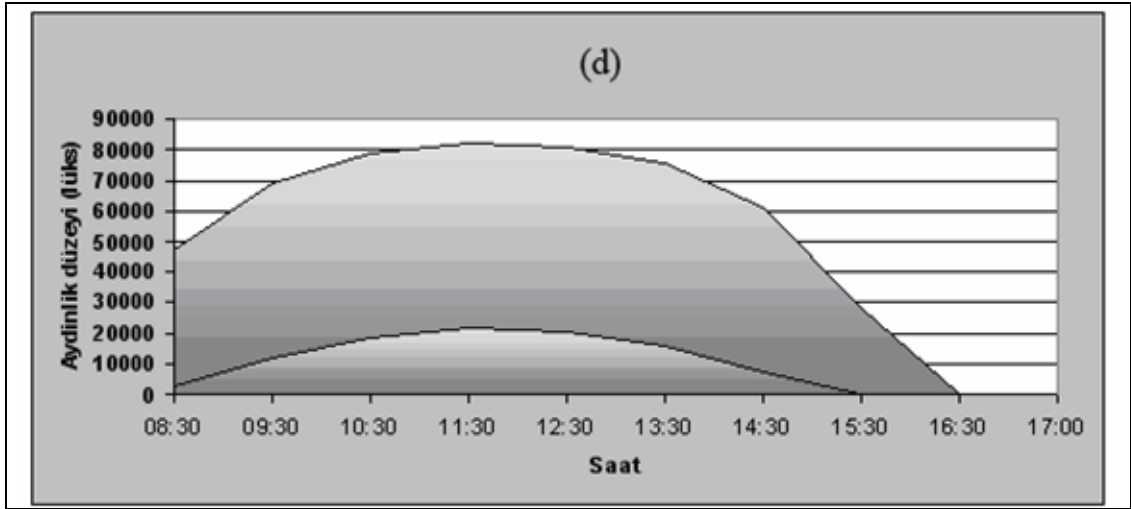
Güneş kırıcılarının uygun açılarda yerleştirilebilmesi için güneş ışınlarının belirli saatlerde hangi açılarda geldiğinin saptanması gereklidir. Bu yüzden hesaplamalar aynı kabullerle yapıldığı için 3dstudio max programı içerisindeki Ankara verileri dikkate alınmıştır. Bu verilere göre güneş ışınlarının yükseklik ve güney açısı müzenin açık olduğu saatler için ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinin dönüm günleri olan 21Mart, 21Haziran, 21Eylül ve 21Aralık tarihleri için plan, güneybatı görünüşü ve güneydoğu görünüşü baz alınarak belirlenmiştir (EK-7).

Güneşin dönemsel olarak oluşturduğu engellenmemiş dış ortam aydınlığına ilişkin bilgiler

Ankara için günümüze dek yıllık gün ışığı değerleri ölçümü yapılmadığı için, bu çalışmadaki tüm simülasyonlarda 3dsmax programının Ankara için otomatik olarak verdiği dış ortam aydınlık düzeyi verileri dikkate alınmıştır. Çalışmanın gereği tüm simülasyonlarda aynı değerler kullanıldığından sapmaların da aynı olacağı ve sonuçları etkilemeyeceği düşünülmüştür. Buna göre Ankara için hesaplamaların yapıldığı tarih ve saatlerde geçerli olan gün ışığı bilgileri Şekil 5.26'daki gibidir.



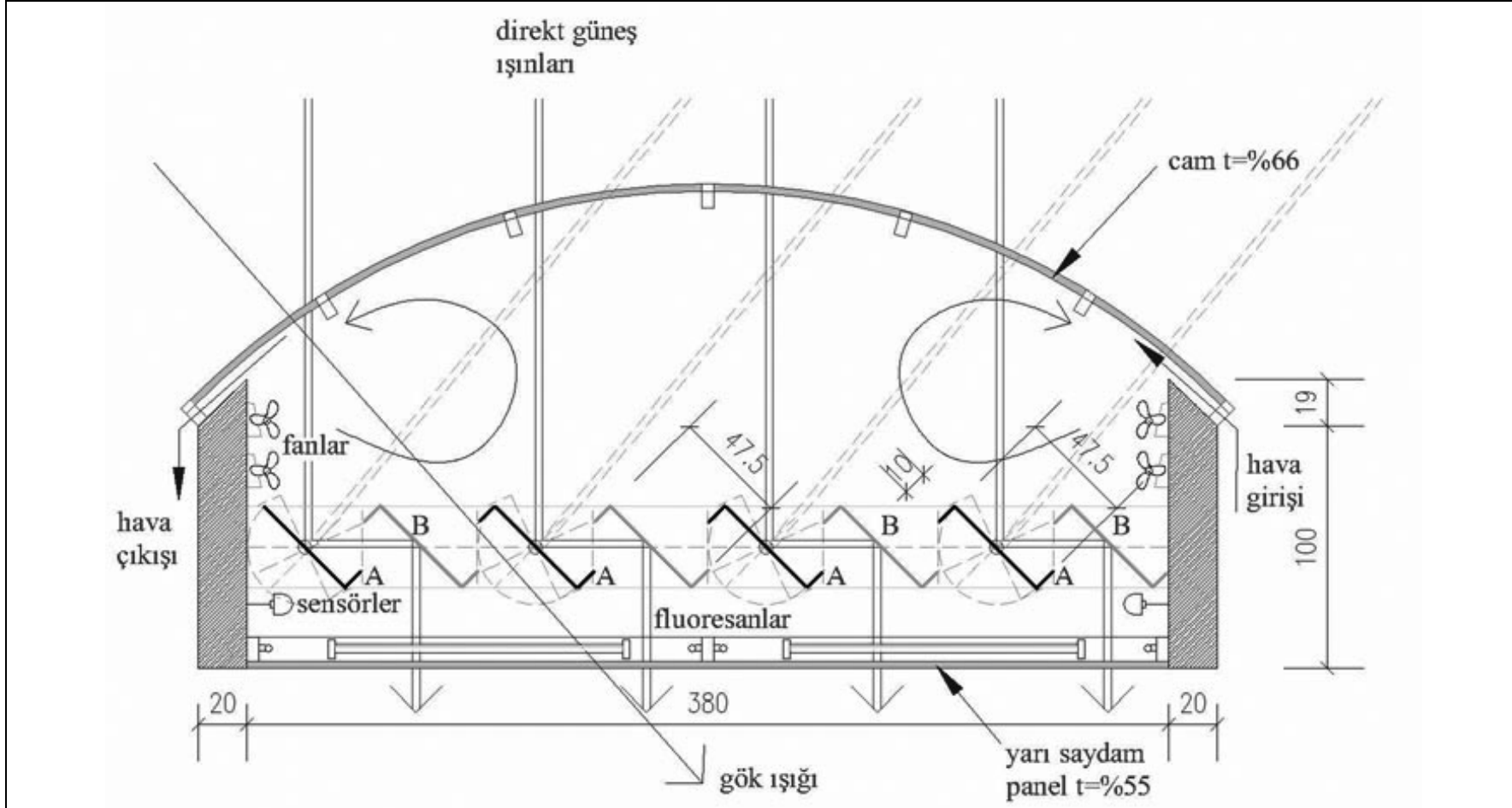
Şekil 5.26. 3dsmax programına göre Ankara için dönemselsel engellenmemiş dış ortam aydınlık düzeyleri a) 21 Mart, b) 21 Haziran, c) 21 Eylül, d) 21 Aralık



Şekil 5.26. (Devam) 3dsmax programına göre Ankara için dönemsel engellenmemiş dış ortam aydınlık düzeyleri a) 21 Mart, b) 21 Haziran, c) 21 Eylül, d) 21 Aralık

5.5.2. Öneri çatı sisteminin işleyişi

Önerilen çift katmanlı çatı ışıklığı, direkt güneş ışığını geçirmeyecek ancak gökışığını içeri alacak biçimde, Arasta Bölümü için özel olarak tasarlanmıştır. Kabuğun gün ışığını ara katmana ileten üst yüzeyi ışık geçirgenlik katsayısı % 66 olan ısıcamdan, en alt yüzeyi ise ışık geçirgenlik çarpanı % 55 olan yarı saydam panellerden oluşmaktadır. Sistemde A ve B tipi olmak üzere iki tip güneş kırıcı bulunmaktadır (Şekil 5.27 ve Şekil 5.28). Bu güneş kırıcılar; birbirlerinden farklı fazlarda hareket etmektedirler. Sistemde, ara katmanda bulunan fanlar ısınan durgun havayı hava çıkış deliklerine yönlendirerek, sıcak günlerde iç mekanda oluşabilecek aşırı ısı kazancını engellemektedir. Buna karşın soğuk günlerde hava çıkış delikleri kapatılarak iç mekan sıcaklığı artırılmaktadır. Yan pencerelerden gelen ışığın karşıdaki vitrinlerde yarattığı kamaşmanın önüne geçebilmek için tüm yan pencereler ışık geçirmeyecek biçimde karartılmıştır.

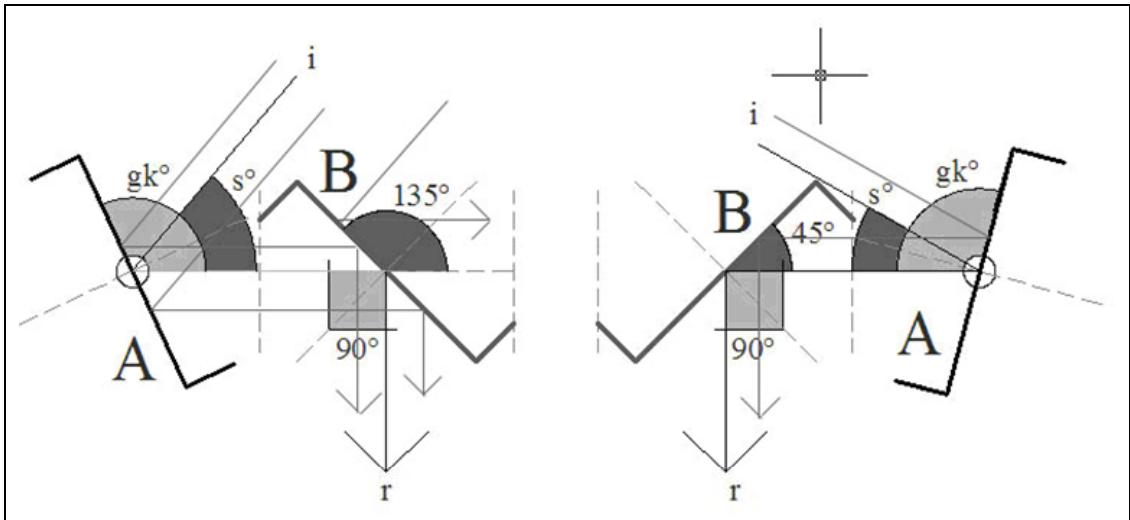


Şekil 5.27. Önerilen çift katmanlı çatı sisteminin kesiti

Uygulamada bu karartma perdeler ya da filmleme yardımıyla yapılabilir. Gün ışığının sergi alanlarını aydınlatmakta yetersiz kaldığı gökyüzü koşullarında ve saatlerde güneş kırıcılar ile yarı saydam paneller arasında kalan bölüme yerleştirilen loşlaştırılabilen fluoressanlar aydınlık düzeyini algılayıcı sensörler yardımıyla devreye girmektedir. Şekil 5.27’de öneri sisteme ilişkin detay kesit olarak verilmektedir.

Güneş kırıcılar

Güneşin hareketlerine bağlı olarak açıları değişen güneş kırıcılar, dolaylı gün ışığından maksimum yarar sağlayacak biçimde kurgulanmıştır. Elemanların malzemesi PVC kabul edilmiştir ve ışık yansıtma katsayıları % 35’dir. Bu değer; güneş kırıcılara %50 ile %10 arasında ve her yüzde beş dilim için değişen oranlarda ışık yansıtma katsayısı verilerek hesap yapıldıktan sonra uygun bulunarak tercih edilmiştir. Güneş kırıcıların açıları; güneşin iç mekana direkt olarak alınmasını engelleyecek ve direkt güneş ışınlarının yataya göre açısı ne olursa olsun iç mekana izdüşümsel olarak sürekli aynı açıyla (90°) alınmasını sağlayacak biçimde ayarlanmıştır (Şekil 5.28). Güneş kırıcılar direkt güneş ışığını belli bir ölçüde engellerken, gök ışığını büyük oranda içeri alabilmektedir.



Şekil 5.28. A ve B tip güneş kırıcı açıları ve farklı açılarda alınan güneş ışığının yansıtılma biçimi

Burada (i) güneş ışınlarının geliş doğrultusunu, (r) güneş ışınlarının güneş kırıcılarından yansıdıktan sonra iç mekana giriş doğrultusunu, (gk^0) A tipi güneş kırıcıların yatayla yaptığı açıyı, (s^0) güneş ışınlarının yatayla yaptığı açıyı ifade etmektedir. A tipi güneş kırıcılar yataya göre 45^0 ve 135^0 'lik açılar arasında kalmak şartıyla her konumda hareket yeteneğine sahipken, B tipi kırıcılar yataya göre yalnızca 45^0 , 90^0 ve 135^0 açılarında üç konumda hareket etmektedir. A tipi güneş kırıcıların açıları için aşağıdaki eşitlik oluşturulmuştur (Eş. 4.1).

$$gk^0 = (s^0/2) + 90 \quad (4.1)$$

Bu eşitlik kullanılarak yapılan hesaplamalarda ulaşılan sonuçlara göre yılın belli günleri ve saatleri için güneşin açılarına göre elde edilen güneş kırıcı açıları Çizelge 5.20'deki gibidir. Böylelikle güneş ışınlarının hacme direkt girişi engellenirken, yansımış güneş ışığı ve gök ışığı içeri alınarak fonksiyona uygun doğal aydınlatma sağlanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 5.20. Yılın çeşitli günleri ve saatleri için öneri sistemde kullanılan güneş kırıcıların konumu

21.Ara			
Saat	gk açısı		s açısı
	A	B	
830	96	135	12
900	98	135	16
930	100	135	20
1000	102	135	23
1030	104	135	27
1100	105	135	30
1130	107	135	33
1200	109	135	37
1230	111	135	41
1300	113	135	45
1330	116	135	51
1400	119	135	58
1430	125	135	69
1502	90	90	90
1530	90	90	123
1600	90	90	162
1620	günbatımı		
1700	gece		

21.Mar			
Saat	gk açısı		s açısı
	A	B	
830	105	135	30
900	107	135	34
930	109	135	38
1000	111	135	42
1030	113	135	46
1100	116	135	51
1130	118	135	55
1200	120	135	60
1230	123	135	66
1300	126	135	72
1330	130	135	80
1405	45	45	90
1430	50	45	99
1500	56	45	111
1530	62	45	124
1600	69	45	138
1630	76	45	151
1700	81	45	162

*gk açısı : güneş kırıcıların yatayla yaptığı açı.

*s açısı : güneş ışınlarının yatayla yaptığı açı.

Çizelge 5.20. (Devam) Yılın çeşitli günleri ve saatleri için öneri sistemde kullanılan güneş kırıcıların konumu

21.Haz			
Saat	gk açısı		s açısı
	A	B	
830	113	135	45
900	115	135	49
930	116	135	52
1000	118	135	56
1030	120	135	59
1100	121	135	62
1130	123	135	66
1200	125	135	70
1230	128	135	75
1300	130	135	80
1330	133	135	85
1355	45	45	90
1430	49	45	97
1500	52	45	104
1530	56	45	112
1600	60	45	120
1630	64	45	128
1700	68	45	136
1730	72	45	144

21.Eyl			
Saat	gk açısı		s açısı
	A	B	
830	102	135	23
900	104	135	28
930	106	135	32
1000	109	135	37
1030	111	135	41
1100	113	135	45
1130	115	135	49
1200	117	135	53
1230	119	135	58
1300	122	135	63
1330	125	135	69
1400	128	135	76
1430	132	135	84
1450	45	45	90
1530	52	45	104
1600	59	45	117
1630	65	45	130
1700	72	45	144
1730	78	45	156

*gk açısı : güneş kırıcıların yatayla yaptığı açı.

*s açısı : güneş ışınlarının yatayla yaptığı açı.

Çizelge’de açık gri ile belirtilen saatler gün dönümünü ifade etmektedir. Sistem otomatik olarak çalışacaktır. Gün ışığının yetersiz olduğu sensörler tarafından tespit edilince floresan lambalar devreye girecektir. Öneri çatı ışıklık sistemi, bilgisayar simülasyonuna dahil edilerek, yılın dört mevsimi için sabah, öğle ve akşam saatlerinde analiz edilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

21 Mart gününde önerilen sistemin doğal aydınlatmaya etkisi

Çizelge 5.21’den uygunluk durumu izlendiğinde bu tarihte güneşli bir günde tüm saatlerde 100-500 (DR~0,1-0,52) lüks arası yeterli aydınlık düzeyi oluşmaktadır. Bulutlu bir günde ise gün boyu az bir yapay aydınlatma desteği (0-50 lüks arası) sergi alanlarının en iyi biçimde aydınlatılması için yeterlidir.

Çizelge 5.21. 21 Mart günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Öneri	21.Mar	Açık	09:30	1	32	31	0	1	1	0	97	97
				2	39	38	0	1	1	0	97	97
				3	46	37	9	0	9	9	80	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	30	0	2	2	0	94	94
				2	39	36	0	3	3	0	92	92
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	39	0	0	0	0	100	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
		Bulutlu	09:30	1	32	15	17	0	17	17	47	100
				2	39	19	20	0	20	17	49	92
				3	46	14	32	0	32	32	30	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100
			12:30	1	32	17	15	0	15	15	53	100
				2	39	21	18	0	18	17	54	97
				3	46	19	27	0	27	27	41	100
				4	6	2	4	0	4	4	33	100
			15:30	1	32	27	5	0	5	5	84	100
				2	39	25	14	0	14	13	64	97
				3	46	35	11	0	11	11	76	100
				4	6	4	2	0	2	2	67	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Haziran gününde önerilen sistemin doğal aydınlatmaya etkisi

Çizelge 5.22’de görüldüğü gibi güneşli bir 21 Haziran gününde simülasyon sonuçları sistemin mükemmel işlediğini göstermektedir. Hemen hemen tüm ölçüm noktalarında 100-500 lüks arası aydınlık düzeyi değerlerine ulaşılmıştır (DR~0,1-0,52). Az bir ihtimal olarak ortaya çıkan bulutlu bir günde de 50 lüksü geçmeyecek düzeyde yapay aydınlatma desteği ile sergi alanlarında tam istenilen kalitede aydınlatma sağlanacaktır.

Çizelge 5.22. 21 Haziran günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Öneri	21.Haz	Açık	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	37	1	1	2	1	95	97
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	31	0	1	1	0	97	97
				2	39	38	0	1	1	0	97	97
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	37	0	2	2	0	95	95
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
		Bulutlu	09:30	1	32	21	11	0	11	11	66	100
				2	39	33	6	0	6	6	85	100
				3	46	29	17	0	17	17	63	100
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
			12:30	1	32	20	12	0	12	12	63	100
				2	39	26	13	0	13	12	67	97
				3	46	34	12	0	12	12	74	100
				4	6	2	4	0	4	4	33	100
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	35	4	0	4	4	90	100
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Eylül gününde önerilen sistemin doğal aydınlatmaya etkisi

Gökyüzü koşulları ne olursa olsun, 21 Eylül gününde müze ekonomik (50 lüksü geçmeyecek) yapay aydınlatma desteği ile son derece uygun biçimde aydınlatılmaktadır. Güneşli bir günde günün tamamında yapay aydınlatmaya hemen hemen hiç gereksinim duyulmamaktadır (Çizelge 5.23).

Çizelge 5.23. 21 Eylül günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Öneri	21.Eyl	Açık	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	35	4	0	4	4	90	100
				3	46	42	4	0	4	4	91	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	37	0	2	2	0	95	95
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			15:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	37	0	2	2	0	95	95
				3	46	46	0	0	0	0	100	100
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
		Bulutlu	09:30	1	32	17	15	0	15	15	53	100
				2	39	22	17	0	17	16	56	97
				3	46	21	25	0	25	25	46	100
				4	6	2	4	0	4	4	33	100
			12:30	1	32	17	15	0	15	15	53	100
				2	39	20	19	0	19	18	51	97
				3	46	19	27	0	27	27	41	100
				4	6	2	4	0	4	4	33	100
			15:30	1	32	27	5	0	5	5	84	100
				2	39	21	18	0	18	16	54	95
				3	46	31	15	0	15	15	67	100
				4	6	2	4	0	4	4	33	100

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

21 Aralık gününde önerilen sistemin doğal aydınlatmaya etkisi

Kış günlerinde az görülen güneşli bir gün için sabah ve öğle saatlerinde 3 numaralı sergi alanı dışında kalan alanlara yalnızca doğal aydınlatma ile yeterli ışık (100-500 lüks arası, DR~0,12-0,61) alınmıştır ve tüm gün için ekonomik yapay aydınlatma sağlanabilmektedir. Ancak kapalı gökyüzü koşullarında yapay aydınlatma desteği 100 lüks ve üzerinde katkı sağlamalıdır. (Çizelge 5.24). İlgili simülasyon sonucu ulaşılan aydınlık düzeyleri ölçüm şemaları EK-6'da görülebilir.

Çizelge 5.24. 21 Aralık günü için önerilen çatı ışıklık formunda vitrinler üzerinde ölçülen doğal ışığın uygunluğu

Çatı Işıklık tipi	Gün	Gökyüzü Koşulu	Saat	Sergi Alanı	Ölçüm Sayısı	Uyg. Olan (D-E)	Yetersiz (A-B-C)	Fazla (F-G-H)	Uygun Olmayan	Eko. yap. ayd. sağlayan (C)	D.A.U* (%)	E.Y.A.U ** (%)
Öneri	21.Ara	Açık	09:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	39	0	0	0	0	100	100
				3	46	0	46	0	46	25	0	54
				4	6	6	0	0	0	0	100	100
			12:30	1	32	32	0	0	0	0	100	100
				2	39	38	0	1	1	0	97	97
				3	46	37	9	0	9	9	80	100
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
			15:30	1	32	16	16	0	16	16	50	100
				2	39	26	13	0	13	13	67	100
				3	46	31	15	0	15	15	67	100
				4	6	3	3	0	3	3	50	100
		Bulutlu	09:30	1	32	3	29	0	29	17	9	63
				2	39	1	38	0	38	30	3	79
				3	46	0	46	0	46	31	0	67
				4	6	0	6	0	6	4	0	67
			12:30	1	32	4	28	0	28	23	13	84
				2	39	8	31	0	31	26	21	87
				3	46	0	46	0	46	38	0	83
				4	6	1	5	0	5	3	17	67
			15:30	1	32	0	32	0	32	14	0	44
				2	39	0	39	0	39	14	0	36
				3	46	0	46	0	46	26	0	57
				4	6	0	6	0	6	1	0	17

* Doğal aydınlatmanın standartlara uygun düzeyde olduğu ölçüm noktaları

** Yalnızca 50lüks veya altında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyan ölçüm noktaları

6. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Arasta Bölümü'nün çatı ışıklığı doğal aydınlatma açısından değerlendirilmiş ve müzede sergilenen nesneler açısından uygun bulunmamıştır. Mevcut çatı ışıklığı yerine sergi alanında doğal aydınlatmadan daha uygun biçimde yararlanabilmek için, müzenin çatısında uygulanabilme olanağı bulunan, çeşitli dünya müzelerinde doğal aydınlatmadan yararlanmak üzere tasarlanmış dört farklı çatı ışıklık formu (tek katmanlı tek yönlü, tek katmanlı çift yönlü, güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı, sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı) ve yeni geliştirilen öneri çatı ışıklık sistemi (hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı), bilgisayarda aydınlatma simülasyonu yapılarak incelenmiş ve Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarının 21'nci günlerinde (mevsim dönümleri) 09:30, 12:30 ve 15:30 saatlerinde (sabah, öğle, öğleden sonra) elde edilen aydınlık düzeyi ve gün ışığı faktörleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 6.1, 6.2). Müzede sergi vitrinleri içerisinde sergilenen nesneler açısından en uygun doğal aydınlatmanın elde edilmesi için ve doğal aydınlatmanın yetersiz kaldığı dönemlerde ihtiyaç duyulan yapay aydınlatma oranı açısından değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede; Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Ankara için aylık ortalama güneşlenme süreleri [45] ve 3dsmax bilgisayar programının Ankara için doğal aydınlık düzeyi verileri kullanılarak, aylık güneşlenme katsayısı çizelgesi oluşturulmuş, çizelgedeki katsayıların tüm yıla oranı saptanmış ve simülasyon sonucunda sergi vitrinleri üzerinde ölçülen aydınlık düzeyi uygunluk değerleri, saptanan bu rakama göre analiz edilmiştir (EK-8, EK-9). Analizin nasıl yapıldığına ilişkin örnek EK-10'da görülebilir.

6.1. Doğal Aydınlatma Uygunluğu Açısından Değerlendirme

Tüm çatı formlarına ilişkin doğal aydınlatma uygunluğunun gösterildiği Çizelge 6.1 incelendiğinde; karşılaştırılan çatı formlarının arasında yıl boyunca elde edilen ortalama aydınlık düzeyleri bakımından en avantajlı koşulu sağlayanının, müze için tasarlanmış olan “hareketli güneş kırıcılara sahip öneri çatı ışıklık sistemi” olduğu görülmektedir. % 76'lık yıllık ortalama doğal aydınlatma uygunluğu ölçülen

simülasyonda 21 Aralık gününde bulutlu bir havada elde edilen %5’lik oran genel ortalamayı çok düşürmüştür. Güneş kırıncıların bu dönemde doğal ışığı en az etkileyecek biçimde yerleştirilmesi bile bu oranı arttırmamaktadır. Bulutlu gök koşullarında, diğer sistemlerle kıyaslandığında, yalnızca “güneş kırıncılara sahip olmayan çift katmanlı ışıklık formuna” göre avantajlı, diğerlerine göre dezavantajlı olduğu görülmektedir. Açık gök koşullarında ise kış ayları dışında her mevsimde uygunluk bakımından birinci sıradadır ve ortalama olarak %96’lık bir uygunluk oranına sahiptir.

Simülasyon sonuçlarına göre en dezavantajlı doğal aydınlatma koşulunu %23’lük yıllık ortalama oranı ile “güneş kırıncılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklık formu” oluşturmuştur (Şekil 6.1). 21 Haziran ve 21 Eylül’de açık gök koşulları için yapılan simülasyonlarda sergi vitrinleri üzerindeki tek bir ölçüm noktasında bile ihtiyaca uygun 100-500 lüks arası aydınlık düzeyi saptanamamıştır. 21 Mart’ta ise yalnızca tek bir ölçüm noktasında bu değer okunabilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu dönemlerde gereksinim duyulandan çok daha fazla ışık kazancının oluştuğunu göstermektedir. Yıl boyunca bu çatı tipi yalnızca kapalı gök koşullarında aralık ayı için %89’luk oranla uygun sonuç vermektedir.

“Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklık formu”; açık gökyüzü koşullarında haziran ayı içerisinde çoğu zaman (%79 oranında) ihtiyaç fazlası doğal ışık kazancı sağlamakta (500 lüks üzeri), kapalı gökyüzü koşullarında aralık ayında sergi alanlarında çoğunlukla (%61 oranında) yetersiz doğal ışık düzeyi (100 lüksten az) oluşturmaktadır. Her türlü gökyüzü koşulu için yıllık ortalamada ise %65’lik doğal aydınlatma uygunluğuna sahiptir ve önerilen sistemden sonraki en uygun çatı ışıklık tipidir.

“Sabit güneş kırıncılara sahip çift katmanlı ışıklık formu” için yapılan simülasyonlarda açık gök koşullarında aralık ayında %73 oranında, kapalı gök koşullarında ise mart, haziran ve eylül aylarında %94’ün üzerindeki oranlarda, 100-500 lüks arası uygun aydınlık düzeyleri ölçülmüştür. Bunun dışında kalan durumlarda oluşan aydınlık düzeyleri ya yetersiz ya da aşırıdır. “Sabit güneş

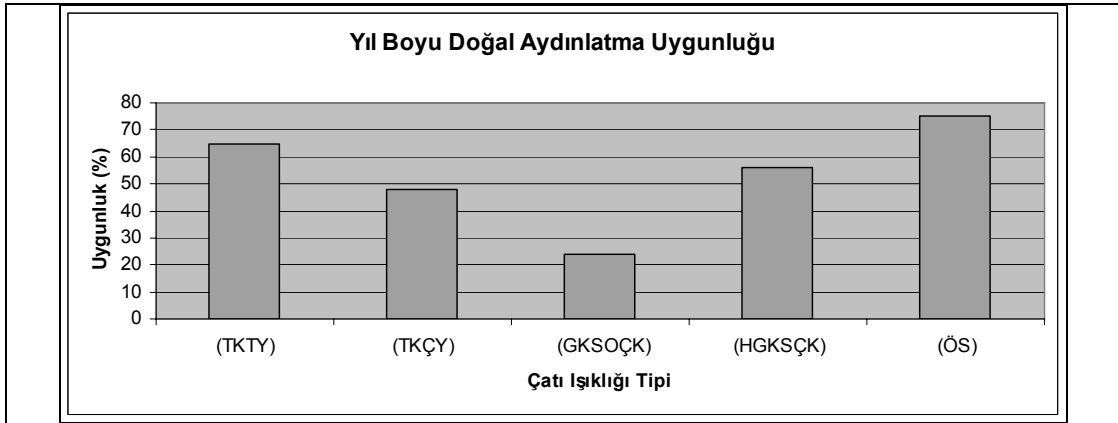
kırıcılara sahip çift katmanlı ışıklık formu”; tüm gökyüzü koşulları için yıllık ortalama değerlendirmesinde, müze için doğal aydınlatma açısından beş tip arasında üçüncü uygun tiptir.

Çizelge 6.1. Örnek çatı formlarının doğal aydınlatma açısından karşılaştırılması

Doğal Aydınlatma Uygunluğu (%)	Açık Gökyüzü				Açık Gökyüzü Ortalaması
	21.Mar	21.Haz	21.Eyl	21.Ara	
Tek Katmanlı Tek Yönlü (TKTY)	60	21	58	85	47
Tek Katmanlı Çift Yönlü (TKÇY)	32	19	37	63	31
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı (GKSOÇK)	1	0	0	45	4
Sabit Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı (SGKSÇK)	23	4	23	73	20
Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip (ÖS)	97	99	98	72	96
Katsayı	6,77	12,65	11,31	3,09	
Doğal Aydınlatma Uygunluğu (%)	Bulutlu Gökyüzü				Bulutlu Gökyüzü Ortalaması
	21.Mar	21.Haz	21.Eyl	21.Ara	
Tek Katmanlı Tek Yönlü (TKTY)	86	91	84	39	83
Tek Katmanlı Çift Yönlü (TKÇY)	58	84	60	11	64
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı (GKSOÇK)	49	17	49	89	41
Sabit Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı (SGKSÇK)	96	95	94	57	91
Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip (ÖS)	55	74	51	5	56
Katsayı	6,77	12,65	11,31	3,09	
Doğal Aydınlatma Uygunluğu (%)					Yıl Ortalaması
Tek Katmanlı Tek Yönlü (TKTY)					65
Tek Katmanlı Çift Yönlü (TKÇY)					48
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı (GKSOÇK)					23
Sabit Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı (SGKSÇK)					56
Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip (ÖS)					76

“Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklık formu”, 21 haziranda Ankara için fazla rastlanmayan kapalı gök koşulu söz konusu olduğunda %84'lük doğal aydınlatma uygunluğuna sahiptir. Bunun dışındaki dönemlerde ve gök koşullarında uygunluk

%65'i hiç geçememektedir. Bu tespitler sonucunda “tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklılık formu”; doğal aydınlatma bakımından ikinci dezavantajlı çatı tipi olarak göze çarpmıştır.



Şekil 6.1. Çatı ışıklığı tipine göre yıl boyunca her türlü gök koşulunda, iç mekanda ölçülen doğal aydınlık düzeylerinin uygunluğu

6.2. İhtiyacın Üzerinde Aydınlanma Açısından Değerlendirme

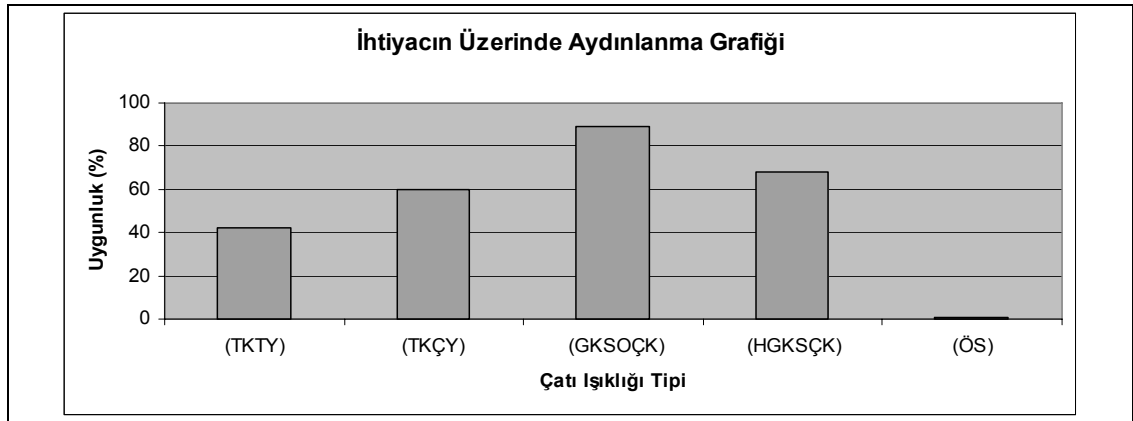
Simülasyonlar sonucunda özellikle açık gök koşullarında sergi alanlarının üzerinde çoğu kez ihtiyacın üzerinde (>500 lüks) doğal aydınlık düzeyi ölçülmüştür. Çatı tipleri bu açıdan değerlendirildiğinde Çizelge 6.2’de görülen sonuçlarla karşılaşmıştır.

Çizelge 6.2 ve Şekil 6.2’de görüldüğü gibi, öneri sistemde gök koşulları ve mevsim ne olursa olsun eserlere zarar verebilecek ve iç ortam sıcaklığında artışa neden olabilecek düzeyde aydınlık (>500 lüks) oranı %1’i geçmemekte yani hemen hemen hiç oluşmamaktadır. Öneri sistemden sonra bu açıdan en avantajlı çatı tipi olan “tek katmanlı tek yönlü çatı tipi”nin %42’lik orana sahip olduğu düşünüldüğünde, aradaki fark çok belirgin biçimde ortaya çıkmaktadır. %60’lık yıllık ihtiyaç fazlası aydınlanma oranı ile “tek katmanlı çift yönlü” çatı tipi üçüncü sıradadır. “Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı” çatı tipi aralık ayı dışında %77’lik bir oranın üzerinde ihtiyaç fazlası aydınlanmaktadır ve yıllık %68’lik ortalama oran ile dördüncü sıradadır. Aralık ayında bile %55’lik orana sahip “güneş kırıcılara sahip olmayan çift

katmanlı” çatı tipi, gün boyunca sergileme alanlarında ihtiyacın çok üzerinde aydınlık düzeyleri oluşturmaktadır (çoğu kez 1000 lüks üzeri) ve müze için uygun değildir.

Çizelge 6.2. Örnek çatı formlarının ihtiyacın üzerinde oluşan doğal aydınlık düzeyi açısından karşılaştırılması

İhtiyacın Üzerinde Aydınlanma Tablosu (%)	Açık Gökyüzü				Yıl Ortalaması (%)
	21.Mar	21.Haz	21.Eyl	21.Ara	
Tek Katmanlı Tek Yönlü (TKTY)	40	79	42	6	42
Tek Katmanlı Çift Yönlü (TKÇY)	68	81	63	26	60
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı (GKSOÇK)	99	100	100	55	89
Sabit Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı (SGKSÇK)	77	96	77	21	68
Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip (ÖS)	1	1	1	0	1



Şekil 6.2. Çatı ışıklığı tiplerinin ihtiyacın üzerinde aydınlatma açısından karşılaştırılması

6.3. İhtiyaç Duyulan Yapay Aydınlatma Desteği Açısından Değerlendirme

Genel olarak; müzede bulutlu gök koşullarında, yılın bazı dönemlerinde, sabah saatlerinde (09:30) ve akşamüstüne doğru (15:30) sergi alanlarının yalnızca doğal aydınlatma ile aydınlatılması yeterli olmamaktadır. Böyle dönemlerde yeterli aydınlık düzeyi oluşturmak için yapay aydınlatma desteği gereklidir. Çizelge 6.3 ve Şekil 6.3’de örnek çatı tipleri için, doğal aydınlatmaya ek olarak müzede ihtiyaç

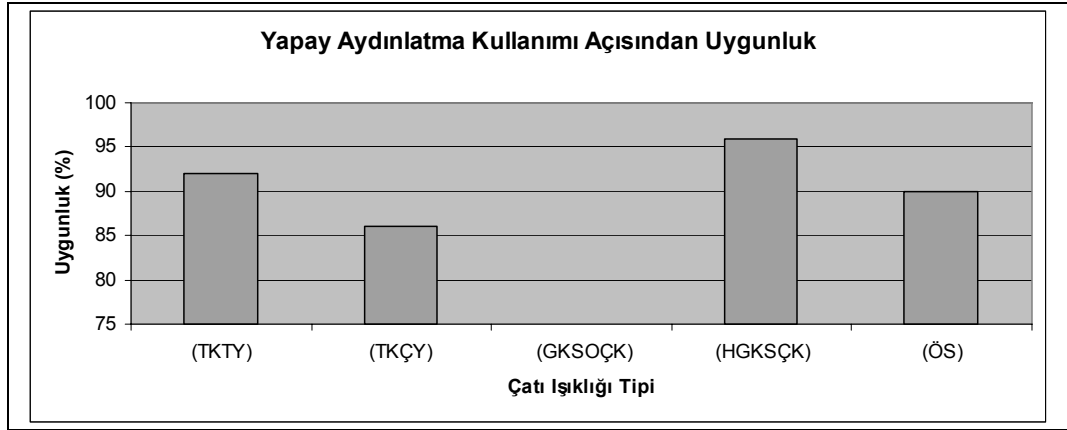
duyulan yapay aydınlatma desteğinin oranı karşılaştırılmıştır. Değerlendirme yapılırken standartlara uygun olarak, 100-500 lüks arasında ölçülen doğal aydınlık düzeyleri, sergi alanlarında yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç göstermediği için uygun sayılmış, 50-100 lüks arası değerler az bir yapay aydınlatma desteğine ihtiyaç duyduğu için ekonomik ve kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. 0-50 lüks arası ölçüm değerleri, istenen düzeye çekilmek için yapay aydınlatma yükünü artırdığından, uygun bulunmamıştır. Tüm sistemlerde genel olarak; bulutlu gök koşullarında yapay aydınlatma desteğine gereksinim duyulduğundan değerlendirme yalnızca kapalı gök koşulu için yapılmıştır.

Çizelge 6.3. Örnek çatı formlarının iç mekanda yapay aydınlatma desteği duymaksızın yeterli aydınlık düzeyi oluşturabilme uygunlukları

Yapay Aydınlatma Desteğine İhtiyaç Duymadan Uygun Düzeyde Aydınlanabilme Oranı (%)	Bulutlu Gökyüzü				Yıl Ortalaması
	21.Mar	21.Haz	21.Eyl	21.Ara	
Tek Katmanlı Tek Yönlü (TKTY)	99	95	99	76	92
Tek Katmanlı Çift Yönlü (TKÇY)	96	100	94	55	86
Güneş Kırıcılara Sahip Olmayan Çift Katmanlı (GKSOÇK)	Aşırı	Aşırı	Aşırı	95	Aşırı
Sabit Güneş Kırıcılara Sahip Çift Katmanlı (SGKSÇK)	100	96	100	86	96
Öneri Sistem - Hareketli Güneş Kırıcılara Sahip (ÖS)	99	100	99	62	90
Katsayı	6,77	12,65	11,31	3,09	

Çizelge 6.3’de görüldüğü gibi, “sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı tipi”; bulutlu gökyüzü koşullarında, %96 oranında yapay aydınlatmaya ihtiyaç duymaksızın, sergilenen nesneleri, 100-500 lüks arasındaki istenen aydınlık düzeyinde aydınlatabilmektedir ve bu açıdan en avantajlı konumdaki çatı tipidir. İkinci sırada %92’lik oran ile “tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklık tipi” bulunurken; öneri sistem %90’lık oranla üçüncü sıradadır. “Tek katmanlı çift yönlü çatı tipi”; %86’lık oranla kabul edilebilir değere sahipse de, ancak dördüncü sırada değerlendirilebilir. ”Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı tipi” ise aralık ayında yapay aydınlatmaya hemen hemen hiç gereksinim duymadan uygun değerleri

sağlasa da, yılın diğer mevsimlerinde bulutlu gökyüzü koşullarında bile ihtiyacın üzerinde doğal ışık oluşturduğu için bu açıdan değerlendirilememektedir.



Şekil 6.3. Çatı ışıklığı tipine göre yıl boyunca iç mekanda ihtiyaç duyulan yapay aydınlatma oranının uygunluğu

6.4. Genel Değerlendirme

Yukarıda yorumlanan tüm kriterler göz önüne alındığında, Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nin Arasta Bölümü için önerilen “güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı tipi”; bulutlu gökyüzü koşullarında ve yapay aydınlatmaya duyduğu gereksinim bakımından diğer çatı tiplerine oranla orta düzeyde avantaja sahip olsa da, bir müze yapısında, özellikle sergilenen nesnelerin ihtiyaç duyduğu standartlara uygun aydınlık düzeyinin elde edilmesinde, zararlı ışınımın engellenmesinde ve değişken tüm gökyüzü koşulları ve mevsimsel farklılıklara karşın, sürekli düzgün (uniform) aydınlatma sağlamasıyla diğer dört çatı tipine göre üstündür. Bu çalışmada elde edilen bulgular sonucu, aydınlatmanın dışında, çatı sisteminin ekonomi açısından yararları olacağı düşünülmektedir. Çalışma bu boyutu ile ele alınıp, mekandaki soğutma yükünün ve elektrik harcamasının azaltılmasına hangi oranda etki ettiği ve uygulanması sonucu uygulama maliyetini kaç yılda karşılayacağı çalışma konusu olarak devam ettirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Anon, “Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Mevzuatı – Müzeler İç Hizmetler Yönetmeliği”, **T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı**, 30.04.1990 tarih ve 1578 sayılı onay, (1990).
2. Sirel, Ş., “Sergileme alanlarında aydınlatma tekniği”, **Arradamento Mimarlık**, 5: 121-123 (2001).
3. Anon., “CIBS Lighting Guide Museums and Art Galleries”, **The Chartered Institution Services** (Lighting Division), Publ. No:14, 222 Balham High Road, London, 7-30 (1980).
4. Kurtay, C., Aybar, U., Başkaya, A., Aksulu, I., “Müzelerde Algılama ve Aydınlatma Kriterlerinin Analizi: Ankara-Anadolu Medeniyetleri Müzesi Orta Holü” **G.Ü.M.M.F. Dergisi**, 18 (2): 95-113 (2003).
5. Khee, E., Ng., Poh, L., Wu, W., “The application of computer simulation techniques to the design and preservation of a national monument”, **IBPSA Building Simulation Conference and Exhibition**, September, 13-15 (1999).
6. Ng, E.Y., Poh, L.K., Wei, W., Nagakura, T., “Advanced Lighting Simulation in Architectural Design in the Tropics”, **Automation in Construction**, 10 (3): 365-379 (2001).
7. Wong, A. D. I., “Effect of External Shading Devices on Daylight Penetration in Residential Buildings”, **Lighting Research and Technology**, Sage Publications, 36 (4):317-333 (2004).
8. Sarawgi, T., “Determining the Suitability of Computer – Aided Daylight Simulation Method in the Design Process”, **International Journal of Architectural Computing**, 2 (2):155-175 (2004).
9. Cabeza, J. M., Almodovar, J. M., Pulido, G., “Simulation of Baroque Religious Buildings – The Church of Saint Louis of the Frenchmen”, **Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA '98**, Lizbon, Portekiz, 421-424 (1998).
10. Walkenhorst, O., Luther, J., Reinhart, C., Timmer, J., “Dynamic Annual Daylight Simulations Based on One-Hour and One-Minute Means of Irradiance Data”, **Solar Energy**, 72 (5):385-395 (2002).
11. Athienitis, A. K., Tzempelikos, A., “A Methodology for Simulation of Daylight Room Illuminance Distribution and Light Dimming for a Room With a Control Shading Device”, **Solar Energy**, 72 (4):271-281 (2002).

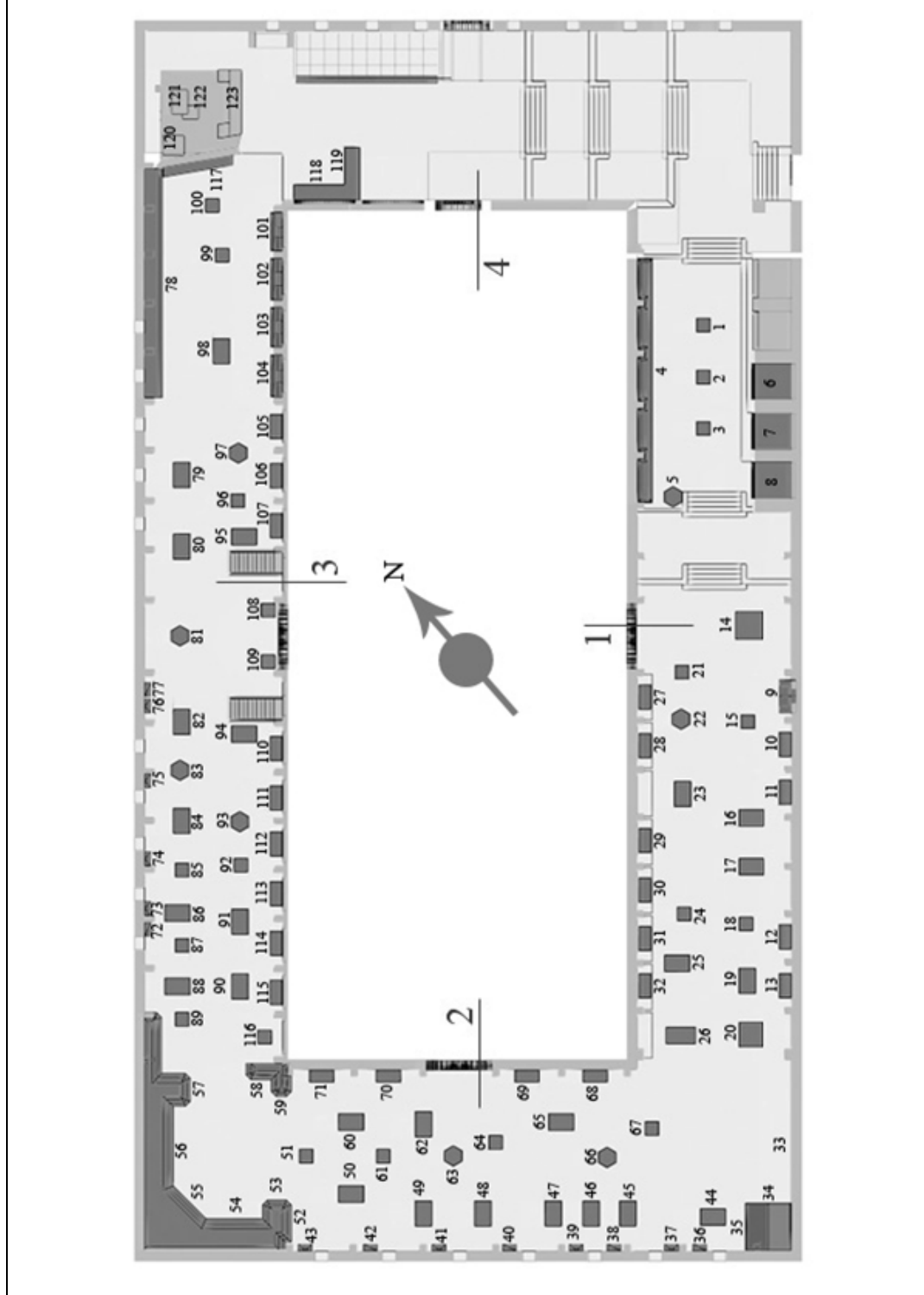
12. Reinhart, C. F., Walkenhorst, O., “Validation of Dynamic RADIANCE – based Daylight Simulations for a Test Office with External Blinds”, *Energy and Buildings*, 33 (7):683-697 (2001).
13. Simpson, J. R., McPherson E. G., “Simulation of Tree Shade Impacts on Residential Energy Use for Space Conditioning in Sacramento”, *Atmospheric Environment*, 32 (1):69-74 (1998).
14. Traverso, G., Vighy, P., “Daylight control system for a new pavillion for modern art exhibition in the Biennale of Venice”, *Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA '98*, Lizbon, 441-444 (1998).
15. Moeck M., Selkowitz, S. E., “A Computer Based Daylight Systems Design Tool”, *Automation in Construction*, 5 (3):193-209 (1996).
16. Laiserin, J., “Software Resources for Lighting Design”, *Architectural Record*, May, 281-282 (2001).
17. Sirel, Ş., “Müzelerde ve bürolarda aydınlatma”, *Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü Yayınları*, Kitapçık No:8, 1-7 (1997).
18. Ander, G. D., “Daylighting Performance and Design”, *Van Nostrand Reinhold*, 5-10, (1995).
19. Anon, “Ankara için günlük ortalama bulutluluk tablosu” T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, (1975-2005).
20. Karakaşlı, M., “Müzelerde aydınlatma kriterlerinin analizi ve Antalya Müzesi Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 45-75 (2005).
21. Fontoynt, M., “Daylight Performance of Buildings”, *Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat*, Lyon, 71-110 (1999).
22. Parisi, E., “Which compromise between natural and artificial light”, *Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA '98*, Lizbon, Portekiz, 409-412 (1998).
23. Maldonado, E., “Comparative analysis of the indoor environments in museums of archeology with and without daylighting”, *Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA '98*, Lizbon, , 417-420 (1998).
24. Iesna Series, “Museum and Art Gallery Lighting : A recommended Practice”, *IESNA*, 120 Wall Street, New York, 5-10 (1996).

25. Aydın, S., “Müze aydınlatmasına koruma yönünden bir yaklaşım”, **II. Ulusal Aydınlatma Kongresi Bildiriler**, İTÜ Taşkışla, 26-27 Kasım, İstanbul, 97-100 (1998).
26. Rea, M. (ed), “The Iesna Lighting Handbook : Reference and Application”, 9th ed., Ch. 10, New York: **Illuminating Engineering Society of North America**, 8/1-9/1 (2000).
27. Sirel, Ş., “Aydınlatma Sözlüğü”, **Yem Yayın**, 92 (1997).
28. Aybar, U., “Kütüphanelerde yapay aydınlatmayı etkileyen faktörler ve Bilkent Üniversitesi kütüphanesinin sanat odasının incelenmesi”, Yüksek Lisans tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 24-26 (2000).
29. Moore, F., “Concepts and Practice of Architectural Daylighting”, **Von Nostrand Reinhold**, 98-102 (1985).
30. Compton, M., ed. by Waterfield, G., “The Architecture of Daylight. Palaces of Art: Art Galleries in Britain 1790-1990”, **Lavenham Press**, Londra, 37-40 (1991).
31. Matusiak, B., “Lighting Systems in Smart Energy-Efficient Buildings A State of the Art”, **A report within the research program : Smart Energy-Efficient Buildings at NTNU and SINTEF 2002-2006**, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, 4-18 (2002).
32. Kishkoweit-Lopin, M., “An Overview of Daylighting Systems”, **Solar Energy, Elsevier Science Ltd**, 73 (2):77-82 (2002).
33. Temizer, R., “Müze Yapıları ve Müzede Sergileme”, Anadolu Medeniyetleri Müzesi, **Dönmez Offset**, Ankara, 6-9 (1975)..
34. Anon., “Anadolu Medeniyetleri Müzesi, 1987 Yıllığı”, **Dönmez Offset**, Ankara, 4-12 (1988).
35. Bayburtluoglu, I. “Müze Belgelerine Göre Kuruluşundan Günümüze Kadar Anadolu Medeniyetleri Müzesi”, **Ankara Dergisi**, 1 (2): 96-105 (1991).
36. Aybar, U., Arşivinden, (2005).
37. Anon., “Anadolu Medeniyetleri Müzesi Paftaları”, **Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu**, Ankara, (1975).
38. Murdock K. L., “3dsmax 8 Bible”, **Wiley Publishing Inc.**, Indiana, 712-725 (2006).

39. Kurtay, C. (Proje yürütücüsü), Aybar, U., Ulukavak, G., “Gazi Üniversitesi, Rektörlük Binası’ndaki, Mimar Kemaleddin Salonu’nun Yapay Aydınlatma ve Akustik Açısından İrdelenmesi”, **G.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi**, No:06/2002-34, Ankara, Temmuz, 20-30 (2004).
40. Cabeza, J.M., Almodovar, J.M., Pulido, G., “Simulation of baroque religious buildings, The church of Saint Louis of the Frenchmen”, **Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA ’98**, Lizbon, Portekiz, 421-424 (1998).
41. Akyürek, Y., Camtaş Teknik Danışmanlık, “Uygun Cam Seçimi, Daha Az Enerji Daha Çok Kazanç”, Bildiri, **İzoder Yalıtım Seminerleri**, Mart, 5-10 (2001).
42. Akyürek, Y., “Yetenekli Camlar Akıllı Çözümler”, Şişecam-Camtaş, Bildiri, ETKB, **Enerji İşleri Gn.Md. ETK Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi**, 2-8 (1999).
43. Dobrin, M., “Daylighting in over-glazed educational buildings”, **Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA ’98**, Lizbon, Portekiz, 437-440 (1998).
44. Krstic, A., “Possibilities for daylighting and direct solar heat gain in attics intended for dwelling”, **Environmentally friendly cities, proceedings of PLEA ’98**, Lizbon, Portekiz, 445-448 (1998).
45. Anon, “Ankara için aylık ortalama güneşlenme süresi tablosu” T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü, (1975-2006).

EKLER

EK-1 Çatı ışıklıkları için yapılan bilgisayar simülasyonlarında aydınlık düzeyleri ölçüm değerleri alınan sergileme vitrinleri



EK-2 Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	D	8	E	14	D	20	D	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	C		
	6	E	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	E	112	E
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	E	113	E
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	E	114	E
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	E
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	E	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	F	19	F	25	E	31	E
	2	E	8	E	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	E	9	E	15	F	21	F	27	F		
	4	E	10	E	16	F	22	F	28	E		
	5	E	11	E	17	F	23	F	29	E		
	6	E	12	F	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	F	68	D
	34	D	41	E	48	F	55	E	62	F	69	F
	35	D	42	E	49	E	56	E	63	F	70	F
	36	D	43	E	50	F	57	E	64	F	71	D
	37	E	44	E	51	F	58	E	65	F		
	38	E	45	E	52	E	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	E	88	E	96	E	104	E	112	E
	73	E	81	D	89	D	97	E	105	E	113	E
	74	D	82	E	90	E	98	E	106	E	114	E
	75	D	83	E	91	E	99	E	107	E	115	E
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
	77	E	85	E	93	E	101	E	109	E	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	118	F	121	E								
	119	E	122	E								
	120	E	123	F								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	E	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	C
	3	D	9	E	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	E	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	C		
	6	E	12	E	18	D	24	D	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	E	61	D	68	C
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	E	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	D	71	C
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	F	112	E
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	E	113	E
	74	D	82	D	90	E	98	D	106	E	114	E
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	E	115	E
	76	D	84	D	92	E	100	D	108	D	116	E
	77	D	85	D	93	E	101	E	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	G	20	E	26	E	32	D
	3	F	9	G	15	F	21	G	27	F		
	4	E	10	F	16	F	22	G	28	E		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	F	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	F	48	F	55	E	62	G	69	F
	35	F	42	F	49	F	56	E	63	G	70	F
	36	F	43	F	50	F	57	E	64	G	71	E
	37	F	44	F	51	F	58	E	65	F		
	38	F	45	F	52	F	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	E	80	E	88	E	96	F	104	F	112	F
	73	E	81	E	89	E	97	F	105	F	113	F
	74	E	82	E	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	F	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
	77	E	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	E	122	E								
	120	E	123	F								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	D	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	C	32	B
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	C	10	D	16	D	22	D	28	C		
	5	C	11	D	17	D	23	C	29	C		
	6	D	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	C
	35	C	42	D	49	D	56	C	63	D	70	C
	36	D	43	D	50	D	57	C	64	D	71	C
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	C		
	38	D	45	D	52	D	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	D	60	C	67	C		
	72	C	80	D	88	C	96	D	104	E	112	D
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	D	113	D
	74	C	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	C
	78	C	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	E	111	D		
	118	D	121	C								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	G	13	E	19	E	25	D	31	D
	2	F	8	F	14	G	20	D	26	D	32	D
	3	F	9	G	15	G	21	F	27	E		
	4	E	10	G	16	G	22	F	28	E		
	5	E	11	G	17	G	23	E	29	D		
	6	G	12	E	18	E	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	G	54	E	61	F	68	D
	34	D	41	F	48	G	55	E	62	F	69	E
	35	F	42	E	49	F	56	D	63	F	70	E
	36	D	43	F	50	G	57	D	64	F	71	D
	37	F	44	F	51	E	58	D	65	E		
	38	F	45	G	52	F	59	D	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	E	67	E		
	72	E	80	E	88	E	96	E	104	G	112	G
	73	E	81	E	89	D	97	G	105	G	113	G
	74	E	82	F	90	E	98	G	106	F	114	G
	75	E	83	F	91	G	99	G	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	G	100	F	108	G	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	E	85	F	93	G	101	G	109	G	117	F
	78	E	86	E	94	G	102	G	110	G		
	79	E	87	E	95	E	103	G	111	G		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	E	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	C
	3	D	9	E	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	E	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	D		
	6	E	12	E	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	E	54	E	61	D	68	C
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	E	49	E	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	D	71	C
	37	E	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	E	53	E	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	E	104	F	112	F
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	F	113	F
	74	D	82	D	90	E	98	D	106	E	114	E
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	E	115	E
	76	D	84	D	92	E	100	D	108	E	116	E
4 Nolu Sergi	77	D	85	D	93	E	101	F	109	E	117	D
	78	D	86	D	94	E	102	F	110	E		
	79	D	87	D	95	E	103	F	111	E		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	E
	2	F	8	F	14	G	20	F	26	F	32	E
	3	F	9	G	15	F	21	G	27	G		
	4	F	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	F	47	F	54	F	61	G	68	E
	34	E	41	F	48	F	55	H	62	G	69	F
	35	E	42	F	49	G	56	G	63	G	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	G	71	E
	37	F	44	F	51	G	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	E	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	G	60	F	67	F		
	72	E	80	E	88	E	96	F	104	F	112	F
	73	E	81	G	89	E	97	F	105	F	113	E
	74	E	82	E	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	E	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	F	116	E
4 Nolu Sergi	77	F	85	E	93	F	101	F	109	E	117	EF
	78	F	86	E	94	F	102	F	110	E		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	E		
	118	F	121	H								
	119	F	122	F								
	120	H	123	G								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	E	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	F	14	E	20	D	26	D	32	C
	3	D	9	E	15	E	21	E	27	D		
	4	D	10	E	16	E	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	E	23	D	29	D		
	6	E	12	E	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	E	61	D	68	D
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	E	49	E	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	D	71	D
	37	E	44	E	51	D	58	D	65	D		
	38	E	45	E	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	E	53	F	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	E	104	F	112	F
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	F	113	F
	74	D	82	D	90	E	98	E	106	F	114	F
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	E	115	F
	76	D	84	D	92	E	100	D	108	E	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	E	101	F	109	E	117	D
	78	D	86	D	94	E	102	F	110	F		
	79	E	87	D	95	E	103	F	111	F		
	118	F	121	D								
	119	E	122	D								
	120	D	123	E								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	F	19	F	25	F	31	E
	2	F	8	G	14	G	20	F	26	F	32	E
	3	F	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	G	69	G
	35	E	42	F	49	F	56	F	63	G	70	G
	36	F	43	F	50	F	57	F	64	G	71	E
	37	F	44	F	51	F	58	E	65	F		
	38	F	45	F	52	F	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	F	89	E	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	E	83	F	91	F	99	F	107	F	115	F
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	F	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	F	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	F		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	E								
	119	E	122	F								
	120	E	123	F								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	E	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	C		
	6	E	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	E	112	E
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	E	113	E
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	E	114	E
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	E	115	E
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	E	101	E	109	D	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	E	110	E		
	79	D	87	D	95	D	103	E	111	E		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	G	13	F	19	G	25	F	31	F
	2	F	8	H	14	G	20	E	26	E	32	E
	3	F	9	F	15	G	21	F	27	G		
	4	F	10	G	16	G	22	F	28	F		
	5	F	11	G	17	G	23	F	29	F		
	6	F	12	G	18	G	24	F	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	F	48	F	55	E	62	G	69	F
	35	F	42	E	49	F	56	E	63	F	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	F	71	D
	37	F	44	F	51	F	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	F	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	G	104	H	112	G
	73	F	81	F	89	F	97	G	105	G	113	G
	74	F	82	F	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	F	83	F	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	F	84	G	92	G	100	F	108	F	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	G	101	H	109	H	117	G
	78	F	86	F	94	G	102	H	110	G		
	79	F	87	F	95	G	103	H	111	G		
	118	F	121	D								
	119	F	122	E								
	120	E	123	G								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	D	8	E	14	D	20	D	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	E	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	C		
	6	E	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	E	112	E
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	E	113	E
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	E	114	E
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	E	115	E
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	E	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	E	110	E		
	79	D	87	D	95	D	103	E	111	E		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	F	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	E		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	E	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	F	68	D
	34	D	41	E	48	F	55	E	62	F	69	F
	35	D	42	E	49	F	56	E	63	F	70	F
	36	D	43	E	50	F	57	E	64	F	71	D
	37	E	44	E	51	F	58	E	65	F		
	38	E	45	E	52	E	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	E	88	E	96	E	104	E	112	E
	73	E	81	E	89	D	97	E	105	E	113	E
	74	D	82	E	90	E	98	E	106	E	114	E
	75	D	83	E	91	E	99	E	107	E	115	E
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
	77	E	85	E	93	E	101	E	109	E	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	78	E	86	E	94	E	102	E	110	E		
	79	E	87	E	95	E	103	E	111	E		
	118	F	121	E								
	119	E	122	E								
	120	E	123	F								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	E	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	C
	3	D	9	E	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	E	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	C		
	6	E	12	E	18	D	24	D	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	E	61	D	68	C
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	E	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	F	112	E
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	E	113	E
	74	D	82	D	90	E	98	D	106	E	114	E
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	E	115	E
	76	D	84	D	92	E	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	E	101	E	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	D
	3	F	9	F	15	F	21	G	27	F		
	4	E	10	F	16	F	22	G	28	E		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	E	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	F	48	F	55	E	62	G	69	F
	35	F	42	F	49	F	56	E	63	G	70	F
	36	F	43	F	50	F	57	E	64	G	71	E
	37	F	44	F	51	F	58	E	65	F		
	38	F	45	F	52	F	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	E	80	E	88	E	96	F	104	F	112	F
	73	E	81	E	89	E	97	F	105	F	113	F
	74	E	82	E	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	E	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
	77	E	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	E	122	E								
	120	D	123	F								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	D	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	C	8	D	14	D	20	D	26	C	32	B
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	C	10	D	16	D	22	D	28	C		
	5	C	11	D	17	D	23	C	29	C		
	6	D	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	D	54	D	61	D	68	B
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	C
	35	C	42	D	49	D	56	C	63	D	70	C
	36	D	43	D	50	D	57	C	64	D	71	B
	37	D	44	D	51	D	58	C	65	C		
	38	D	45	D	52	D	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	C	88	C	96	D	104	D	112	D
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	D	113	D
	74	C	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	C								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	E	13	D	19	E	25	D	31	D
	2	F	8	E	14	G	20	D	26	D	32	D
	3	F	9	E	15	G	21	E	27	E		
	4	E	10	G	16	G	22	E	28	E		
	5	D	11	G	17	F	23	E	29	D		
	6	E	12	E	18	E	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	G	54	E	61	E	68	D
	34	E	41	F	48	G	55	E	62	F	69	E
	35	F	42	E	49	F	56	D	63	F	70	E
	36	D	43	E	50	F	57	E	64	E	71	D
	37	F	44	F	51	E	58	E	65	E		
	38	F	45	G	52	F	59	D	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	E	80	E	88	E	96	E	104	G	112	G
	73	E	81	E	89	E	97	G	105	F	113	G
	74	F	82	F	90	E	98	G	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	G	99	F	107	E	115	E
	76	F	84	F	92	G	100	F	108	G	116	E
	77	F	85	F	93	G	101	G	109	G	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	78	F	86	F	94	G	102	G	110	G		
	79	F	87	F	95	E	103	G	111	G		
	118	E	121	D								
	119	E	122	D								
	120	D	123	E								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	D	13	D	19	D	25	B	31	B
	2	C	8	D	14	D	20	C	26	B	32	B
	3	C	9	D	15	D	21	D	27	C		
	4	C	10	D	16	D	22	D	28	C		
	5	C	11	D	17	D	23	C	29	B		
	6	D	12	D	18	C	24	B	30	B		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	C	47	D	54	D	61	C	68	B
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	C	69	C
	35	C	42	D	49	D	56	C	63	D	70	C
	36	C	43	D	50	D	57	C	64	C	71	B
	37	D	44	D	51	C	58	C	65	C		
	38	D	45	D	52	C	59	C	66	C		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	C	88	C	96	D	104	D	112	D
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	D	113	D
	74	C	82	C	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	C	83	C	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	C	84	C	92	D	100	C	108	D	116	D
	77	C	85	C	93	D	101	D	109	D	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	C	94	D	102	D	110	D		
	79	C	87	C	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	C								
4 Nolu Sergi Alanı	119	D	122	C								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	E	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	F	69	E
	35	D	42	D	49	E	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	E	71	D
	37	E	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	E	45	E	52	D	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	D	113	D
	74	C	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	C	85	D	93	D	101	D	109	D	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
4 Nolu Sergi Alanı	119	D	122	D								
	120	D	123	D								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	D	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	C	8	D	14	D	20	D	26	C	32	B
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	C	10	D	16	D	22	D	28	C		
	5	C	11	D	17	D	23	C	29	C		
	6	D	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	C
	35	C	42	D	49	D	56	C	63	D	70	C
	36	D	43	D	50	D	57	C	64	D	71	B
	37	D	44	D	51	D	58	C	65	C		
	38	D	45	D	52	C	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	D	88	C	96	D	104	D	112	D
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	D	113	D
	74	C	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	C								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	E	19	E	25	E	31	E
	2	E	8	E	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	E	9	E	15	E	21	F	27	E		
	4	E	10	E	16	E	22	E	28	E		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	E		
	6	E	12	E	18	E	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	E	61	E	68	D
	34	D	41	F	48	F	55	D	62	F	69	E
	35	F	42	E	49	G	56	D	63	F	70	E
	36	E	43	E	50	E	57	D	64	F	71	D
	37	F	44	G	51	E	58	D	65	E		
	38	F	45	G	52	E	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	E	112	E
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	E	113	E
	74	D	82	D	90	E	98	D	106	D	114	E
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	E	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	E	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	E	110	D		
	79	D	87	E	95	D	103	E	111	E		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								

EK-2 (Devam) Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	B	7	C	13	C	19	B	25	A	31	A
	2	B	8	C	14	C	20	B	26	A	32	A
	3	B	9	C	15	C	21	C	27	B		
	4	A	10	C	16	C	22	B	28	A		
	5	A	11	C	17	C	23	A	29	A		
	6	C	12	C	18	B	24	A	30	A		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	B	47	C	54	C	61	B	68	A
	34	A	41	B	48	C	55	B	62	B	69	A
	35	B	42	C	49	C	56	B	63	B	70	A
	36	B	43	B	50	C	57	A	64	B	71	A
	37	C	44	C	51	B	58	B	65	A		
	38	C	45	C	52	B	59	C	66	B		
3 Nolu Sergi Alanı	72	A	80	B	88	A	96	C	104	D	112	C
	73	A	81	B	89	A	97	C	105	C	113	C
	74	A	82	B	90	C	98	B	106	C	114	C
	75	A	83	B	91	C	99	B	107	C	115	C
	76	B	84	B	92	C	100	B	108	C	116	C
	77	B	85	B	93	C	101	C	109	C	117	B
4 Nolu Sergi Alanı	118	C	121	A								
	119	B	122	B								
	120	B	123	B								
Tek Katmanlı Tek Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	D	19	D	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	E	26	F	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	C	10	D	16	D	22	D	28	C		
	5	C	11	D	17	D	23	D	29	C		
	6	D	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	E	47	D	54	D	61	E	68	F
	34	D	41	E	48	D	55	D	62	E	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	G
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	G
	37	D	44	G	51	D	58	D	65	E		
	38	E	45	D	52	D	59	D	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	E	112	D
	73	D	81	D	89	C	97	F	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	E	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	D	122	C								
	120	C	123	D								

EK-3 Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	C	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	C	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	C	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	C	85	D	93	D	101	C	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	D	94	D	102	D	110	C		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	C	121	C								
	119	C	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	G	27	F		
	4	G	10	F	16	F	22	G	28	G		
	5	G	11	F	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	F	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	E	61	F	68	D
	34	D	41	D	48	E	55	E	62	F	69	F
	35	D	42	E	49	E	56	F	63	F	70	F
	36	D	43	D	50	E	57	F	64	F	71	D
	37	D	44	D	51	F	58	E	65	F		
	38	E	45	E	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	F	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	E	109	D	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111			
	118	D	121	E								
	119	E	122	E								
	120	D	123	F								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	C	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	C	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	F	14	G	20	E	26	F	32	F
	3	G	9	G	15	F	21	G	27	G		
	4	F	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	F	47	F	54	F	61	G	68	F
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	G	69	G
	35	F	42	F	49	F	56	F	63	G	70	F
	36	G	43	F	50	G	57	F	64	G	71	F
	37	F	44	F	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	F	52	F	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	F	89	F	97	F	105	F	113	E
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	F	116	F
	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	F	121	F								
	119	E	122	G								
	120	F	123	G								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	C	16	C	22	D	28	C		
	5	D	11	C	17	C	23	C	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	B	47	C	54	C	61	D	68	B
	34	B	41	B	48	C	55	C	62	D	69	C
	35	B	42	C	49	C	56	C	63	D	70	C
	36	C	43	B	50	D	57	C	64	D	71	B
	37	B	44	C	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	C	52	C	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	D	88	C	96	D	104	C	112	C
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	C	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	C	108	C	116	C
	77	C	85	D	93	D	101	C	109	C	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	D	94	D	102	C	110	C		
	79	D	87	D	95	C	103	C	111	C		
	118	C	121	C								
	119	B	122	C								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Mart - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	F	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	E		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	F	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	G	54	E	61	G	68	E
	34	E	41	E	48	G	55	F	62	G	69	E
	35	F	42	F	49	F	56	F	63	G	70	E
	36	E	43	E	50	G	57	E	64	G	71	D
	37	E	44	F	51	F	58	E	65	F		
	38	F	45	G	52	F	59	E	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	E	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	E	83	F	91	F	99	F	107	E	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	78	F	86	F	94	F	102	F	110	F		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	E	121	E								
	119	D	122	F								
	120	E	123	F								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	C	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	C	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	F	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	F	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	F	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	E	41	E	48	F	55	F	62	G	69	F
	35	D	42	E	49	F	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	D	50	F	57	G	64	G	71	E
	37	D	44	E	51	F	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	E	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	G	80	G	88	G	96	F	104	F	112	F
	73	G	81	F	89	F	97	G	105	F	113	F
	74	G	82	G	90	F	98	G	106	F	114	F
	75	F	83	G	91	G	99	G	107	F	115	F
	76	F	84	G	92	F	100	G	108	E	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	G	93	G	101	F	109	F	117	G
	78	F	86	G	94	F	102	F	110	F		
	79	G	87	G	95	F	103	G	111	F		
	118	E	121	F								
	119	F	122	F								
	120	E	123	F								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	C	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	E	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	E
	2	F	8	F	14	G	20	E	26	F	32	E
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	F	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	G	68	E
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	G	69	G
	35	E	42	F	49	F	56	F	63	G	70	G
	36	F	43	E	50	F	57	F	64	G	71	E
	37	E	44	E	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	F	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	G	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	E
	73	E	81	F	89	F	97	F	105	F	113	E
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	F	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	E		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	F								
	119	E	122	F								
	120	E	123	G								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	C	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	C	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	C	86	D	94	D	102	D	110	C		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	C	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Haziran - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	G	14	G	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	G	21	G	27	F		
	4	F	10	F	16	G	22	F	28	F		
	5	F	11	G	17	G	23	F	29	F		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	G	68	E
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	G	69	F
	35	E	42	F	49	F	56	F	63	G	70	F
	36	F	43	E	50	F	57	F	64	G	71	E
	37	E	44	F	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	F	52	F	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	G	67	G		
	72	F	80	F	88	F	96	G	104	G	112	F
	73	F	81	F	89	F	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	F	114	F
	75	F	83	G	91	G	99	G	107	F	115	F
	76	F	84	G	92	G	100	G	108	F	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	G	93	G	101	G	109	F	117	G
	78	F	86	G	94	G	102	G	110	F		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	F	121	F								
	119	E	122	F								
	120	E	123	G								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	C	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	C	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	C	65	D		
	38	D	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	C
	78	C	86	D	94	D	102	D	110	C		
	79	C	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	C	121	C								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	F	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	G	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	G	11	F	17	G	23	F	29	G		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	E	61	F	68	D
	34	D	41	D	48	E	55	E	62	F	69	F
	35	D	42	D	49	E	56	F	63	F	70	F
	36	D	43	D	50	E	57	F	64	F	71	D
	37	D	44	D	51	F	58	E	65	F		
	38	E	45	E	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	E	53	F	60	E	67	E		
	72	F	80	F	88	F	96	E	104	F	112	E
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	E	113	E
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	D	115	E
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	D	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	D	117	E
	78	F	86	F	94	E	102	E	110	E		
	79	F	87	F	95	E	103	F	111	E		
	118	D	121	E								
	119	E	122	E								
	120	D	123	F								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	C	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	C	86	D	94	D	102	D	110	D		
4 Nolu Sergi Alanı	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	C	122	D								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	F	14	G	20	E	26	F	32	E
	3	G	9	G	15	F	21	G	27	G		
	4	F	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	F	47	G	54	F	61	G	68	F
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	G	69	G
	35	F	42	F	49	F	56	F	63	G	70	F
	36	G	43	F	50	G	57	F	64	G	71	F
	37	F	44	F	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	G	52	F	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	G	60	G	67	G		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	E
	73	F	81	F	89	F	97	F	105	E	113	E
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	F	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	E	86	F	94	F	102	F	110	E		
4 Nolu Sergi Alanı	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	F								
	119	E	122	G								
	120	F	123	G								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	A	32	B
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	C	10	D	16	C	22	D	28	C		
	5	D	11	C	17	C	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	A	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	B	47	C	54	C	61	D	68	B
	34	B	41	B	48	C	55	C	62	D	69	C
	35	B	42	C	49	C	56	C	63	D	70	C
	36	C	43	B	50	D	57	C	64	D	71	B
	37	B	44	C	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	C	52	C	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	B	46	C	53	C	60	C	67	D		
	72	C	80	C	88	C	96	C	104	C	112	C
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	C	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	D	91	D	99	C	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	C	108	B	116	C
	77	C	85	D	93	D	101	C	109	C	117	C
	78	C	86	D	94	C	102	C	110	C		
4 Nolu Sergi Alanı	79	D	87	D	95	C	103	C	111	C		
	118	C	121	C								
	119	B	122	C								
	120	B	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Eylül - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	E	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	D
	3	F	9	F	15	F	21	F	27	E		
	4	E	10	E	16	F	22	F	28	E		
	5	E	11	F	17	F	23	E	29	E		
	6	F	12	E	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	E	47	G	54	E	61	F	68	E
	34	F	41	E	48	G	55	E	62	G	69	E
	35	F	42	F	49	F	56	F	63	F	70	E
	36	E	43	E	50	F	57	E	64	G	71	D
	37	E	44	F	51	F	58	E	65	F		
	38	F	45	G	52	E	59	E	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	G		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	E
	73	E	81	E	89	E	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	F	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
	77	E	85	F	93	F	101	E	109	E	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	E		
4 Nolu Sergi Alanı	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	E	121	E								
	119	D	122	F								
	120	D	123	F								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	C	13	C	19	B	25	C	31	C
	2	C	8	C	14	D	20	B	26	C	32	B
	3	D	9	C	15	C	21	D	27	C		
	4	C	10	C	16	C	22	D	28	C		
	5	C	11	C	17	C	23	C	29	C		
	6	C	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	A	47	C	54	B	61	C	68	B
	34	A	41	B	48	C	55	C	62	D	69	C
	35	A	42	C	49	C	56	C	63	C	70	C
	36	B	43	B	50	C	57	C	64	C	71	B
	37	B	44	C	51	C	58	B	65	C		
	38	C	45	C	52	B	59	B	66	C		
3 Nolu Sergi Alanı	39	B	46	C	53	C	60	C	67	C		
	72	C	80	C	88	D	96	C	104	C	112	C
	73	C	81	C	89	B	97	C	105	C	113	C
	74	C	82	C	90	C	98	C	106	B	114	C
	75	C	83	C	91	C	99	C	107	B	115	B
	76	C	84	C	92	C	100	C	108	B	116	C
4 Nolu Sergi Alanı	77	C	85	C	93	C	101	C	109	B	117	B
	78	B	86	C	94	C	102	C	110	B		
	79	C	87	C	95	C	103	C	111	C		
	118	A	121	C								
	119	A	122	C								
	120	B	123	C								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	F	32	E
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	E	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	G	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	E	63	F	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	F	64	G	71	D
	37	D	44	D	51	F	58	E	65	F		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	E	53	E	60	E	67	D		
	72	C	80	D	88	D	96	D	104	C	112	C
	73	C	81	C	89	D	97	D	105	C	113	C
	74	C	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	C	115	D
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	C	85	D	93	D	101	C	109	B	117	C
	78	C	86	D	94	C	102	C	110	C		
	79	D	87	D	95	C	103	C	111	C		
	118	D	121	D								
	119	D	122	E								
	120	D	123	E								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	C	16	C	22	D	28	C		
	5	D	11	C	17	C	23	C	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	B	47	C	54	C	61	D	68	B
	34	B	41	B	48	C	55	C	62	D	69	C
	35	C	42	C	49	C	56	C	63	D	70	C
	36	C	43	B	50	D	57	C	64	D	71	B
	37	B	44	C	51	D	58	C	65	D		
	38	B	45	C	52	C	59	C	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	C	53	C	60	C	67	D		
	72	C	80	C	88	C	96	D	104	C	112	C
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	C	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	C	108	B	116	C
4 Nolu Sergi Alanı	77	C	85	D	93	D	101	C	109	C	117	C
	78	C	86	D	94	C	102	C	110	C		
	79	D	87	D	95	C	103	C	111	C		
	118	C	121	C								
	119	B	122	C								
	120	C	123	D								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	G	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	E	61	F	68	E
	34	D	41	E	48	F	55	E	62	G	69	E
	35	F	42	F	49	G	56	F	63	F	70	F
	36	F	43	E	50	F	57	F	64	G	71	E
	37	E	44	G	51	F	58	E	65	F		
	38	F	45	G	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	E	80	E	88	F	96	D	104	E	112	D
	73	E	81	E	89	E	97	E	105	D	113	D
	74	E	82	E	90	F	98	E	106	D	114	E
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	E
	76	E	84	E	92	E	100	D	108	D	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	E	85	F	93	E	101	D	109	D	117	E
	78	E	86	F	94	E	102	D	110	D		
	79	E	87	F	95	D	103	E	111	D		
	118	D	121	E								
4 Nolu Sergi Alanı	119	C	122	E								
	120	D	123	E								

EK-3 (Devam) Tek katmanlı çift yönlü çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	B	7	B	13	A	19	A	25	A	31	A
	2	B	8	B	14	C	20	A	26	A	32	A
	3	B	9	B	15	B	21	C	27	B		
	4	B	10	A	16	A	22	B	28	A		
	5	B	11	A	17	B	23	B	29	A		
	6	B	12	A	18	A	24	A	30	A		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	A	47	A	54	A	61	B	68	A
	34	A	41	A	48	A	55	A	62	C	69	A
	35	A	42	A	49	A	56	A	63	C	70	A
	36	A	43	A	50	B	57	B	64	C	71	A
	37	A	44	B	51	B	58	A	65	C		
	38	A	45	A	52	A	59	A	66	C		
3 Nolu Sergi Alanı	39	A	46	A	53	B	60	B	67	C		
	72	A	80	B	88	B	96	B	104	A	112	A
	73	A	81	A	89	A	97	B	105	A	113	A
	74	A	82	B	90	B	98	B	106	A	114	A
	75	A	83	B	91	B	99	B	107	A	115	A
	76	A	84	B	92	B	100	B	108	A	116	A
4 Nolu Sergi Alanı	77	A	85	B	93	B	101	A	109	A	117	B
	78	B	86	B	94	B	102	A	110	A		
	79	B	87	B	95	B	103	A	111	A		
	118	A	121	A								
	119	A	122	B								
	120	A	123	B								
Tek Katmanlı Çift Yönlü Çatı Işıklığı - 21 Aralık - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	E	26	F	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	C		
	6	D	12	D	18	D	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	D	61	F	68	F
	34	D	41	D	48	E	55	D	62	F	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	F	70	G
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	F	71	G
	37	D	44	G	51	E	58	D	65	F		
	38	D	45	E	52	D	59	D	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	G	53	E	60	G	67	F		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	C	81	D	89	C	97	D	105	C	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	C
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	C	122	D								
	120	D	123	E								

EK-4 Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Mart - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	F	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	E	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	E	18	F	24	F	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	E	61	F	68	E
	34	D	41	E	48	E	55	E	62	F	69	E
	35	D	42	E	49	E	56	F	63	F	70	E
	36	D	43	E	50	F	57	F	64	F	71	E
	37	E	44	D	51	F	58	F	65	F		
	38	E	45	E	52	E	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	E
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	F	113	E
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	E	114	E
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	E								
	119	E	122	E								
	120	E	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Mart - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	F	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	F	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	F	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	F	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	G	107	E	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	G	108	E	116	F
	77	F	85	F	93	F	101	G	109	E	117	G
4 Nolu Sergi Alanı	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Mart - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	F	14	F	20	F	26	F	32	E
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	E	48	E	55	F	62	F	69	F
	35	D	42	E	49	E	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	F	71	E
	37	E	44	E	51	F	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	E	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	F	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	F		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	E								
	119	F	122	F								
	120	E	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Mart - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	G	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	G	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	G	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	G	116	G
4 Nolu Sergi Alanı	77	G	85	G	93	G	101	G	109	G	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcıları sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Mart - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	E	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	E	20	E	26	E	32	E
	3	F	9	E	15	E	21	F	27	E		
	4	F	10	E	16	E	22	E	28	E		
	5	F	11	E	17	E	23	E	29	E		
	6	F	12	E	18	E	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	E	61	F	68	D
	34	D	41	D	48	E	55	E	62	E	69	E
	35	D	42	E	49	D	56	E	63	E	70	E
	36	D	43	E	50	E	57	F	64	E	71	D
	37	E	44	D	51	F	58	E	65	E		
	38	E	45	E	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	E	53	F	60	E	67	E		
	72	E	80	E	88	E	96	F	104	F	112	E
	73	E	81	D	89	E	97	F	105	E	113	E
	74	E	82	E	90	E	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	E	91	F	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	F	92	F	100	F	108	D	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	E	85	E	93	F	101	E	109	D	117	E
	78	F	86	E	94	E	102	E	110	E		
	79	F	87	F	95	E	103	F	111	E		
	118	E	121	D								
	119	E	122	E								
	120	D	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Mart - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	F	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	G	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	F	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	G
4 Nolu Sergi Alanı	77	G	85	G	93	G	101	G	109	G	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	F	121	F								
	119	F	122	G								
	120	F	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Haziran - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	F	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	F	14	F	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	F
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	F	69	F
	35	F	42	F	49	F	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	F	71	F
	37	F	44	E	51	G	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	F	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	F	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	F
	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	F	121	F								
	119	F	122	F								
	120	E	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Haziran - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	H	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	H	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	H	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	H	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	G	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	G	41	G	48	G	55	G	62	H	69	G
	35	G	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	G	116	G
	77	G	85	G	93	G	101	G	109	G	117	G
4 Nolu Sergi Alanı	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Haziran - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	G	14	F	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	G	27	F		
	4	G	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	G	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	F	47	F	54	F	61	G	68	F
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	F	69	F
	35	E	42	F	49	F	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	F	71	F
	37	F	44	E	51	G	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	G	60	F	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	G	104	G	112	F
	73	F	81	F	89	F	97	G	105	F	113	F
	74	G	82	F	90	G	98	G	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	G	99	G	107	F	115	F
	76	F	84	G	92	G	100	G	108	F	116	F
	77	F	85	G	93	G	101	F	109	F	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	F		
4 Nolu Sergi Alanı	79	G	87	G	95	F	103	G	111	F		
	118	F	121	F								
	119	F	122	F								
	120	E	123	G								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Haziran - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	G	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	G	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	G	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	H	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	H	66	H		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	H	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	G	116	G
	77	G	85	G	93	G	101	G	109	G	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
4 Nolu Sergi Alanı	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Haziran - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	F	32	E
	3	F	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	E	48	E	55	F	62	F	69	E
	35	D	42	E	49	E	56	F	63	F	70	E
	36	E	43	E	50	F	57	F	64	F	71	E
	37	E	44	E	51	F	58	F	65	F		
	38	F	45	E	52	E	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	E	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	E		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	E								
	119	E	122	E								
	120	E	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Haziran - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	G	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	G	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	G	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	G	116	G
4 Nolu Sergi Alanı	77	G	85	G	93	G	101	G	109	G	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcıları sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Eylül - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	F	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	F	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	E	48	E	55	F	62	F	69	E
	35	D	42	E	49	E	56	F	63	F	70	E
	36	E	43	E	50	F	57	F	64	F	71	E
	37	E	44	E	51	F	58	F	65	F		
	38	F	45	E	52	E	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	E	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	E		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	E								
	119	D	122	E								
	120	D	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Eylül - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	F	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	F	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	F	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	F	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	F	80	F	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	F	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	G	107	F	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	G	108	E	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	G	109	E	117	G
	78	G	86	F	94	F	102	F	110	F		
	79	F	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Eylül - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	F	8	F	14	F	20	F	26	F	32	E
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	F	54	F	61	F	68	E
	34	D	41	E	48	E	55	F	62	F	69	F
	35	E	42	F	49	E	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	F	71	E
	37	E	44	E	51	F	58	F	65	F		
	38	F	45	F	52	D	59	F	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	F	60	F	67	F		
	72	F	80	G	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	F	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	F	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	F
	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	F	86	F	94	F	102	F	110	F		
4 Nolu Sergi Alanı	79	G	87	F	95	F	103	F	111	F		
	118	F	121	E								
	119	F	122	F								
	120	E	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Eylül - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	G	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	G	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	G	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	G	116	G
	77	G	85	G	93	G	101	G	109	G	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
4 Nolu Sergi Alanı	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	G	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Eylül - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	E	13	E	19	E	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	E	20	E	26	E	32	D
	3	F	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	F	10	E	16	E	22	E	28	E		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	E		
	6	F	12	E	18	E	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	E	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	E	62	E	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	E	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	F	58	E	65	E		
	38	E	45	E	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	E	53	F	60	E	67	E		
	72	E	80	E	88	E	96	E	104	E	112	E
	73	E	81	D	89	E	97	E	105	E	113	E
	74	E	82	E	90	E	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	E	91	E	99	F	107	E	115	E
	76	E	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	E	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
	78	F	86	E	94	E	102	E	110	E		
	79	E	87	E	95	E	103	E	111	E		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Eylül - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	G	31	F
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	F	40	G	47	G	54	F	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	G	55	F	62	G	69	G
	35	F	42	F	49	G	56	F	63	G	70	G
	36	F	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	F	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	F	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	F	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	G	85	G	93	G	101	G	109	F	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	F	121	F								
	119	F	122	F								
	120	F	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Aralık - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	E	27	E		
	4	E	10	D	16	E	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	E	23	E	29	D		
	6	E	12	D	18	E	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	E	67	F		
	72	E	80	E	88	E	96	E	104	E	112	D
	73	E	81	D	89	D	97	E	105	D	113	D
	74	E	82	E	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
	78	E	86	E	94	E	102	E	110	D		
	79	E	87	E	95	E	103	E	111	D		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Aralık - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	G	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	G	11	F	17	F	23	G	29	F		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	F	47	F	54	G	61	F	68	F
	34	E	41	F	48	F	55	F	62	F	69	F
	35	E	42	E	49	F	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	F	50	F	57	F	64	G	71	F
	37	E	44	E	51	F	58	F	65	G		
	38	F	45	F	52	G	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	E	60	G	67	F		
	72	E	80	D	88	E	96	E	104	E	112	D
	73	E	81	D	89	E	97	E	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	D	83	E	91	E	99	E	107	D	115	E
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
	78	E	86	E	94	D	102	E	110	D		
	79	E	87	E	95	D	103	E	111	D		
	118	F	121	F								
	119	F	122	F								
	120	E	123	G								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcılara sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Aralık - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	E	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	E	20	E	26	E	32	D
	3	F	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	F	10	E	16	E	22	E	28	E		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	E		
	6	F	12	E	18	E	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	E	54	E	61	F	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	E	62	E	69	E
	35	D	42	E	49	D	56	E	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	F	58	E	65	E		
	38	E	45	E	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	E	53	F	60	E	67	E		
	72	E	80	E	88	E	96	F	104	E	112	E
	73	E	81	D	89	E	97	F	105	E	113	E
	74	E	82	E	90	E	98	F	106	E	114	E
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	E	115	E
	76	E	84	E	92	E	100	E	108	D	116	E
4 Nolu Sergi Alanı	77	E	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
	78	F	86	E	94	E	102	E	110	E		
	79	E	87	E	95	E	103	E	111	E		
	118	E	121	D								
	119	E	122	E								
	120	D	123	F								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Aralık - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	G	26	G	32	F
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	F	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	F	42	G	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	F	43	G	50	G	57	G	64	G	71	G
	37	G	44	G	51	G	58	G	65	G		
	38	G	45	G	52	G	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	G	46	G	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	F	88	G	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	G	97	F	105	E	113	F
	74	F	82	F	90	G	98	F	106	E	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	E	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	F	85	F	93	F	101	F	109	E	117	F
	78	F	86	G	94	F	102	F	110	E		
	79	F	87	G	95	F	103	F	111	F		
	118	E	121	F								
	119	E	122	F								
	120	E	123	F								

EK-4 (Devam) Güneş kırıcıları sahip olmayan çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Aralık - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	C	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	C	48	C	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	C	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	C								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								
Gün.Kır Sahip Olmayan Çift Katmanlı - 21 Aralık - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	F	26	F	32	D
	3	E	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	E	10	E	16	E	22	E	28	E		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	E	61	F	68	F
	34	D	41	E	48	E	55	E	62	F	69	F
	35	D	42	F	49	E	56	E	63	F	70	G
	36	D	43	E	50	F	57	E	64	F	71	G
	37	E	44	G	51	F	58	E	65	F		
	38	E	45	E	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	E	46	G	53	F	60	G	67	F		
	72	E	80	D	88	E	96	E	104	E	112	E
	73	E	81	D	89	D	97	E	105	D	113	D
	74	E	82	E	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	E	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	E	85	E	93	E	101	E	109	D	117	D
	78	E	86	E	94	E	102	E	110	E		
	79	E	87	E	95	D	103	E	111	E		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								

EK-5 Sabit güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Mart - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	E	27	E		
	4	E	10	D	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	D	71	D
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	E	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	E	92	D	100	E	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	E	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	C	123	E								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Mart - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	F	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	G	27	G		
	4	G	10	F	16	F	22	G	28	F		
	5	G	11	F	17	F	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	F
	34	D	41	E	48	F	55	F	62	F	69	F
	35	D	42	D	49	F	56	F	63	F	70	G
	36	F	43	F	50	F	57	F	64	F	71	F
	37	F	44	E	51	G	58	F	65	F		
	38	E	45	F	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	E	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	E	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	F	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	F	109	D	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	F	121	E								
	119	F	122	F								
	120	E	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Mart - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	F	27	E		
	4	E	10	E	16	E	22	E	28	D		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	D	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	E	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	E	81	D	89	D	97	E	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	D	83	E	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
	78	D	86	E	94	D	102	E	110	D		
	79	E	87	E	95	D	103	D	111	D		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Mart - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	G	47	F	54	F	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	F	55	G	62	G	69	F
	35	F	42	F	49	F	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	F	50	G	57	G	64	G	71	F
	37	F	44	F	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	F	52	F	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	39	F	46	F	53	G	60	G	67	G		
	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	F
	73	G	81	F	89	G	97	G	105	F	113	F
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	F	114	F
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	F	115	F
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	F
4 Nolu Sergi Alanı	77	G	85	G	93	G	101	G	109	E	117	G
	78	G	86	G	94	G	102	G	110	F		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	F		
	118	G	121	G								
	119	F	122	G								
	120	F	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır. Çift Katmanlı- 21 Haziran - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	E	27	E		
	4	E	10	E	16	E	22	E	28	D		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	E
	35	D	42	E	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	E	104	E	112	E
	73	E	81	D	89	D	97	E	105	D	113	E
	74	E	82	E	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	E
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
	77	D	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								
Hareketsiz Gün.Kır. Çift Katmanlı- 21 Haziran - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	G
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	G	47	G	54	G	61	G	68	F
	34	E	41	F	48	F	55	G	62	G	69	F
	35	E	42	F	49	F	56	G	63	G	70	F
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	F
	37	G	44	F	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	G	52	F	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	F
	73	G	81	G	89	G	97	G	105	F	113	F
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	F	114	F
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	F	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	F
	77	G	85	G	93	G	101	G	109	F	117	G
4 Nolu Sergi Alanı	118	G	121	G								
	119	G	122	G								
	120	F	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır. Çift Katmanlı- 21 Haziran - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	E	13	D	19	E	25	E	31	D
	2	E	8	E	14	F	20	D	26	D	32	D
	3	F	9	E	15	E	21	F	27	F		
	4	F	10	E	16	E	22	F	28	E		
	5	E	11	E	17	E	23	E	29	E		
	6	E	12	D	18	E	24	E	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	F	61	E	68	E
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	E
	35	D	42	E	49	D	56	E	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	F		
3 Nolu Sergi Alanı	72	E	80	E	88	E	96	E	104	E	112	E
	73	E	81	D	89	E	97	E	105	F	113	E
	74	E	82	E	90	E	98	E	106	E	114	E
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	E	115	E
	76	E	84	E	92	E	100	E	108	D	116	E
	77	E	85	E	93	E	101	F	109	D	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	78	F	86	E	94	E	102	E	110	D		
	79	E	87	F	95	E	103	E	111	E		
	118	E	121	D								
	119	D	122	E								
	120	D	123	F								
Hareketsiz Gün.Kır. Çift Katmanlı- 21 Haziran - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	G	19	G	25	G	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	G	18	G	24	G	30	G		
2 Nolu Sergi Alanı	33	F	40	G	47	G	54	G	61	G	68	G
	34	F	41	G	48	G	55	G	62	G	69	G
	35	F	42	F	49	G	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	G	50	G	57	G	64	G	71	F
	37	G	44	F	51	G	58	G	65	G		
	38	F	45	G	52	F	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	G
	73	G	81	F	89	G	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	G
	77	G	85	G	93	G	101	G	109	F	117	G
4 Nolu Sergi Alanı	78	G	86	G	94	G	102	G	110	G		
	79	G	87	G	95	G	103	G	111	G		
	118	G	121	G								
	119	F	122	G								
	120	F	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır. Çift Katmanlı- 21 Haziran - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	E	27	E		
	4	E	10	D	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	E	106	D	114	D
	75	D	83	E	91	E	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	E	101	E	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								
Hareketsiz Gün.Kır. Çift Katmanlı- 21 Haziran - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	G	10	G	16	G	22	F	28	F		
	5	F	11	G	17	G	23	F	29	F		
	6	G	12	F	18	G	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	F	47	F	54	F	61	G	68	G
	34	F	41	F	48	F	55	F	62	G	69	F
	35	F	42	G	49	F	56	F	63	G	70	F
	36	F	43	F	50	F	57	G	64	G	71	F
	37	F	44	F	51	G	58	F	65	G		
	38	E	45	F	52	F	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	F	88	F	96	G	104	G	112	G
	73	F	81	F	89	F	97	G	105	G	113	G
	74	G	82	F	90	G	98	G	106	G	114	G
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	G	115	G
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	G
	77	F	85	G	93	G	101	G	109	F	117	G
4 Nolu Sergi Alanı	118	F	121	F								
	119	E	122	F								
	120	E	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Eylül - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	E	27	E		
	4	E	10	D	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	D
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	E	101	E	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	E	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	C	123	E								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Eylül - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	F	13	F	19	F	25	F	31	F
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	G	32	F
	3	G	9	F	15	F	21	G	27	G		
	4	G	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	G	11	F	17	F	23	F	29	G		
	6	G	12	F	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	F	61	F	68	F
	34	D	41	E	48	F	55	F	62	F	69	F
	35	D	42	D	49	F	56	F	63	F	70	G
	36	F	43	F	50	F	57	F	64	F	71	F
	37	F	44	E	51	G	58	F	65	F		
	38	E	45	F	52	D	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	E	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	F	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	F	109	D	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	78	F	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	E	95	D	103	D	111	D		
	118	F	121	F								
	119	F	122	F								
	120	E	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcılar sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Eylül - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	D	15	D	21	F	27	E		
	4	E	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	E	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	D	57	E	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	E	105	D	113	D
	74	E	82	D	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	E	101	E	109	D	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	C	123	E								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Eylül - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	G	13	F	19	F	25	F	31	G
	2	G	8	G	14	G	20	F	26	F	32	F
	3	G	9	G	15	G	21	G	27	G		
	4	G	10	G	16	G	22	G	28	G		
	5	G	11	G	17	G	23	G	29	G		
	6	G	12	F	18	G	24	G	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	E	40	G	47	G	54	F	61	G	68	G
	34	F	41	F	48	F	55	G	62	G	69	F
	35	F	42	F	49	F	56	G	63	G	70	G
	36	G	43	F	50	G	57	G	64	G	71	F
	37	G	44	F	51	G	58	G	65	G		
	38	F	45	F	52	F	59	G	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	G	80	G	88	G	96	G	104	G	112	F
	73	G	81	F	89	G	97	G	105	F	113	F
	74	G	82	G	90	G	98	G	106	F	114	F
	75	G	83	G	91	G	99	G	107	F	115	F
	76	G	84	G	92	G	100	G	108	F	116	F
	77	G	85	G	93	G	101	G	109	F	117	G
4 Nolu Sergi Alanı	118	F	121	G								
	119	F	122	G								
	120	F	123	G								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Eylül - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	D
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	D
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı- 21 Eylül - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	F	13	E	19	F	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	E	26	E	32	D
	3	F	9	E	15	F	21	E	27	E		
	4	F	10	F	16	F	22	F	28	E		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	E		
	6	F	12	E	18	F	24	E	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	G	54	E	61	G	68	F
	34	E	41	E	48	G	55	E	62	G	69	F
	35	F	42	F	49	F	56	F	63	F	70	F
	36	E	43	E	50	F	57	F	64	F	71	E
	37	F	44	F	51	F	58	F	65	G		
	38	F	45	G	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	E	80	E	88	F	96	F	104	F	112	F
	73	F	81	E	89	E	97	F	105	F	113	F
	74	F	82	F	90	F	98	F	106	F	114	F
	75	F	83	F	91	F	99	F	107	F	115	F
	76	F	84	F	92	F	100	F	108	E	116	F
	77	F	85	F	93	G	101	G	109	E	117	F
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	F								
	120	D	123	F								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı-21 Aralık-Saat 09:30-Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	D	54	C	61	D	68	D
	34	C	41	C	48	D	55	C	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	C	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	C	122	D								
	120	C	123	D								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı-21 Aralık-Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	E	13	D	19	E	25	E	31	E
	2	F	8	F	14	F	20	D	26	E	32	E
	3	G	9	F	15	E	21	F	27	F		
	4	F	10	E	16	E	22	F	28	E		
	5	F	11	E	17	E	23	F	29	F		
	6	F	12	E	18	D	24	F	30	E		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	F	61	E	68	E
	34	D	41	D	48	E	55	E	62	E	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	F
	36	D	43	D	50	E	57	E	64	F	71	F
	37	D	44	D	51	F	58	E	65	F		
	38	D	45	E	52	D	59	F	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	C	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcılar sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı-21 Aralık-Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	D
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	D
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı-21 Aralık-Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	G	7	F	13	E	19	E	25	F	31	F
	2	G	8	F	14	F	20	E	26	E	32	E
	3	G	9	F	15	F	21	F	27	F		
	4	G	10	F	16	F	22	F	28	F		
	5	F	11	F	17	F	23	F	29	F		
	6	F	12	E	18	F	24	F	30	F		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	F	47	F	54	E	61	F	68	F
	34	D	41	F	48	F	55	E	62	F	69	F
	35	E	42	E	49	G	56	E	63	F	70	F
	36	F	43	E	50	F	57	F	64	F	71	F
	37	F	44	G	51	G	58	F	65	G		
	38	F	45	G	52	E	59	F	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	F	80	D	88	F	96	D	104	D	112	D
	73	E	81	D	89	F	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	E	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	E	99	D	107	D	115	E
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	E
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	C	123	E								

EK-5 (Devam) Sabit güneş kırıcıları sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı-21 Aralık-Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	C	13	B	19	C	25	B	31	B
	2	D	8	C	14	C	20	B	26	B	32	B
	3	D	9	B	15	C	21	D	27	D		
	4	C	10	C	16	C	22	C	28	C		
	5	C	11	C	17	C	23	C	29	C		
	6	C	12	B	18	C	24	B	30	B		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	C	47	C	54	B	61	C	68	C
	34	A	41	B	48	B	55	B	62	C	69	C
	35	A	42	C	49	B	56	B	63	C	70	C
	36	B	43	B	50	C	57	C	64	C	71	B
	37	B	44	B	51	C	58	B	65	C		
	38	B	45	B	52	B	59	C	66	C		
3 Nolu Sergi Alanı	72	B	80	C	88	C	96	C	104	C	112	C
	73	C	81	B	89	B	97	C	105	C	113	C
	74	C	82	C	90	C	98	C	106	C	114	C
	75	C	83	C	91	C	99	C	107	C	115	C
	76	B	84	C	92	C	100	C	108	B	116	B
	77	B	85	C	93	C	101	C	109	B	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	118	C	121	B								
	119	B	122	B								
	120	A	123	C								
Hareketsiz Gün.Kır.Sahip Çift Katmanlı-21 Aralık-Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	F	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	E	26	F	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	F
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	G
	36	D	43	G	50	D	57	D	64	E	71	G
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	G	52	D	59	D	66	G		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	C	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	D	122	D								
	120	C	123	D								

EK-6 Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Mart - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	C	16	C	22	D	28	C		
	5	D	11	C	17	C	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	C	47	C	54	C	61	D	68	C
	34	B	41	D	48	C	55	C	62	D	69	D
	35	B	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	C	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	C	80	C	88	C	96	C	104	D	112	C
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	C	90	C	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	C	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	C	92	C	100	D	108	C	116	C
	77	C	85	C	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	C	94	C	102	D	110	C		
	79	D	87	C	95	C	103	D	111	C		
	118	D	121	C								
	119	C	122	C								
	120	C	123	D								

Öneri - 21 Mart - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	E	14	F	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	D	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	E	71	E
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	E	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	D	60	F	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	C		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Mart - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	C	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	C	17	C	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	C	55	C	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	C	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	C	80	D	88	C	96	D	104	D	112	C
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	C	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	C	92	D	100	D	108	C	116	C
4 Nolu Sergi Alanı	77	C	85	C	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	D	86	C	94	D	102	D	110	C		
	79	D	87	C	95	C	103	D	111	C		
	118	D	121	C								
	119	C	122	C								
	120	C	123	D								
Öneri - 21 Mart - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	E	14	F	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	F	15	E	21	E	27	E		
	4	D	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	D	11	E	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	E	48	D	55	D	62	F	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	F	70	E
	36	D	43	E	50	E	57	D	64	F	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	E	67	E		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
4 Nolu Sergi Alanı	77	D	85	D	93	D	101	D	109	E	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Mart - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	C	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	D	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	C	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	C	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	C	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	C	90	D	98	D	106	D	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	C		
4 Nolu Sergi Alanı	79	D	87	D	95	D	103	D	111	C		
	118	D	121	D								
	119	D	122	C								
	120	C	123	D								
Öneri - 21 Mart - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	E	48	D	55	D	62	E	69	D
	35	D	42	E	49	D	56	D	63	E	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	E	67	E		
	72	D	80	E	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	E	82	E	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	E	84	E	92	D	100	E	108	D	116	D
	77	D	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
	78	D	86	E	94	E	102	E	110	D		
4 Nolu Sergi Alanı	79	E	87	E	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Haziran - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	D	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	D
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	D	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	C	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	C		
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	D	122	C								
	120	C	123	D								

Öneri - 21 Haziran - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	E	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	E	17	D	23	D	29	D		
	6	E	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	F	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	E	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Haziran - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	B	41	D	48	C	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	D	60	D	67	D		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	D	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	D	110	C		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	C		
	118	D	121	C								
4 Nolu Sergi Alanı	119	C	122	C								
	120	C	123	D								

Öneri - 21 Haziran - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	E	15	E	21	F	27	E		
	4	D	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	E	48	D	55	D	62	F	69	E
	35	D	42	E	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	39	D	46	D	53	E	60	E	67	E		
	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	E	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	E	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
4 Nolu Sergi Alanı	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Haziran - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	E	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	D	61	D	68	D
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	D	70	D
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	D	71	D
	37	D	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	D								
Öneri - 21 Haziran - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	E	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	E	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	E	10	D	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	E	47	E	54	E	61	E	68	D
	34	D	41	E	48	E	55	E	62	F	69	E
	35	D	42	E	49	E	56	E	63	E	70	E
	36	D	43	E	50	E	57	E	64	F	71	D
	37	E	44	D	51	E	58	E	65	E		
	38	E	45	E	52	E	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	E	80	E	88	E	96	E	104	E	112	D
	73	E	81	E	89	E	97	E	105	D	113	D
	74	E	82	E	90	E	98	E	106	D	114	D
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	E	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
	77	E	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	118	E	121	E								
	119	E	122	E								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Eylül - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	C	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	C	17	C	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	C	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	C	55	C	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	C	96	C	104	D	112	C
	73	D	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	C	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	C	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	C	122	C								
	120	C	123	D								
Öneri - 21 Eylül - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	D	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	E	11	E	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	C	41	D	48	D	55	D	62	E	69	D
	35	C	42	D	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	C	43	D	50	D	57	D	64	E	71	D
	37	D	44	C	51	E	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	C
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	D	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Eylül - Saat 12:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	C	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	C	17	C	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	D	47	C	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	C	55	C	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	C	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	C	65	D		
	38	C	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	C	96	C	104	D	112	C
	73	C	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	C	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	C	83	C	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	C	84	C	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	C	85	C	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	C	94	D	102	D	110	C		
	79	D	87	C	95	C	103	D	111	C		
	118	D	121	C								
4 Nolu Sergi Alanı	119	C	122	C								
	120	C	123	D								
Öneri - 21 Eylül - Saat 12:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	E	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	E	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	E	9	E	15	E	21	E	27	E		
	4	D	10	E	16	D	22	E	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	E	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	E	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	E	48	E	55	D	62	F	69	E
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	E
	36	D	43	E	50	E	57	D	64	F	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	E		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	E		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	D	114	D
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	D	115	D
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	D	116	D
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	E	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	78	D	86	D	94	D	102	D	110	D		
	79	D	87	D	95	D	103	D	111	D		
	118	D	121	D								
4 Nolu Sergi Alanı	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Eylül - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	D	25	D	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	D	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	C	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	B	40	C	47	C	54	D	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	C	55	D	62	D	69	D
	35	B	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	C	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	C	45	C	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	C	89	D	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	C	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	C	122	C								
	120	C	123	D								
Öneri - 21 Eylül - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	D	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	D	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	E	68	D
	34	D	41	E	48	D	55	D	62	F	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	E	70	D
	36	D	43	D	50	E	57	D	64	F	71	D
	37	D	44	D	51	E	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	E	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	E	88	D	96	D	104	E	112	D
	73	D	81	D	89	D	97	D	105	D	113	D
	74	E	82	E	90	D	98	E	106	D	114	D
	75	E	83	E	91	E	99	E	107	D	115	D
	76	E	84	E	92	E	100	E	108	D	116	D
	77	D	85	E	93	E	101	E	109	D	117	E
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	D								
	119	D	122	D								
	120	D	123	E								

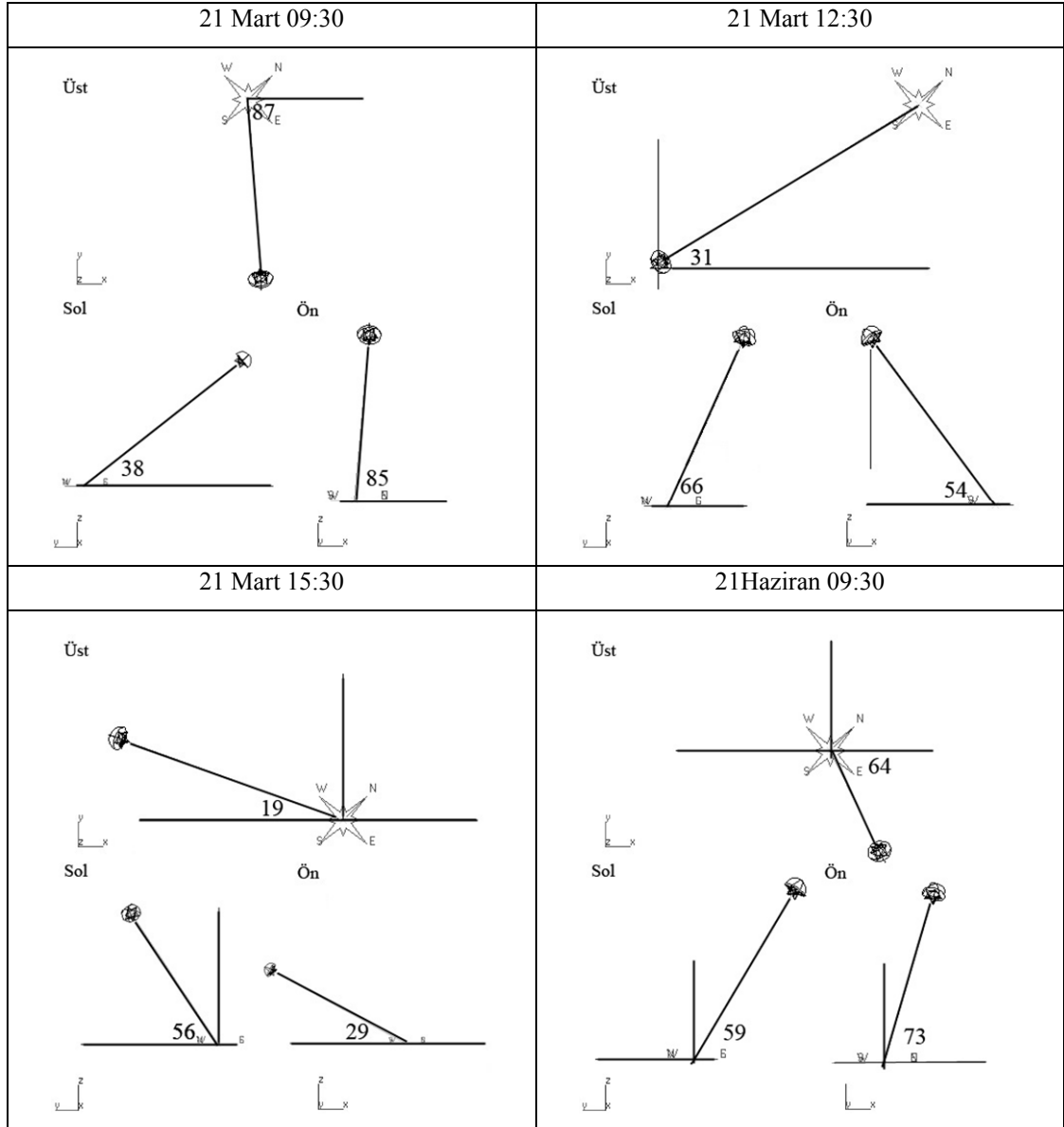
EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Aralık - Saat 09:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	C	13	B	19	B	25	B	31	B
	2	C	8	C	14	C	20	B	26	B	32	B
	3	C	9	C	15	C	21	D	27	D		
	4	C	10	C	16	C	22	D	28	C		
	5	C	11	C	17	C	23	C	29	B		
	6	C	12	B	18	B	24	B	30	B		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	C	47	C	54	C	61	C	68	B
	34	A	41	C	48	C	55	C	62	D	69	C
	35	A	42	C	49	C	56	C	63	C	70	C
	36	B	43	C	50	C	57	C	64	C	71	B
	37	C	44	B	51	C	58	C	65	C		
	38	C	45	C	52	B	59	C	66	C		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	C	88	C	96	C	104	C	112	B
	73	C	81	B	89	B	97	C	105	B	113	B
	74	C	82	C	90	C	98	C	106	B	114	B
	75	C	83	C	91	C	99	C	107	B	115	B
	76	C	84	C	92	C	100	C	108	B	116	B
	77	B	85	C	93	C	101	C	109	B	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	C	94	C	102	C	110	B		
	79	C	87	C	95	C	103	C	111	B		
	118	C	121	C								
4 Nolu Sergi Alanı	119	C	122	B								
	120	B	123	C								
Öneri - 21 Aralık - Saat 09:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	D	19	D	25	D	31	D
	2	D	8	D	14	E	20	D	26	D	32	D
	3	D	9	E	15	D	21	E	27	D		
	4	D	10	D	16	D	22	D	28	D		
	5	D	11	D	17	D	23	D	29	D		
	6	D	12	D	18	D	24	D	30	D		
2 Nolu Sergi Alanı	33	D	40	D	47	D	54	D	61	D	68	D
	34	D	41	D	48	D	55	D	62	E	69	D
	35	D	42	D	49	D	56	D	63	D	70	E
	36	D	43	D	50	D	57	D	64	E	71	D
	37	D	44	D	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	D	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	C	88	C	96	B	104	C	112	B
	73	B	81	B	89	C	97	C	105	B	113	B
	74	C	82	B	90	C	98	C	106	B	114	B
	75	C	83	C	91	C	99	C	107	B	115	C
	76	B	84	B	92	B	100	C	108	B	116	C
	77	B	85	C	93	B	101	C	109	B	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	78	C	86	C	94	B	102	C	110	B		
	79	C	87	C	95	B	103	C	111	B		
	118	D	121	D								
4 Nolu Sergi Alanı	119	D	122	D								
	120	D	123	D								

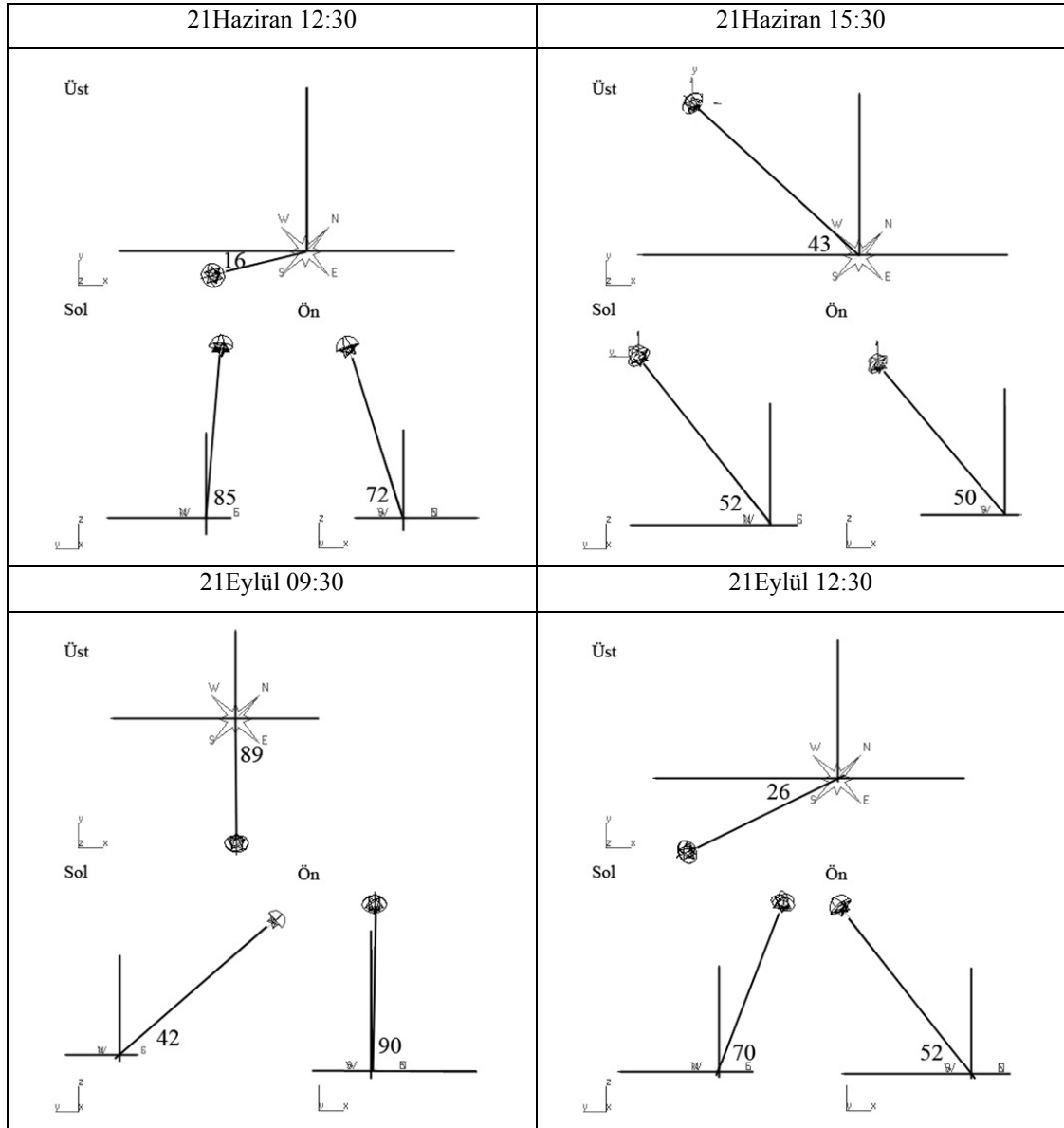
EK-6 (Devam) Öneri sistem - hareketli güneş kırıcılara sahip çift katmanlı çatı ışıklığı için yapılan bilgisayar simülasyonlarında elde edilen aydınlık düzeyleri aralıkları

Öneri - 21 Aralık - Saat 15:30 - Bulutlu Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	C	7	C	13	B	19	B	25	B	31	B
	2	C	8	C	14	C	20	B	26	B	32	B
	3	C	9	B	15	B	21	C	27	C		
	4	C	10	B	16	C	22	C	28	B		
	5	C	11	B	17	B	23	C	29	B		
	6	C	12	B	18	B	24	B	30	B		
2 Nolu Sergi Alanı	33	A	40	B	47	B	54	B	61	C	68	B
	34	A	41	B	48	B	55	B	62	C	69	C
	35	A	42	B	49	B	56	B	63	C	70	C
	36	A	43	B	50	C	57	C	64	C	71	B
	37	B	44	A	51	C	58	B	65	C		
	38	B	45	B	52	A	59	B	66	C		
3 Nolu Sergi Alanı	72	C	80	C	88	B	96	C	104	C	112	B
	73	C	81	B	89	B	97	C	105	B	113	B
	74	C	82	B	90	C	98	C	106	B	114	B
	75	B	83	C	91	C	99	C	107	B	115	B
	76	B	84	C	92	C	100	C	108	B	116	B
	77	B	85	C	93	C	101	C	109	B	117	C
4 Nolu Sergi Alanı	118	B	121	B								
	119	B	122	B								
	120	A	123	C								
Öneri - 21 Aralık - Saat 15:30 - Açık Gökyüzü												
	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık	Vitrin	Aydınlık
1 Nolu Sergi Alanı	1	D	7	D	13	C	19	C	25	C	31	C
	2	D	8	D	14	D	20	C	26	C	32	C
	3	D	9	D	15	D	21	D	27	D		
	4	D	10	C	16	D	22	D	28	C		
	5	D	11	C	17	C	23	D	29	C		
	6	D	12	C	18	C	24	C	30	C		
2 Nolu Sergi Alanı	33	C	40	D	47	D	54	C	61	D	68	C
	34	C	41	D	48	C	55	C	62	D	69	D
	35	C	42	D	49	C	56	D	63	D	70	D
	36	C	43	D	50	D	57	D	64	D	71	C
	37	C	44	C	51	D	58	D	65	D		
	38	D	45	D	52	C	59	D	66	D		
3 Nolu Sergi Alanı	72	D	80	D	88	D	96	D	104	D	112	C
	73	D	81	C	89	C	97	D	105	C	113	C
	74	D	82	D	90	D	98	D	106	C	114	C
	75	D	83	D	91	D	99	D	107	C	115	C
	76	D	84	D	92	D	100	D	108	C	116	C
	77	D	85	D	93	D	101	D	109	C	117	D
4 Nolu Sergi Alanı	118	D	121	C								
	119	D	122	C								
	120	C	123	D								

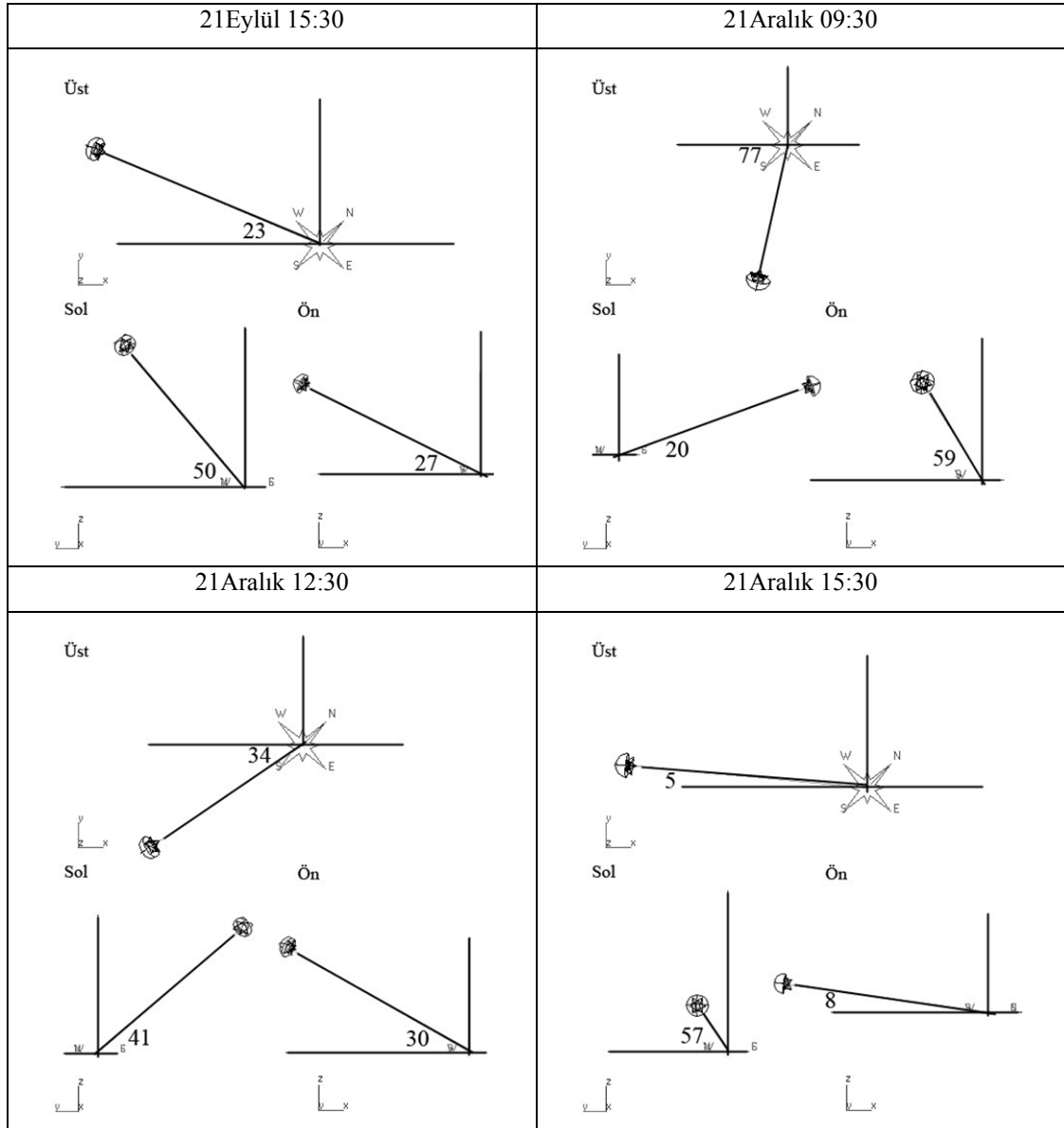
EK-7 Ankara için belirli gün ve saatler için güneşin gökyüzündeki konumu [18]



EK-7 (Devam) Ankara için belirli gün ve saatler için güneşin gökyüzündeki konumu



EK-7 (Devam) Ankara için belirli gün ve saatler için güneşin gökyüzündeki konumu



EK-8 D.M.İ.G.M'ne göre Ankara için ortalama aylık güneşlenme süreleri [45]

	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
1975	1,9	2,4	6,1	5,6	7,5	9,9	12,0	10,9	10,1	6,8	4,8	2,0
1976	2,1	6,0	5,9	6,4	8,4	10,7	12,4	10,9	9,6	5,6	5,1	2,7
1977	3,7	4,9	5,9	6,5	10,0	10,4	12,4	11,7	8,3	7,4	6,0	3,0
1978	1,7	4,0	4,8	5,7	10,1	12,2	12,5	11,4	9,5	6,7	7,0	2,7
1979	2,3	4,3	6,3	6,6	7,5	11,3	11,9	11,3	9,9	4,8	4,7	3,1
1980	2,7	3,2	4,7	6,1	8,2	10,7	12,2	11,3	9,0	6,5	4,7	2,8
1981	1,9	2,2	6,0	8,0	8,8	10,0	11,5	11,5	10,0	8,3	4,3	1,7
1982	2,8	4,1	5,2	5,8	9,3	10,3	10,1	10,2	9,6	7,3	4,4	2,9
1983	1,6	3,6	5,4	6,2	8,0	10,2	9,4	10,5	9,3	6,3	2,7	2,1
1984	2,0	3,7	3,6	4,8	9,0	10,6	10,3	10,0	10,1	8,5	4,1	2,7
1985	1,9	2,4	5,1	6,3	8,6	11,0	11,4	11,4	10,2	5,7	2,7	2,5
1986	2,0	2,0	7,5	8,7	7,5	9,8	12,0	10,9	9,2	7,7	4,4	2,8
1987	2,6	4,8	4,7	6,3	8,1	10,1	11,6	10,9	10,3	6,2	4,0	1,8
1988	2,8	4,6	4,3	6,3	8,4	9,4	10,6	11,3	9,0	4,4	3,2	2,1
1989	4,3	5,4	6,9	7,5	8,4	10,3	11,1	11,0	9,7	6,4	3,7	1,6
1990	2,7	4,5	8,1	6,3	7,5	9,8	10,6	10,5	8,9	7,2	4,9	3,3
1991	2,8	2,2	5,6	4,3	7,0	9,8	11,0	10,5	8,9	5,2	3,4	1,3
1992	2,4	4,8	4,2	7,5	8,4	8,4	9,8	11,1	9,7	6,8	4,0	1,0
1993	2,1	3,3	5,5	6,4	7,9	10,6	12,5	11,0	10,1	8,3	4,0	2,8
1994	3,2	3,8	6,0	8,4	9,0	12,4	11,3	11,0	9,7	6,3	3,9	1,9
1995	2,9	6,5	5,3	5,9	9,9	10,4	10,2	11,1	9,2	7,0	2,6	2,0
1996	2,1	3,3	3,0	6,1	9,5	11,6	11,8	10,9	8,1	5,9	6,1	1,8
1997	4,0	4,9	6,0	4,7	9,6	9,7	11,7	9,2	9,4	5,1	4,3	2,3
1998	3,7	6,2	5,0	6,1	6,8	10,1	12,4	12,0	8,6	7,9	4,3	1,8
1999	2,7	3,3	5,9	8,3	10,3	8,4	11,7	10,1	9,5	6,0	5,2	3,6
2000	2,2	3,5	7,2	5,7	8,9	10,2	12,9	10,8	9,4	6,9	6,2	2,3
2001	3,3	4,1	6,2	7,9	7,9	12,2	11,1	10,4	9,7	7,5	3,7	1,4
2002	2,2	5,9	6,0	5,6	10,1	9,8	10,2	10,2	8,2	6,9	4,6	2,4
2003	2,1	2,1	5,1	5,9	9,4	12,5	11,6	11,0	8,8	6,4	5,1	2,2
2004	1,7	4,3	6,5	7,1	9,0	10,1	12,1	10,7	10,3	7,2	4,4	3,4
2005	3,0	3,7	5,6	6,6	8,1	10,9	11,7	11,2	9,1	6,6	2,8	2,8
2006	2,4	2,6	5,6	8,0	8,7	10,9	11,7	11,5	7,7	5,7		
ort	2,6	3,96	5,6	6,49	8,62	10,46	11,43	10,89	9,35	6,61	4,36	2,3
yıllık												
%	3,09	4,79	6,77	7,85	10,43	12,65	13,82	13,17	11,31	8,00	5,28	2,84

EK-9 Simülasyon sonuçlarını değerlendirmede kullanılan aylık güneşlenme katsayısının tüm yıla oranı (%)

AYLAR	Aylık ortalama güneşlenme katsayısının tüm yıla oranı (%)
OCAK	3,09
ŞUBAT	4,79
MART	6,77
NİSAN	7,85
MAYIS	10,43
HAZİRAN	12,65
TEMMUZ	13,82
AĞUSTOS	13,17
EYLÜL	11,31
EKİM	8,00
KASIM	5,28
ARALIK	2,84

EK-10 Simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması için uygulanan örnek analiz yöntemi (tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için yapılmıştır)

Bölüm 4.3, Çizelge 4.4’de görülen simülasyon sonuçlarına göre, tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için 21 Martta açık gök koşullarında saat 09:30, 12:30 ve 15:30’daki tüm değerlerin ortalamasına göre, toplam vitrinlerin % 60’ı üzerinde uygun aydınlık düzeylerine oluşmaktadır. Mart ayı içerisindeki güneşlenmenin yıl boyunca toplam güneşlenmeye oranı % 6,77’dir. Bu iki oran birbirleriyle çarpılıp karşılaştırma sayısına ulaşılmıştır. Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığında diğer aylar için aynı işlem uygulanmış, tüm aylar için ulaşılan sonuçların ortalaması alınmıştır. Tüm katsayıların 100 ile çarpımından elde edilen sayıların ortalaması, sergi alanındaki tüm vitrinlerin % 100 uygunluk değerine sahip olduğu koşuldur. Tek katmanlı tek yönlü çatı ışıklığı için ulaşılan ortalamanın % 100 uygunluk koşuluna oranı bize katsayıya bağlı gerçek uygunluk değerini vermektedir. Yani T.K.T.Y için yapılan işlem;

$$\begin{aligned}
 & (60 \times 6,77) + (21 \times 12,65) + (58 \times 11,31) + (85 \times 3,09) \\
 & \quad + \\
 & (86 \times 6,77) + (91 \times 12,65) + (84 \times 11,31) + (39 \times 3,09) \quad = 4394,4 \\
 & / 8 \quad = 549,3 \\
 & (100 \times 6,77) + (100 \times 12,65) + (100 \times 11,31) + (100 \times 3,09) \\
 & \quad + \\
 & (100 \times 6,77) + (100 \times 12,65) + (100 \times 11,31) + (100 \times 3,09) \quad = 6764 \\
 & / 8 \quad = 845,5 \\
 & 100 \times 549,3 / 845,5 \quad = 65
 \end{aligned}$$

şeklindedir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AYBAR, Uğurtan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 18.03.1971 Ankara
 Medeni Hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 231 74 00 – 2604
 e-mail : uaybar@gazi.edu.tr

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	2000
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	1994
Lise	TED Ankara Koleji	1988

İş deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1995-2007	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Aybar, U., Başkaya, A., "Müstakil Toplu Konut Cephelerinde Farklı Malzeme Kullanımı ve Yorumlarla Kimlik - Kimliksizlik - Kişileştirme", *II. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*, Yeşilköy, 24-27 Mart, İstanbul, 165-171 (2005).

2. Kurtay, C., Aybar, U., Başkaya, A., Aksulu, "Müzelerde Algılama ve Aydınlatma Kriterlerinin Analizi : Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi Orta Holü", **G.Ü.M.M.F. Dergisi**, Ankara, 18/2 : 95-114 (2003).
3. Başkaya, A., Dinç, P., Aybar, U., Karakaş, M., "Mekansal İmaj Üzerine Bir Deneme: Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Eğitim Bloğu Giriş Holü", **G.Ü.M.M.F. Dergisi**, Ankara, 18/2 : 79-94 (2003).
4. Aybar, U., "Ankara Mesa Yoncaevler Sitesi'nin Doğal Aydınlatma Açısından İncelenmesi", **G.Ü.M.M.F. Dergisi**, Mart, Ankara, 18/1: 45-57 (2003).
5. Kurtay, C., Aybar, U., "Kütüphanelerde Yapay Aydınlatmaya Bir Örnek : Bilkent Üniversitesi Kütüphanesi", **III. Ulusal Aydınlatma Kongresi**, 23-24 Kasım, İ.T.Ü Taşkışla, İstanbul, 77-82 (2000).
6. Kurtay, C., Aybar, U., "Selim Sırrı Tarcan Spor Salonu'nun Aydınlatma Açısından Değerlendirilmesi", **II. Ulusal Aydınlatma Kongresi**, 26-27 Kasım, İ.T.Ü Taşkışla, İstanbul, 59-62 (1998).