

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUTLARDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA TASARIMI
VE BİR ÖRNEĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Begüm HARPUTLU

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alpin Köknel YENER

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUTLARDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA TASARIMI
VE BİR ÖRNEĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Begüm HARPUTLU
502121503**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alpin Köknel YENER

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502121503 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Begüm HARPUTLU**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**KONUTLARDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA TASARIMI VE BİR ÖRNEĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Alpin Köknel YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Alpin Köknel YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gül Koçlar ORAL
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Rana KUTLU
Kültür Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **27 Mayıs 2015**

Yeğenlerime,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince sonsuz bir anlayış ve sabırla, ilgisini ve yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Alpin Köknel Yener'e, değerli katkılarından dolayı sayın jüri üyelerim Prof. Dr. Gül Koçlar Oral ve Doç. Dr. Rana Kutlu'ya, bilgilerini ve deneyimlerini bizlerle paylaşarak mimarların bilinçlenmesini sağlayan tüm Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Bölümü Akademisyenlerine, bölüme kabul edilme sürecinde referans mektubuyla bana yardımcı olan sayın Doç. Dr. Mustafa Özgünler'e, destekleri ve fedakarlıkları için aileme ve arkadaşlarıma, bu süreçte mesleki anlamda gelişmemi sağlayarak bana güç katan proje müdürüm sayın Oğuzhan Öztürk'e, tez çalışması süresince, Bomonti Apartmanları ile ilgili gerekli bilgilere ulaşmam konusunda yardımcı olan Tekfen Services İşletme Yöneticisi sayın Mehmet Dağıdır'a, elektrik teknisyeni sayın Erkan Güllü'ye ve HB Teknik Proje Koordinatörü sayın Hüseyin Çatal'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2015

Begüm Harputlu
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xx
1.GİRİŞ	1
2. DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMİ	7
2.1. Binalarda Kullanılan Gün Işığı Açıklıkları	9
2.1.1. Pencereler.....	9
2.1.2. Çatı ve tepe ışıklıkları	11
2.2. Çağdaş Gün Işığı Sistemleri	12
2.2.1. Gün ışığını yönlendiren sistemler	12
2.2.1.1. Işık rafı	13
2.2.1.2. Anidolik sistemler	14
2.2.1.3. Prizmatik paneller	15
2.2.1.4. Lazer kesim paneller	15
2.2.1.5. Hologrofik optik elemanlar	16
2.2.1.6. Özel camlar	16
2.2.2. Gün ışığını taşıyan sistemler	17
2.2.2.1. Işık kılavuzları.....	19
2.2.2.2. Gün ışığı tüpleri	20
2.2.2.3. Fiber optik ile günışığı	21
2.3. Güneş Kontrol Sistemleri	22
3. YAPAY AYDINLATMA SİSTEMİ	25
3.1. Işık Kaynakları	26
3.1.1. Flüoresan lambalar	28
3.1.1.1. Tüp flüoresan lambalar	28
3.1.1.2. Kompakt flüoresan lambalar	29
3.1.2. LED lambalar	30
3.2. Yapay Aydınlatma Aygıtları	34
3.3. Yapay Aydınlatma Türleri	35
3.3.1. Genel aydınlatma	35
3.3.1.1. Direkt aydınlatma (Dolaysız).....	35
3.3.1.2. Yarı direkt aydınlatma (Yarı Dolaysız).....	36
3.3.1.3. Karma aydınlatma (Homojen/Yayınık/Dağınık).....	36
3.3.1.4. Yarı endirekt aydınlatma (Yarı Dolaylı).....	36
3.3.1.5. Endirekt aydınlatma (Dolaylı)	36
3.3.2. Bölgesel aydınlatma	37
3.4. Kontrol Sistemleri	37

3.4.1. Manuel kontrol sistemleri.....	38
3.4.2. Otomatik kontrol sistemleri.....	38
3.4.3. Gün ışığına bağlı kontrol sistemleri	39
4. GÖRSEL KONFOR KOŞULLARI.....	41
4.1 Görsel Konfor.....	41
4.1.1. Aydınlığın niceliği.....	42
4.1.1.1. Aydınlik düzeyi	42
4.1.1.2. Parıltı	43
4.1.2. Aydınlığın niteliği	45
4.1.2.1. Işığın renksel özelliği	46
4.1.2.2. Işık akısının doğrultusal yapısı.....	47
4.1.2.3. Işığın yüzeyler tarafından yansıtılma, yutulma ve geçirilme özellikleri	49
4.1.2.4. Gölgelemlerin niteliği	49
4.2. Konutlarda Görsel Konfor Gereksinimleri	50
5. AYDINLATMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN TASARIM PARAMETRELERİ	59
5.1. Doğal Tasarım Parametreleri.....	59
5.1.1. Göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı	60
5.1.2. Güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi	60
5.1.3. Yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri	60
5.1.4. Doğal dış engeller.....	61
5.2. Fiziksel Tasarım Parametreleri.....	61
5.2.1. Dış engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri.....	61
5.2.2. Pencerelemlerin baktığı yön.....	62
5.2.3. Pencerelemlerin boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni	63
5.2.4. Pencerelemlerin ışık geçirilme özellikleri	64
5.2.5. Hacim boyutları.....	65
5.2.6. İç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri	66
5.2.7. Güneş kontrol elemanlarının kullanımı.....	67
5.2.8. Yapay aydınlatma sistemi tasarımı	67
5.3. Gün ışığı Faktörü (DF)	68
5.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Binalarda Kullanımı.....	69
5.5. Görsel Konfor Koşulları ve Enerji Etkin Aydınlatma Tasarımının Değerlendirilmesi	69
6. GÖRSEL KONFOR VE ENERJİ ETKİN AYDINLATMA TASARIMI AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME: BOMONTİ APARTMANI.....	71
6.1. Bomonti Apartmanı Proje Künyesi ve Genel Bilgiler.....	71
6.2. Parametrelerin Değerlendirilmesi.....	73
6.2.1. Doğal Tasarım Parametrelerinin Değerlendirilmesi	74
6.2.2. Fiziksel Tasarım Parametrelerinin Değerlendirilmesi.....	76
6.2.2.1. Hacme ilişkin özellikler	76
6.2.2.2. Pencereye ilişkin özellikler	77
6.2.2.3. Güneş kontrol sistemi kullanımı	83
6.2.2.4. Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	85
6.2.3. Gün ışığı faktörü değerleri	88
6.2.4. Yenilenebilir enerji kaynakları ve çağdaş gün ışığı sistemleri kullanımı	91
6.3. Bölüm Sonucu	91
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	103
KAYNAKLAR.....	105

ÖZGEÇMİŞ.....	109
----------------------	------------

KISALTMALAR

CIE	: Commission Internationale de L'Elairage
IES	: Illuminating Engineering Society
IESNA	: Illuminating Engineering Society of North America
CIBSE	: The Chartered Institution of Building Services Engineers
UV	: Mor ötesi ışınım
SC	: Gölgeleme katsayısı
CD	: Kandela
W	: Watt
V	: Volt
nm	: Nanometre
mm²	: Milimetrekare
IR	: Kızıl ötesi ışınım
T_{vis}	: Gün ışığı geçirgenliği
lm	: Lümen
LED	: Light Emitting Diode
E	: Aydınlık düzeyi
lx	: Lüks
E_{çd}	: Çalışma düzlemindeki aydınlık düzeyi
L	: Parıltı
m²	: Metrekare
UGR	: Unified Glare Rating (Kamaşma İndisi)
BS	: British Standarts
EN	: European Norm
K	: Kelvin
R_a	: Renksel geriverim indisi
r	: Yansıtma faktörü
a	: Yutuculuk faktörü
t	: Geçirgenlik faktörü
U_o	: Düzgünlük
max	: Maksimum
min	: Minimum
m	: Metre
mm	: Milimetre
DF	: Daylight Factor
GF	: Güneş ışığı Faktörü
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Çalışma düzlemi ile yakın çevre aydınlık düzeyi arasındaki ilişki	43
Çizelge 4.2 : Lamba parıltısına göre uygulanması gereken minimum perdeleme açıları	43
Çizelge 4.3 : Yüzeylerin uygun yansıtıcılık değeri aralıkları	44
Çizelge 4.4 : Işık kaynağı renk görünümü grupları	46
Çizelge 4.5 : CIE'nin belirlediği renk ayırım indeksi grupları	47
Çizelge 4.6 : IESNA ve BS EN 12464-1 standartları yardımıyla oluşturulan konuttaki hacimler için aydınlık düzeyi, kamaşma indisi, düzgünlük ve renksel geriverim indisi değerleri tablosu.	51
Çizelge 5.1 : Yer yüzeyi malzemelerinin yaklaşık ışık yansıtma katsayıları.	60
Çizelge 5.2 : Dış engel malzemelerinin yaklaşık ışık yansıtma katsayıları.....	62
Çizelge 5.3 : Tek yönden günışığı alan hacimlerde hacim derinliğine uygun en düşük saydırlık oranı değeri	64
Çizelge 5.4 : Tek yönden gün ışığı alan hacimlerde derinlik limitleri	65
Çizelge 5.5 : Renk yansıtma katsayıları	66
Çizelge 5.6 : Hacimlerin en düşük ortalama gün ışığı faktörü değeri	68
Çizelge 6.1 : Yaşama hacimlerinin çalışma düzleminde oluşan ortalama aydınlık düzeyleri değeri.	78
Çizelge 6.2 : Konut tiplerine ait saydırlık oranları.....	83
Çizelge 6.3 : Hacimlere ait gün ışığı faktörü değeri.....	88

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Birincil enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı.	1
Şekil 1.2: Nesnelerin ve çevrelerinin ışık ile görülebilirliği.	2
Şekil 2.1: Güneşin mevsimlere göre konumu.	7
Şekil 2.2: Yükseliş (altitude) ve azimut açıları.	7
Şekil 2.3: Farklı pencere pozisyonlarının oluşturduğu gün ışığı dağılımı.	9
Şekil 2.4: Camın üzerine gelen ışığı geçirme, yutma ve yansıtması.	10
Şekil 2.5: Gün ışığı açıklıklarının yaşama mekânında kullanımı.	11
Şekil 2.6: Japonya’da uygulanmış bir güneş evinde ışık rafı kullanımı.	13
Şekil 2.7: Anidolik sistemlerin cephede kullanımına ait bir uygulama örneği.	13
Şekil 2.8: Anidolik sistem çeşitlerine ait şemalar.	14
Şekil 2.9: Prizmatik paneller.	15
Şekil 2.10: Lazer kesim panel örneği ve şemaları.	15
Şekil 2.11: Holografik optik elemanlara ait şemalar.	16
Şekil 2.12: Özel camların kullanımı.	16
Şekil 2.13: Doğal ışık almayan hacimlerin gün ışığı ile aydınlatılması şeması.	17
Şekil 2.14: One Central Park binasının çatısında kullanılmış heliostatlar.	18
Şekil 2.15: Işık kılavuzu ile gün ışığının hacim içinde kullanılması.	19
Şekil 2.16: Gün ışığı tüplerinin koridorda kullanımı.	20
Şekil 2.17: Himewari sisteminin gün ışığına göre hareketi.	21
Şekil 2.18: Fiber optik ile hacimlere günışığının taşınması.	21
Şekil 2.19: Çeşitli güneş kontrol sistemi örnekleri.	22
Şekil 3.1: Günümüzde kullanımı yaygın olan lamba türleri.	26
Şekil 3.2: T5, T8, T12 tüp flüoresan lambalar.	29
Şekil 3.3: Kompakt flüoresan lamba çeşitleri.	29
Şekil 3.4: LED’lerin farklı çeşitleri.	30
Şekil 3.5: Yaşama mekânında LED aydınlatma kullanımı.	31
Şekil 3.6: Fiber optiğin yapısı ve örnekleri.	33
Şekil 3.7: Aydınlatma biçimleri şeması.	35
Şekil 3.8: Gün ışığına bağlı loşlaştırmanın çalışma odasında kullanımı.	39
Şekil 4.1: Işığın doğrultusal yapısı.	48
Şekil 4.2: Yüzey dokusuna bağlı yansıma biçimleri.	48
Şekil 4.3: Konutların girişlerine ait aydınlatma yerleşimi örneği.	52
Şekil 4.4: Koridorlara ait aydınlatma yerleşimi örneği.	53
Şekil 4.5: Yaşama mekânı ve yemek odasına ait aydınlatma yerleşimi örneği.	54
Şekil 4.6: Yemek masası etrafında oluşturulan aydınlatmanın şeması.	54
Şekil 4.7: Mutfığa ait aydınlatma yerleşimi örneği.	55
Şekil 4.8: Mutfakta oluşturulan aydınlatmanın şeması.	55
Şekil 4.9: Ebeveyn yatak odasına ait aydınlatma yerleşimi örneği.	56
Şekil 4.10: Banyoda oluşturulan aydınlatmanın sırasıyla doğru ve yanlış uygulama şeması.	57

Şekil 4.11: Banyoya ait aydınlatma yerleşimi örneği.	57
Şekil 4.12: Çalışma düzleminde oluşturulan aydınlatmanın şeması.....	58
Şekil 5.1: Binaların birbiriyle olan ilişkisi ve gün ışığı alabilirliği.	62
Şekil 5.2: Kuzey yarım kürede yer alan bir konut için plansal yerleşim önerileri	63
Şekil 5.3: Konutlarda saçak üzerine yerleştirilmiş fotovoltaiik paneller	69
Şekil 5.4: Enerji etkin aydınlatma tasarımı ve görsel konfor kriterleri	70
Şekil 6.1: Sokak ve avlu cephesi görüşleri	72
Şekil 6.2: Vaziyet planı.....	72
Şekil 6.3: Bomonti apartmanı 1. kat planı	73
Şekil 6.4: Dialux programında konum verisi girişi.....	74
Şekil 6.5: Sokaktaki ağaçların sırasıyla kış ve yaz aylarındaki durumu.....	75
Şekil 6.6: Dialux programında hacmin iç yüzey yansıtıcılıkları bilgisi girişi	77
Şekil 6.7: Dialux programında hacimlerin yönlendirilme bilgisi girişi	77
Şekil 6.8: Yaşama hacimlerinin çalışma düzlemlerinde yılın farklı zamanlarında oluşan aydınlık düzeyi değerleri	79
Şekil 6.9: Blokların birbirleriyle olan konumu	81
Şekil 6.10: Dialux programında yer alan pencereye ilişkin özellikler paneli	81
Şekil 6.11: Yaşama hacmine ait doğramaların dışarıdan görünümü	82
Şekil 6.12: Dialux programında yer alan pencere boyutlarına ilişkin özellikler paneli	83
Şekil 6.13: Güneş kontrol elemanlarının kullanıldığı ve kullanılmadığı cepheler	84
Şekil 6.14: Cepheye entegre edilmiş güneş kontrol elemanları	84
Şekil 6.15: Koridorda bulunan sıva altı led lamba ve aygıt görseli.	85
Şekil 6.16: Yaşama mekanı için seçilen led lamba ve aygıt görseli ile ışık dağılımı.85	
Şekil 6.17: Çalışma düzleminde oluşan aydınlık düzeyi sonuçları	86
Şekil 6.18: Çalışma düzleminde oluşturulması önerilen aydınlık düzeyi sonuçları ..	87
Şekil 6.19: Hacimlerde oluşan gün ışığı faktörü değerleri.	89
Şekil 6.20: Tip 1 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.....	93
Şekil 6.21: Tip 2 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.....	95
Şekil 6.22: Tip 3 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.....	97
Şekil 6.23: Tip 4 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.....	99
Şekil 6.24: Tip 5 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.....	101

KONUTLARDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA TASARIMI VE BİR ÖRNEĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Günümüzün başlıca problemlerinden olan enerji kaynaklarının azalması, buna bağlı maliyetlerinin yükselmesi ve yapı sektörünün enerji tüketimindeki yüksek payı nedeni ile mimarların bu konulara daha duyarlı davranmasını gerekli kılmıştır.

İnsanların barınma ihtiyacını karşılayan ve günün büyük bir kısmını içinde geçirdiği konutlar bina tipolojileri içinde en temeli olarak değerlendirilebilir. Konutların; gerekli konfor koşullarını sağlayan, tüm yaşam sürecinde enerji gereksinimini en aza indirebilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarından olabildiğince yararlanabilecek biçimde yani ‘enerji etkin’ planlanması ve işletilmesi gerekir.

Yenilenebilir bir enerji ve doğal ışık kaynağı olan güneşin konutlarda etkin kullanılması ve görsel konfor koşullarından ödün vermeden aydınlatma enerjisi tüketimini azaltmak ise ‘enerji etkin aydınlatma’ tasarımının amaçlarındandır.

Çalışma kapsamında bu amaç doğrultusunda öncelikle sahip olunması gereken temel aydınlatma kavramları üzerinde durulmuştur. Bu kavramlar doğal aydınlatma sistemleri, yapay aydınlatma sistemleri ve görsel konfor koşulları olarak üç ayrı başlıkta incelenmiştir. Görsel konfor gereksinimleri konut özelinde incelenmiş ve standartlardaki değerlere yer verilmiştir. Enerji konusu ise yalnızca aydınlatma için tüketilen enerji miktarını minimize etme odaklı araştırılmıştır, konutlarda aydınlatma dışında enerji tüketen sistemler ve bunların etkinliği kapsam dışı bırakılmıştır. Aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametreleri açıklanmış, standartlar ve literatürde yer alan bilgiler yardımıyla konutların aydınlatma tasarımlarını değerlendirmek üzere hacim ölçeğinde bir tablo oluşturulmaya çalışılmıştır. İstanbul’da bulunan bir konut örneği üzerinden değerlendirme yapılarak uygulama çalışması örneklendirilmiştir.

Sonuç olarak tasarımcıların uygulama yapılacak alandaki konum, yön ve diğer tüm doğal çevre verilerini dikkate alarak, binayı uygun fiziksel parametre değerlerine ulaştırması, enerji sorununun çözümüne yönelik bir başlangıç olabilir. Kentlerin bu duyarlılıkla planlanması, üst ölçekten alt ölçeklere kadar her disiplinin bu bilince sahip yaklaşımları ve disiplinler arası iyi kordinasyonla mümkündür.

ENERGY EFFICIENT LIGHTING DESIGN IN RESIDENTIAL BUILDINGS AND A CASE STUDY

SUMMARY

The depletion of energy resources is one of the main problems of today. Due to the high share of energy consumption and the associated costs architects have to act more sensitive to these issues.

Residential building typology is a fundamental building typology in which people spent a considerable part of the day and perform various activities. Residential buildings should meet the comfort conditions while minimizing the energy requirements and benefiting from renewable energy sources; they should be designed and operated as ‘energy efficient’ buildings.

One of the objectives of building design is ‘energy efficient lighting’, which can be defined as efficient use of natural light to reduce energy consumption without compromising visual comfort conditions and using renewable energy sources.

The aim of the thesis is to create a rating system that can be implemented to residential buildings related with minimizing the energy consumed for lighting purposes while providing visual comfort conditions.

As a result of literature screening a few Turkish sources were reached directly related to this issue. Often the subject of energy efficiency and energy-efficient lighting in homes has been observed that the work carried out separately. This study examined the subject in the energy efficient lighting special on housing typology. Topics discussed in the context of visual comfort, thermal comfort which is a result of significant changes in the conditions of natural lighting design, the effect of these changes on energy consumption and costs were excluded from this evaluation.

Natural lighting systems were examined in the second part of the thesis. Windows and skylights has been referred as daylight apertures in residential buildings. Innovative daylighting systems were introduced briefly. Finally, solar control systems are summarized in this section.

In the third part of the thesis artificial lighting systems were examined. This section consists of brief information on artificial light sources, luminaires and control systems.

In the fourth chapter of the thesis it is addressed to the visual comfort. Both natural and artificial lighting concepts in the light of the quantity and quality of interest were

described in this section. Visual comfort conditions related to the housing requirements were examined and the standard values are given.

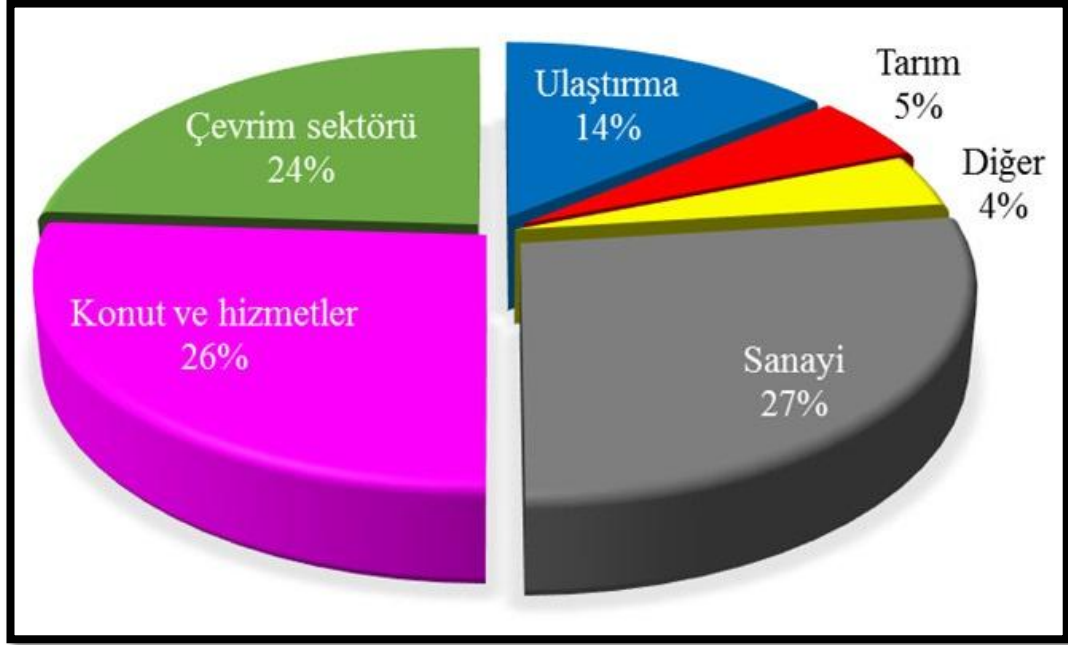
In the fifth chapter of the thesis design parameters that influence the lighting energy conservation issue were discussed. These parameters were detailed under two headings, namely natural and physical design parameters. Daylight occurred in the volume representing the daylight factor concept, the relationship between the sun and the control of energy use in the building of renewable energy were briefly described.

In the sixth chapter of the thesis the sample application was carried out; it was analyzed according to visual comfort and energy efficient lighting design parameters. The data obtained in the examination results were evaluated based on the established criteria and knowledge.

As a result, evaluations on visual comfort conditions and efficient energy use related with lighting in residential buildings are necessary at the design stage in order to optimize the architectural project. Evaluations of the existing buildings will guide at the energy efficient retrofitting stage while providing the visual comfort conditions.

1.GİRİŞ

Günümüzde fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, bunların yarattığı çevre sorunlarının ve enerji maliyetlerinin artması nedeniyle, enerji tüketiminin denetimi ve yönetimi giderek önem kazanmaktadır. Şekil 1.1’ de enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımına bakıldığında, konut ve hizmetler sektörü, sanayiden sonra enerji verimliliğinin sağlanabileceği öncelikli alanlardan biri olarak görülmektedir.



Şekil 1.1: Birincil enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı [Url-1].

Türkiye’de konut üretimi inşaat sektöründe ve ülkesel yatırımlar içinde yüksek bir payı oluşturmaktadır. Konut yapıları kullanım süreleri boyunca insanların barınma ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra, kullanıcıların konfor koşullarını da sağlamak durumundadır. Konfor koşullarını sağlama adına yapay (aktif) alt sistemlerle tüketilen enerji miktarının artışına bağlı olarak; fosil enerji kaynaklarının azalması, bu kaynaklarda dış ülkelere bağımlı olunması, artan enerji maliyetleri, enerji tüketimi sonucu ortaya çıkan gazların insan sağlığına verdiği zararlar, hava kirliliğinin artması ve oluşan küresel ısınma sorunları önemli hale gelmiştir.

Bütün bunlara dayanarak konutların; gerekli konfor koşullarını sağlayan, tüm yaşam sürecinde enerji gereksinimini en aza indirebilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarından olabildiğince yararlanabilecek biçimde yani ‘enerji etkin’ planlanması ve işletilmesi gerekir.

Yenilenebilir bir enerji ve doğal ışık kaynağı olan güneşin konutlarda etkin kullanılması ve görsel konfor koşullarından ödün vermeden aydınlatma enerjisi tüketimini azaltmak ise ‘enerji etkin aydınlatma’ tasarımının amaçlarındandır.

Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE-Commission Internationale de L’Elairage) tarafından, ‘Nesneler ve çevrelerinin görülebilmesi amacı ile ışık uygulanması’ biçiminde tanımlanmaktadır. Şekil 1.2’ de nesnelerin yalnızca ışık ile görünebilir olmasına dair bir görsel verilmiştir.



Şekil 1.2: Nesnelerin ve çevrelerinin ışık ile görülebilirliği [IES, CP-2-10].

Işık, insanların değişik algılar yolu ile edindikleri bilgilerin yaklaşık %95’ inin görsel algı yoluyla olması nedeni ile büyük önem taşımaktadır [Öztürk, 1992].

İyi görme, görsel algılama için gerekli olan öğelerin (göz, aydınlatan ışık ve aydınlanan maddesel varlık) özelliklerine bağlı olarak, belli ölçütlerle tanımlanmaktadır. Bunlar;

- Tüm ayrıntıları, görülmesi gereken en ufak parçaları rahatça görebilmek,
- Yüzey biçimlerini, iki ve üç boyutlu dokuları doğru algılayabilmek,
- Renkleri doğru görebilmek ve en küçük renk ayrımlarını algılayabilmek,
- Devingenliği, doğrultu, hız vb. tüm özellikleri ile doğru algılayabilmek,
- Görsel algılamayı, zorlamadan, rahat bir biçimde uzun süre sürdürebilmek

şeklinde sıralanabilir [Ünver, 1999].

İyi bir aydınlatma ile aşağıdaki yararlar sağlanır:

- Gözün görme yeteneği, görme hızı ve kontrast duygumu artar, görüş keskinliği sağlanır.
- Göz sağlığı korunur, görme bozukluklarına neden olmaz.
- Fizyolojik olarak kullanıcıların görsel konforu sağlanır.
- Psikolojik açıdan kullanıcı içinde bulunduğu çevrede kendini mutlu hisseder.
- Kazalar azalır.
- Yapılan işin verimi yükselir.
- Ekonomik yarar sağlar.
- Güvenlik duygusu artar.
- Yapıların enerjiyi etkin bir şekilde kullanmaları sağlanır ve enerji tasarrufu üst düzeye ulaşır.

Dolayısıyla doğru bir aydınlatma tasarımı hem kullanıcılar hem de çevresel ve ekonomik yararlılık açısından büyük önem taşır. Aydınlatma tasarımının disiplinler arası bir çalışma neticesinde optimum çözümle planlanması gerekir.

Konuya yapı ölçeğinde bakıldığında bir aydınlatma tasarımında;

- yapının işlevi (hangi amaçla kullanılacağı), fonksiyonu,
- yapının fiziksel verileri, (konumu, bulunduğu yapay çevre, strüktürel yapısı, boyutları, mimari detayları vb.)
- tasarım konsepti ile aydınlatma tasarımının bütünlüğü,
- görsel konfor koşulları,
- kullanıcı özellikleri ve
- yapının enerji etkinliği

gibi konular ön tasarımdan itibaren dikkatle ele alınmalıdır.

Gerekli inceleme ve çalışmalar yapılmaksızın tasarlanan aydınlatma sistemleri enerjiyi etkin kullanmada ve konfor koşullarını sağlamada yetersiz kalmaktadır. Bu problem sonucunda tezin amacı; görsel konfor koşullarından ödün vermeden konutlarda aydınlatma amacıyla tüketilen enerjinin en aza indirilmesi için uygulanabilecek bir değerlendirme sistemi oluşturmaadır.

Tez, konutlarda aydınlatma için gereken enerjinin tasarım parametrelerine bağlı azaltılabileceği ve görsel konforun bu parametrelerin uygun değerlere ulaşmasıyla sağlanabileceği hipotezine dayanmaktadır.

Tez alışması kapsamında öncelikle konutların enerji etkin aydınlatma sistemleri olarak tasarlanmaları süreçleri araştırılmıştır. Yapılan literatür taramasında doğrudan bu konuyla ilişkili az sayıda Türkçe kaynağa ulaşılmıştır. Genellikle çalışmaların konutlarda enerji etkinlik ve enerji etkin aydınlatma konularında ayrı ayrı yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ise enerji etkin aydınlatma konusu konut tipolojisi özelinde incelenmiştir. Konu görsel konfor bağlamında ele alınmış, doğal aydınlatma tasarımının önemli bir sonucu olan ısıl konfor koşullarındaki değişim, bu değişimin enerji tüketimi üzerindeki etkisi ve maliyet konusu değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde doğal aydınlatma sistemleri incelenmiştir. Binalarda kullanılan gün ışığı açıklıklarından pencere ve çatı ışıklıklarına değinilmiştir. Binalara gün ışığını taşıyan ve ileten ağdaş gün ışığı sistemleri kısaca tanıtılmıştır. Son olarak bu bölümde güneş kontrol sistemleri özetlenmiştir.

Tez çalışmasının üçüncü bölümünde yapay aydınlatma sistemleri incelenmiştir. Bu bölüm, yapay aydınlatma kaynakları, aygıtları, türleri ve kontrol sistemleri olarak dört başlıkta incelenerek, temel bilgiler aktarılmaya çalışılmıştır.

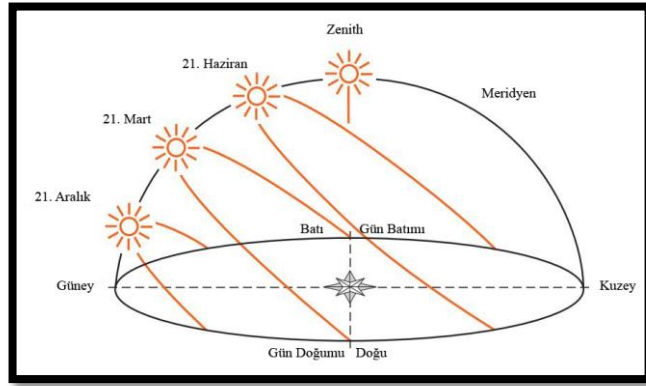
Tez çalışmasının dördüncü bölümünde görsel konfor koşullarına değinilmiştir. Hem doğal hem yapay aydınlatmayı ilgilendiren aydınlığın niceliği ve niteliğiyle ilgili kavramlar bu bölümde anlatılmıştır. Görsel konfor gereksinimleri konut özelinde incelenerek, standartlarda yer alan koşullar bu bölüme aktarılmıştır.

Tez çalışmasının beşinci bölümünde aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametreleri konusu ele alınmıştır. Bu parametreler doğal ve fiziksel tasarım parametreleri olmak üzere iki başlık altında detaylandırılmıştır. Hacimlerde oluşan gün ışığı aydınlığını ifade eden gün ışığı faktörü kavramı, güneş kontrolünün enerji ile ilişkisi ve yenilenebilir enerjinin binalarda kullanımı kısaca açıklanmıştır.

Tez çalışmasının altıncı bölümünde ise ele alınan uygulama örneği enerji etkin aydınlatma tasarımı parametrelerine göre incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen veriler oluşturulan kriterlere ve bilgilere dayanarak değerlendirilmiştir.

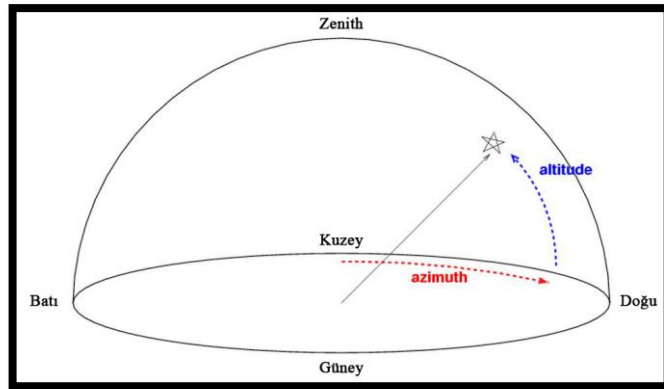
2. DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMİ

Bilinen en büyük doğal ışık kaynağı güneştir. Doğal ışıktan kastedilen gün (gündüz) ışığıdır. Gün ışığının karakteristik özelliği değişkenliğidir. Gün ışığını yapay ışıktan ayıran en belirgin özellik de bu sürekli değişkenliğidir. Şekil 2.1’ de güneşin mevsimlere göre konumu şematize edilmiştir.



Şekil 2.1: Güneşin mevsimlere göre konumu.

Dünya hem güneş etrafında hem de kendi etrafında döndüğü için dünya üzerinde herhangi bir noktada, saat ve mevsimlere bağlı olarak güneşin konumu değişir. Güneşin konumu, Şekil 2.2’ de gösterilen yükseliş (altitud) açısı ve azimut açısı kavramlarıyla tanımlanır.



Şekil 2.2: Yükseliş (altitude) ve azimut açıları.

Güneşin yükseliş açısı, güneş ışını ile güneş ışınının yatay düzlem üzerindeki izdüşümü arasındaki açı olup, yörenin enlemine ve zamana göre değişim gösterir. Azimut açısı ise, güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümü ile kuzey veya güney yönü ile arasındaki açıdır ve yatay düzlemle ölçülmektedir [Berköz, 1983].

Gün ışığını meydana getiren iki öge vardır; bunlardan biri güneş ışığı diğeri de gök ışığıdır. Güneş ışığı, sıcak renkli, doğrultulu yani güneşin doğrudan yaydığı ışınlardır. Gök ışığı ise soğuk renkli, doğrultusuz yani atmosferde parçacıklardan yayınık halde gelen ışınlardır.

Mekâna doğrudan gelen güneş ışığının dikkatli ve kontrollü bir şekilde hacim içinde kullanılması gerekmektedir. Güneş ışığı, çoğu kez aşırı parlaklı farklarına neden olur. Bu durumda konforsuzluk ve görüşün zayıflaması söz konusudur. Bu yüksek kontrast (zıtlık) görüşü engellediğinden, göz görme eylemini gerçekleştirmek için uyum yapar fakat net bir görüş elde edemediği için çabuk yorulur, bu durum kullanıcıları rahatsız eder. Bu nedenle güneş kontrolü sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Yaygın gök ışığının mekânlara alınması ise görsel konfor açısından daha olumlu sonuçlar doğurur.

Sürekli değişen gün ışığı insanların biyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarının değişmesine yol açar. Gökyüzünün görünümü günün zamanı hakkında bilgi verir ve insanların biyolojik döngüsünü korumaya yardımcı olur.

Kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik konforunun sağlanmasının yanı sıra enerji tüketiminin azaltılması açılarından hacimlerin gün ışığı ile aydınlatılmasında ana hedefler;

- Gün ışığının etkin kullanımı,
- Dış çevre ile görsel ilişki kurulması,
- Dış aydınlık düzeyinin gün içindeki niceliksel ve niteliksel farklılıklarının hissedilmesi,
- İklim kontrolü ve gürültü kontrolü gibi diğer fiziksel çevresel konularla uyumlu bir tasarımın gerçekleştirilmesi,
- Yapay aydınlatma, ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılması olarak sıralanabilmektedir.

Bu hedefleri gerçekleştirmek için önerilecek olan çözümler bazen birbirleri ile çelişebilirler. İdeal çözüme ulaşabilmek için yöre, enlem, mevsim, işlev ve kullanım saatleri gibi değişkenlere bağlı olarak hedeflerin taşıdıkları önem belirlenmelidir.

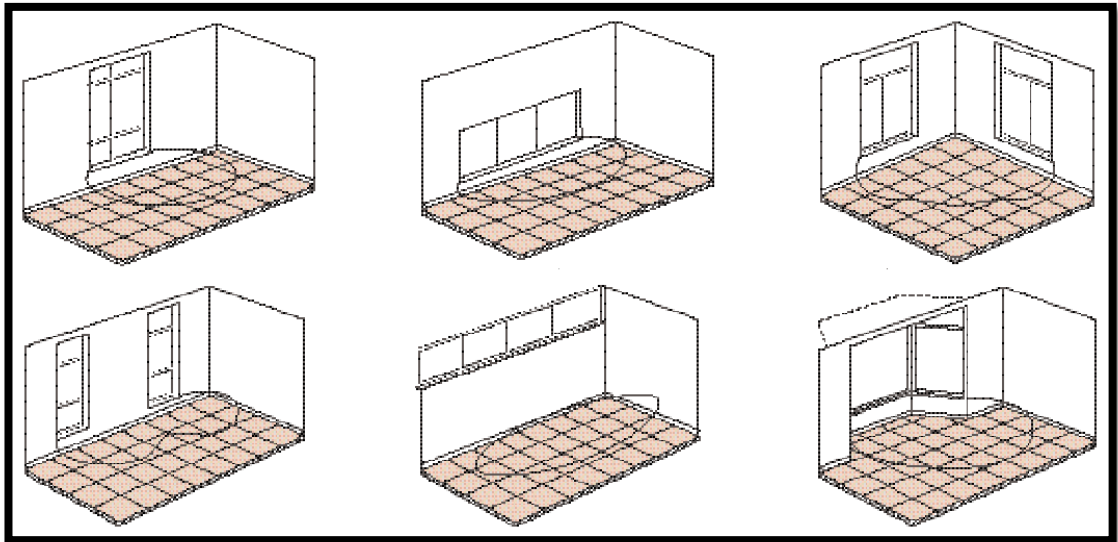
2.1. Binalarda Kullanılan Gün Işığı Açıklıkları

Binalarda uygun gün ışığı açıklıkları ile dış görüşün sağlanması ve gün ışığının hacim içine alınması gereklidir. Çatı ışıklıkları hacimlere gün ışığının ulaşımını sağlarken, pencereler yani düşey açıklıklar bunun yanında dış görüşü de sağlar.

2.1.1. Pencereler

Pencereler binanın kabuğunda yer alan, dış çevredeki aydınlık koşullarının hacimlerin içine alınmasını sağlayan yapı elemanlarıdır. Pencere tasarımında kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik gereksinimleri, teknolojik olanaklar, estetik ve kültürel değerler, görsel, işitsel ve ısısal konfor, doğal havalandırma ihtiyacı, aydınlatma, ısıtma ve soğutma yükleri gibi bir çok etken rol oynamaktadır.

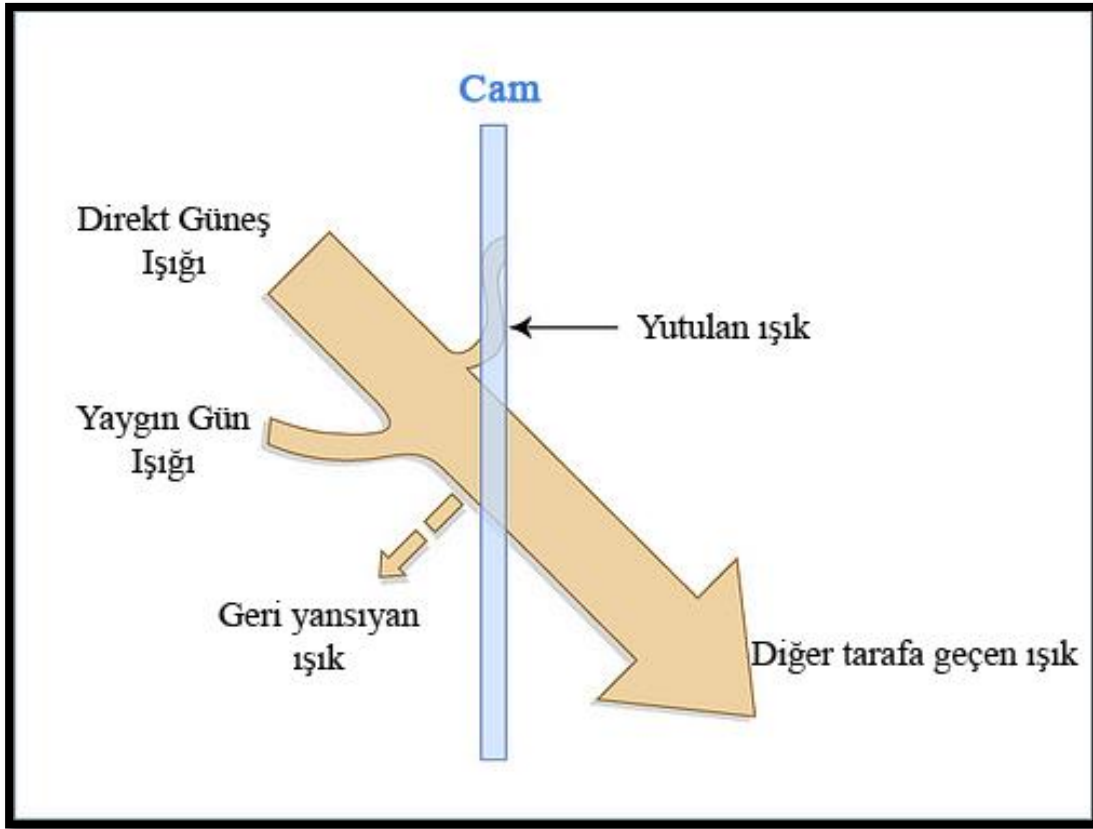
Gün ışığının hacim içinde etkin kullanılmasında pencerenin boyutları ve konumları büyük önem taşımaktadır. Pencere boyutları, genellikle pencere alanının pencerenin bulunduğu duvarın alanına oranı olarak ifade edilir ve bu oran ‘saydamlık oranı’ olarak tanımlanmaktadır. Saydamlık oranı aynı olsa bile pencerelerin biçimleri ve üzerinde bulunduğu duvardaki konumu değıştikçe gün ışığının hacim içindeki dağılımı ve oluşturduğu aydınlık düzeyi değışir. Şekil 2.3’ de pencere biçim ve konumlarının hacimlerde oluşan gün ışığı dağılımına etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Farklı pencere pozisyonlarının oluşturduğu gün ışığı dağılımı

[CIBSE, 1999].

Pencereler saydam yüzeyler ve bunların yapıyla ilişkisini sağlayan doğrama sistemlerinden oluşur. Doğrama kalınlıkları ve doğramaların penceredeki kullanım yoğunluğu gün ışığının hacim içine alınmasında farklılıklar oluşturabilmektedir. Saydam yüzeyler ise; üzerlerine düşen ışığın belirli bir yüzdesini diğer tarafa geçirmekte, belirli bir yüzdesini de yutmakta veya geri yansıtmaktadır. Diğer tarafa geçen ışık miktarının yüzeye gelen ışık miktarına oranına ‘camın ışık geçirme katsayısı’ denir. Şekil 2.4’de cam üzerine gelen güneş ışığının olası davranışları şematize edilmiştir.



Şekil 2.4: Camın üzerine gelen ışığı geçirme, yutma ve yansıtması [Url-2].

Pencerede kullanılan cam türünün ışık geçirme katsayısı ve pencerenin temizlenme sıklığı da hacim içinde oluşan gün ışığı aydınlık düzeyinde etkilidir.

2.1.2. Çatı ve tepe ışıklıkları

Binalarda pencerelerin yanı sıra biçim ve işleve bağlı olarak çatı ışıklıkları, tepe pencereleri gibi gün ışığı alımını ve dağılımını farklı biçimlerde gerçekleştiren açıklıklar da uygulanabilmektedir. Şekil 2.5’de konutta yer alan yaşama mekânında pencerenin ve tepe ışıklığının bir arada kullanımı görülmektedir.



Şekil 2.5: Gün ışığı açıklıklarının yaşama mekânında kullanımı [Url-3].

Tüm açıklıkların tasarımında gün ışığının hacimdeki dağılımının ve hacmin direkt güneş ışığından etkilenme durumunun belirlenebilmesi gerekir. Tasarım aşamasında ayrıntılı incelemeler ve modellemeler sonucu gün ışığı açıklıklarının konumları, boyutları ve malzeme seçimlerinin, ısısal ve işitsel performansları da göz önünde bulundurularak doğru planlanması gerekmektedir.

2.2. Çağdaş Gün Işığı Sistemleri

Düşey pencerelerle hacim içerisinde pencere önü ve çevresinde yüksek bir aydınlık düzeyi sağlanırken, pencereden uzaklaşıldıkça aydınlık düzeyi azalmakta ve hacmin derinliklerinde yetersiz kalmaktadır. Derin hacimlerde yeterli aydınlık düzeyini elde etmek için pencerelerin büyütülmesi veya sayılarının artırılması ise ısıtma ve soğutma yüklerini artıracığından her zaman uygulanamamaktadır. Bu gibi durumlarda çatı ışıklıklarının kullanılması ise ancak binaların tek katlı olmaları halinde veya son katlarda hacmin işlevine uygun çözümlerle gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde bu dengeyi sağlayabilecek çağdaş gün ışığı sistemleri mevcuttur.

Çağdaş gün ışığı sistemlerinin başlıca hedefleri;

- Gün ışığı (yenilenebilir enerji) kullanımının artarak çevresel ve yaşamsal kalitenin artması,
- Gün ışığının hacim içine yönlendirilmesi, taşınması,
- Belirli çalışma düzlemleri üzerinde doğal aydınlatmanın düzgünlüğünün sağlanması,
- Aydınlık düzeyini homojenleştirerek görsel konforun artırılması,
- Direkt güneş ışığının engellenerek kamaşma kontrolünün sağlanması,
- Isıtma ve soğutma yüklerinin azaltılması,
- Gün ışığını yönlendiren, yansıtan ya da taşıyan sistemlerle doğal ışık almayan hacimlerin dahi aydınlatılması,
- Yapay aydınlatma gereksinimi düşürülerek enerji tasarrufu sağlamak,

olarak sıralanabilir.

Bir binada hangi gün ışığı aydınlatma sisteminin kullanılacağı projenin özelliklerine bağlı olup, tasarım aşamasında belirlenmelidir. Sonradan entegre edilen sistemler binalara uygulama zorluğu, detay hataları ve fazla maliyet getirmektedir.

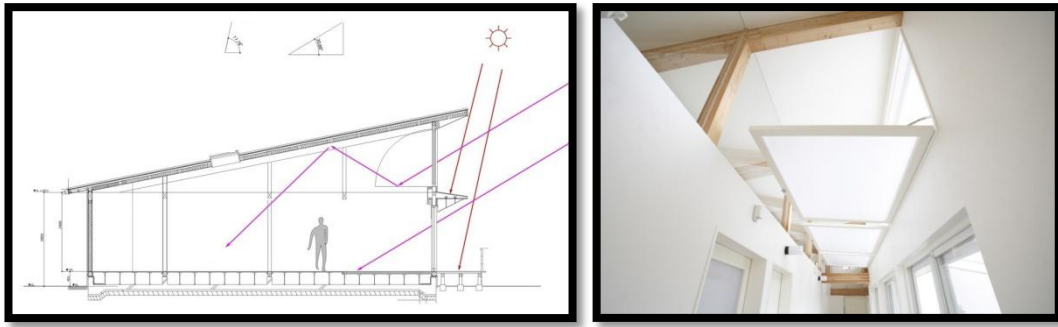
2.2.1. Gün ışığını yönlendiren sistemler

Genellikle yanal pencereler veya tepe pencerelerinden gelen gün ışığı seviyesinin düzenlenmesi, iç hacimlere doğru yönlendirilmesi veya gölgeleme yapılarak ısısal kontrol sağlamak amacıyla kullanılırlar. Işık rafı, anidolik sistemler, pizmatik paneller, lazer kesim paneller, holografik optik elemanlar ve özel camlar bu başlık altında incelenebilir.

2.2.1.1. Işık rafı

Işık rafı, üzerine düşen dolaysız gün ışığını tavana yansıtarak, pencereye uzak bulunan bölgelerin aydınlanmasını sağlar. Tavandan yansıyan dolaylı ışık ile mekândaki gölgeler azalır, hacim içinde daha dengeli ve düzgün bir ışık dağılımı oluşur ve yapay aydınlatma ihtiyacı azalır.

Yüksekliği elverişli pencereler için uygulanabilen ışık rafları, kullanıcıların dış çevreyle görsel ilişkisini bozmayacak şekilde, göz hizasından yukarıya yerleştirilmelidir. Şekil 2.6'da Japonya'da tasarlanan bir konutta ışık rafı ile oluşturulmak istenen gün ışığı kullanım stratejisi şeması gösterilmiştir.



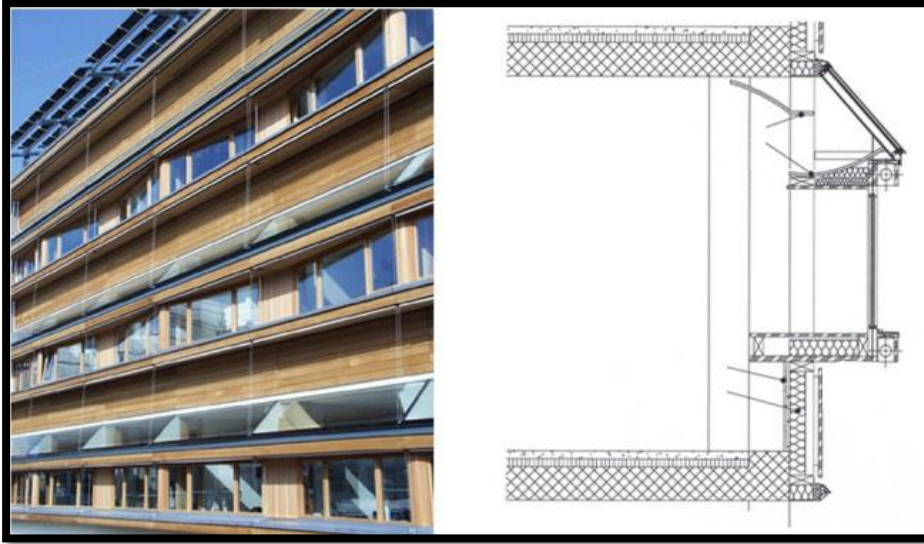
Şekil 2.6: Japonya'da uygulanmış bir güneş evinde ışık rafı kullanımı [Url-4].

Işık raflarından en verimli sonuçların alındığı cephe güneydir. Normal koşullarda dış kısımda kullanılan ışık rafları daha fazla açıdan gün ışığı alabildiği için iç kısımda kullanılanlara göre daha etkindir. İklimle birlikte düşünüldüğünde ise; sıcak iklim bölgelerinde dışarıya yerleştirilen ışık rafları, aynı zamanda saçak görevi üstlenip yazın dik gelen güneş ışınlarının pencereye ulaşmasını engellediği için tercih edilebilir. Soğuk iklimlerde ısı kazancı sağlanması açısından iç kısma; ılıman iklimler için ise yaz aylarında gölgeleme sağlarken kış aylarında da ısı kazancı sağlamak amacıyla iç ve dış kısma birden yerleştirilmiş olabilir.

Cepheye entegre veya binaya yerleştirilmiş olabilen bu yüksek yansıtıcılık özelliğine sahip sistemler piyasada satılan türleri olsa dahi her proje koşuluna göre özel olarak tasarlanması ya da hazır bulunan ürünün projeye uygunluğunun irdelenmesi gerekmektedir. Hacim içinde oluşan aydınlık düzeyindeki ve düzgünlüğündeki fark ve enerji tasarrufuna etkisi, maliyet konularıyla birlikte ele alınıp verimi tartışılarak kullanılması gerekir.

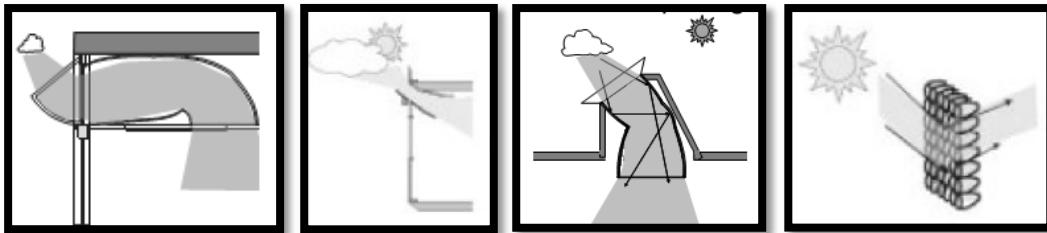
2.2.1.2. Anidolik sistemler

Anidolik açıklıklar göğün geniş bir bölümünden gelen yayınlık gün ışığını hacim içine iletirken direkt güneş ışığının hacme girmesini engelleyen sistemlerdir [Okutan, 2008]. Şekil 2.7’de cephesine anidolik sistem kullanımı tercih edilen bir örneğe yer verilmiştir.



Şekil 2.7: Anidolik sistemlerin cephede kullanımına ait bir uygulama örneği [Url-5].

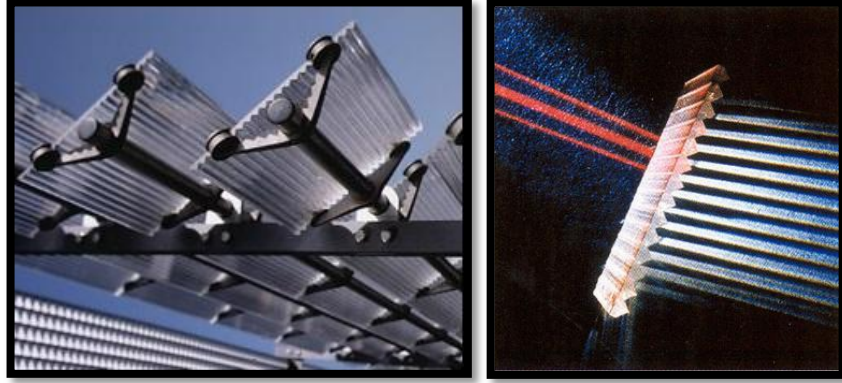
Gelişmiş aydınlatma sistemlerinin büyük bir bölümü, açık gök koşulları için tasarlanmışlardır ve doğru uygulandıkları taktirde, gün ışığının toplanmasında ve hacim içine yönlendirilmesinde başarı göstermişlerdir. Kapalı gök koşullarında da, doğal ışığı etkin bir biçimde toplayıp, hacim içerisine dağıtabilecek sistemlerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Anidolik sistemler bu şekilde ortaya çıkmışlardır. Bu sistemler, reflektörlü sistemlerden yararlanarak yüksek açısız seçicilik sağlarlar. Anidolik sistemler kendi içlerinde anidolik tavanlar, anidolik açıklıklar ve anidolik petek sistemleri olarak sınıflandırılırlar [Ünalı ve diğ.]. Bu sınıflandırma şemasal olarak Şekil 2.8’de sırasıyla gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Anidolik sistem çeşitlerine ait şemalar [IEA, 2000].

2.2.1.3. Prizmatik paneller

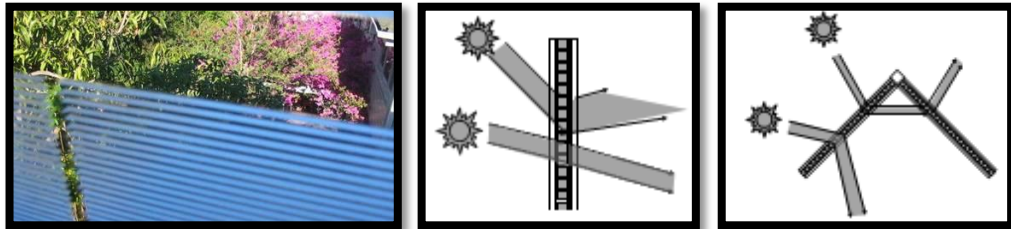
Berrak akrilikten yapılan, ışığı yönlendirmeye ve yaymaya yarayan ince, düzlemsel testere dişli elemanlardır. Gölgeleme elemanı olarak kullanıldıklarında direkt gün ışığını dağıtırlar ancak yayınık ışık geçişine izin verirler. Kullanılan aydınlatma stratejisine göre pencere camının iç veya dış yüzünde kullanılabilir [IEA, 2000]. Şekil 2.9’da prizmatik panel örneğine yer verilmiştir.



Şekil 2.9: Prizmatik paneller [Url-6].

2.2.1.4. Lazer kesim paneller

Berrak akrilikten ince panellerin lazerle bir seri dikdörtgenlere kesilmesidir. Her lazer kesiği panelden geçen ışığı yansıtan bir iç ayna gibi davranır. Panele gelen ışık, panelin her elemanında dağıtım ve sonra iç yansıma ve bir daha dağıtım ile yolundan saptırılır. Normalde paneller yüzeye dik kesilir, ancak ışığın yolunun kontrolü amacıyla değişik açılarda da kesilebilir [IEA, 2000]. Şekil 2.10’da lazer kesim panel örneği ve IEA’da oluşturulmuş şemalar gösterilmiştir.

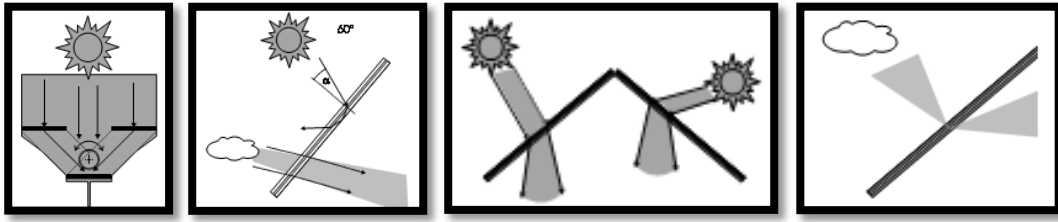


Şekil 2.10: Lazer kesim panel örneği ve şemaları [Url-7; IEA, 2000].

Pencere sisteminin içinde veya dışında kullanılabilir. Görüşü engeller. Güneş ışınlarını yukarıya doğru yansıttıkları için kamaşma problemi yaratabilirler. Göz seviyesinin üstünde yerleştirilirse bu problem ortadan kalkar [IEA, 2000].

2.2.1.5. Holografik optik elemanlar

Temel bileşeni, iki cam panelin arasına lamine edilmiş, holografik ızgaraların olduğu polimerik film tabakasıdır. Holografik eleman göğün tepe bölgesinden yayınık ışığı bina içine yönlendirmektedir. Sistem direkt güneş ışığı geldiği zaman renk bozulmasına sebep olduğu için direkt güneş ışığı almayan cephede kullanılması gerekmektedir [IEA, 2000]. Şekil 2.11’de holografik optik elemanların çalışma prensiplerine ait şemalara yer verilmiştir.



Şekil 2.11: Holografik optik elemanlara ait şemalar [IEA, 2000].

2.2.1.6. Özel camlar

Özel camlarda, değişik nesneler tarafından harekete geçen mekânizmalar camın opaklık ya da saydamlık değerlerini değiştirirler. Optik özelliklerindeki değişimlerle oluşan camlar; fotokromik, termokromik ve termotropik olarak sıralanırken, elektrik akımı etkisiyle değişim gösteren camlar; sıvı kristal camlar ve elektrokromik camlar olarak sıralanabilir. Camın saydam durumdan opak duruma geçişi Şekil 2.12’de görülebilir.

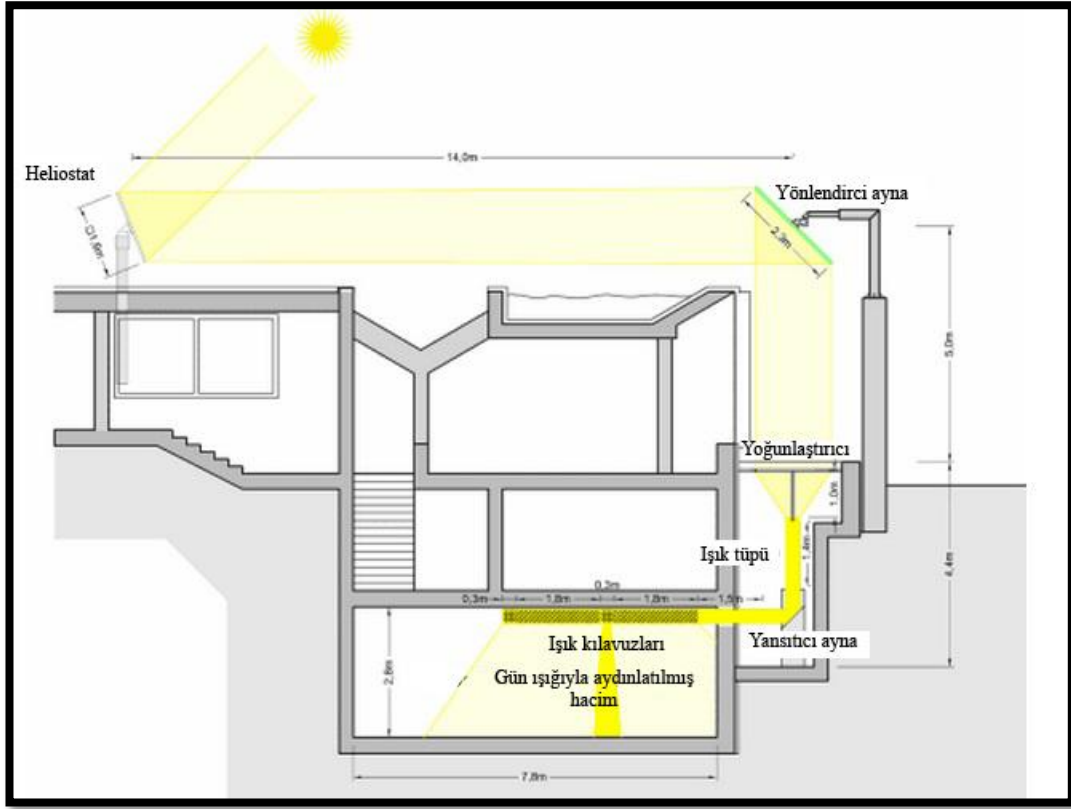


Şekil 2.12: Özel camların kullanımı [Url-8].

Özel camların dışında çok amaçlı kullanılan cam kaplamaları ve filmleri mevcuttur. Bunlar; ısı aynası (heat mirror), antirefleksif kaplamalar, açısız seçici kaplamalar, holografik kırıcı filmler ve çevirimli camlardır.

2.2.2. Gün ışığını taşıyan sistemler

Genellikle doğal ışık alınamayan karanlık mekânlara gün ışığı girmesi amacıyla kullanılırlar. Şekil 2.13’de bodrum katta bulunan ve hiç doğal ışık almayan bir hacmin gelişmiş sistemler yardımı ile gün ışığı ile aydınlatma stratejisi şematize edilmiştir.



Şekil 2.13: Doğal ışık almayan hacimlerin gün ışığı ile aydınlatılması şeması [Url-9].

Gün ışığını taşıyan sistemlerde ışık kaynağı yanal veya tepe pencerelerinden gelen ışıklar değildir. Dış ortamdaki gün ışığını ‘heliostat’ denilen ışık toplayıcılar ile taşıma bölgesine aktarırlar. Işığı toplama bölgesi, taşıma bölgesi ve dağıtım bölgesi olmak üzere üç kısımdan oluşurlar. Şekil 2.14’ de görülen One Central Park konut kompleksinde heliostatların kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 2.14: One Central Park binasının çatısında kullanılmış heliostatlar [Url-10].

Gün ışığını taşıyan sistemler ışık kılavuzları, gün ışığı tübü ve fiber optik ile gün ışığı başlıkları altında incelenebilir.

2.2.2.1. Işık kılavuzları

Işık kılavuzları prizmatik veya farklı malzemelerden yapılan ve gün ışığını ya da yapay ışığı daha uzaktaki dağıtıcı ünitelere taşıyan optik bir sistemdir. Güneş ışığı mekân içine, içinde prizmatik asetat bulunan ve saydam borulardan oluşan ışık ileticileri ile taşınmaktadır. Prizmatik asetatın özelliği, üzerine belirli bir eşik değerli açının altına düşen ışıkları, tam yansıtma prensibine bağlı olarak yansıtmasıdır [IEA, 2000]. Şekil 2.15’de ışık kılavuzu ile hacmin gün ışığı ile aydınlatılmasına ait bir örnek yer almaktadır.



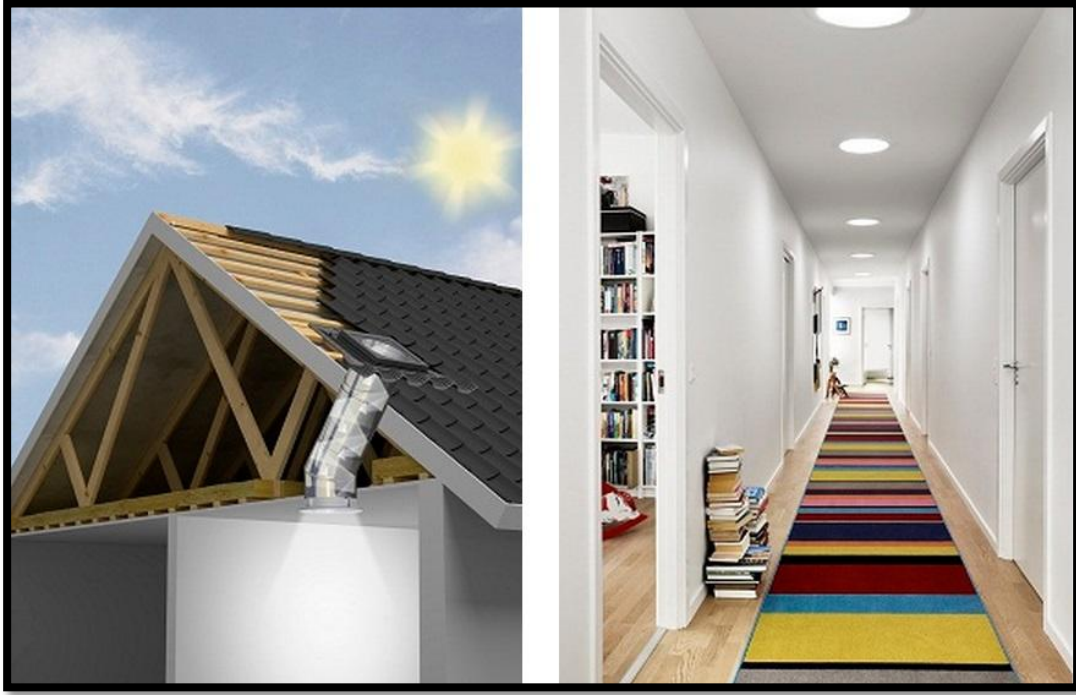
Şekil 2.15: Işık kılavuzu ile gün ışığının hacim içinde kullanılması [Okutan, 2008].

Işık kılavuzları düşeyde ya da yatayda kullanılabilirler. İçerdikleri teknolojik optik film tabakalarından dolayı kılavuzların üretim maliyetleri yüksektir. Bu yüzden yaygın bir kullanım alanları bulunmamaktadır [Okutan, 2008].

2.2.2.2. Gün ışığı tüpleri

Gün ışığı tüpleri, her yönden gelen güneş ışınlarnı t p içine aktaran şeffaf bir fanus, yansıtma katsayısı çok yüksek olan taşıyıcı t p ve mekân içine gün ışığının homojen bir şekilde yayılmasını sağlayan ışığ yayıcı parçalardan oluşur.

Konutların  atı katında yer alan hacimler şekil 2.16'da görüldüğü üzere gün ışığı tüpleriyle aydınlatılabilir.



şekil 2.16: Gün ışığı tüplerinin koridorda kullanımı [Url-11].

Yanal pencereler ve çatı pencereleri ile karşılaştırıldığında daha az ısı iletimi vardır. Bu sebeple ısı kazanımının istenmediği durumlarda kullanılabilir. Doğal aydınlatmaya ek olarak, yapay aydınlatma ile b t nleştirilebilen, doğal veya mek nik havalandırma sistemlerine sahip ışığ tüpleri de mevcuttur. Işık yansıtma katsayısının teknolojik gelişmelerle artması ve maliyetinin uygunluğu kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

2.2.2.3. Fiber optik ile günışığı

Gün ışığının fiber kabloyla taşınması; güneş ışınlarını toplayan ve odaklayan heliostat, ışığı taşıyan fiber kablo ve ışığı iç mekâna dağıtan sonlandırıcı sayesinde gerçekleşir. Işığı toplayan heliostat farklı şekillerde olabilir. En iyi bilinen ve ulaşılabilir olan ‘Himawari’dir. Himawari sistemi altıgen şekilli, petek modelli Frensel lensli ışık toplayıcı (yatay, düşey hareketli), ışığı süzer ve fiber optik kablunun içine toplar.

Gün ışığının geldiği yöne doğru hareket edebilen bu sistem Şekil 2.17’de görülmektedir.



Şekil 2.17: Himewari sisteminin gün ışına göre hareketi [Url-12].

Fiber optik küçük kesiti sayesinde çok katlı binalara, gün ışığı almayan derin hacimlere kolay bir şekilde gün ışığını taşıyabilir. Fiber optik ile iç mekâna UV ışınlar ve sıcaklık iletilmez, sadece görünür ışık iletilir.

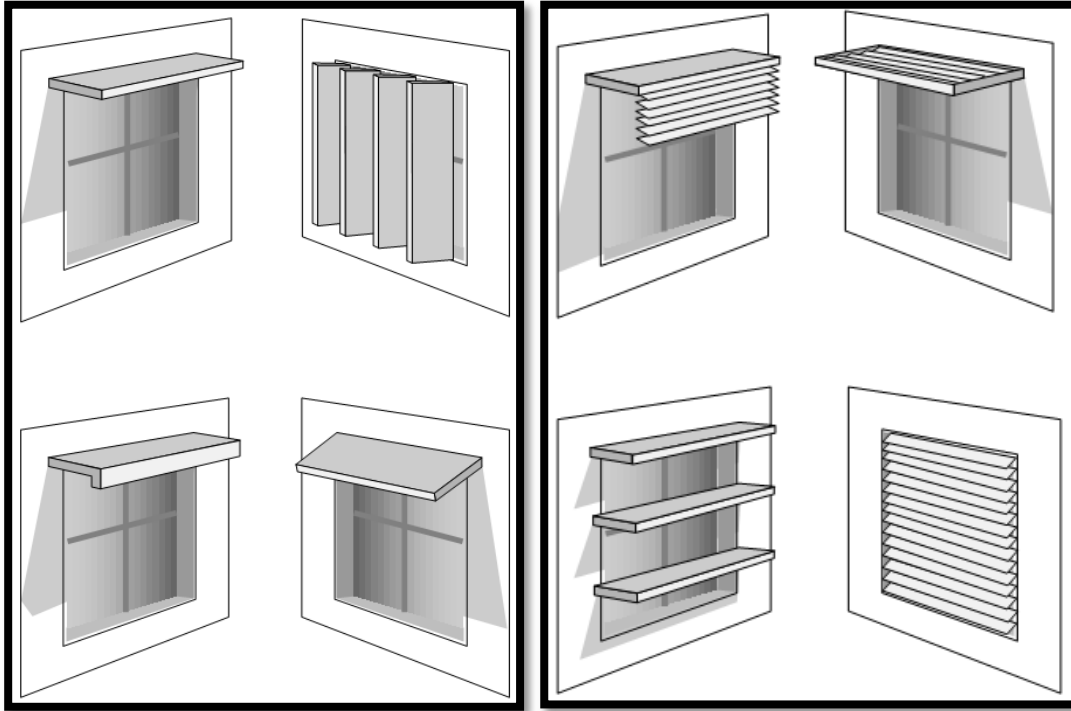


Şekil 2.18: Fiber optik ile hacimlere günışığının taşınması [Url-13].

2.3. Güneş Kontrol Sistemleri

Güneş kontrol sistemleri, direkt güneş ışığının hacim içinde oluşturduğu parıltı farkları, kamaşma veya soğutma yüklerindeki artış gibi olumsuzlukları dengelemek için kullanılır. Güneş ışığı kullanıcıların görsel ve ısısal konforunu sağlamak için mekâna kontrollü bir şekilde alınmalıdır.

Güneş kontrol sistemleri; sabit veya hareketli, tek parça veya çok parçalı, düz veya eğimli, manuel veya otomatik kontrollü olabilir.



Şekil 2.19: Çeşitli güneş kontrol sistemi örnekleri [Url-14].

Güneş kontrol elemanlarının konumlarına, boyutlarına, yerleştiriliş düzeni ve açılarına, yüzey malzelerinin yansıtıcılık özelliklerine ve renklerine bağlı olarak hacim içinde oluşan gün ışığı miktarı değişir. Bu yüzden her enleme ve hacim verilerine göre hesaplamalar yapılması ve özenle tasarlanması gerekir.

Güney ve güneye yakın yönlerde yatay saçaklar yazın direkt güneş ışığının hacme ulaşmasını engeller, kışın gün ışığının hacme girmesine olanak tanır. Güneşin, hacmin bulunduğu konumdaki geliş açıları hesaplanarak tasarlanan saçaklar sabit dahi olsalar güneş kontrolü sağlayabilirler.

Doğu ve batı yönlerinden gelen güneş ışıklarının yükseliş açısının düşük olması sebebiyle kontrolü zordur. Bu yönlerde direkt güneş ışığının geldiği sürelerde kapatılıp diğer saatlerde açılabilen, hareketli ve düşey sistemler kullanılması tercih edilmelidir.

Güneş ışınlarının, pencereye ulaşmasının bir gölgeleme aracı ile engellenmediği durumda düşük güneş enerjisi geçirgenliklerine sahip camlar ve cam kaplamalar kullanılarak kontrol sağlanabilir. Seçici geçirgen yüzey kaplamasına sahip camlar güneş ışınımının belirli bir dalga boyundaki görülebilir kısmını geçirir, ısı etkiye sahip kızılötesi ışıma karşı ise opak özellik gösterir. Dolayısıyla gün ışığına bağlı kamaşma ve aşırı ısınma problemlerine karşı kontrol sağlanmış olunur.

Güneş kontrolünün etkili bir şekilde sağlanabilmesi için solar ısı kazanç (SHGC) ve gölgeleme katsayısı (SC) değerlerinin düşük olduğu camların seçilmesi gereklidir. ASHRAE'ye göre gölgeleme katsayısı değerinin şeffaf yüzeylerde 1'den büyük olması güneş kazanımının arttırılmasında, 1'den küçük olması da güneşten kazancın azaltılarak güneş kontrolü yapılabilmesinde önemli bir rol oynar [ASHREA, 1997].

3. YAPAY AYDINLATMA SİSTEMİ

Yapay aydınlatma; “yapay ışığın, kullanıcı ihtiyaçları ile bağlantılı olarak en rasyonel şekilde dağıtılması ve üretilmesi ile uğraşan aydınlatma türü” olarak tanımlanmıştır [Küçükdoğu M., 1975].

Yapay aydınlatmayı sağlayan lambalar, enerjiyi ışık olarak verdiklerinden birincil ışık kaynaklarıdır. Yapay aydınlatma tasarımı hacimde gerçekleşen işlevin özelliklerine göre uygun ışık kaynakları, aygıtlar ve kontrol sistemi seçilerek sağlanabilir. Mekânda yapılan işin gerektirdiği aydınlığa istenilen zamanda, nitelikte ve düzeyde ulaşılabilmesi yapay aydınlatmayla gerçekleşir.

Bir yapay aydınlatma sisteminin tasarımında ulaşılmak istenen hedefler;

- Hacmin işlevi ve hacimde gerçekleştirilen eylemler için gerekli aydınlık düzeyinin sağlanması,
- Doğru ışık kaynağı, aygıt ve kontrol sistemi seçimi,
- Kamaşmasız aydınlatmanın sağlanması,
- Aydınlatmanın yer ve zaman bakımından düzgünlüğü, (aydınlatma elemanlarının yerleşimi)
- Işık renginin eylemlere uygun seçilmesi, (lambaların renk sıcaklığı ve renksel geriverim sınıflarının dikkate alınması)
- Mekânik ve diğer elektrik sistemleriyle iyi entegrasyon ve
- Ekonomiklik olmalıdır.

3.1. Işık Kaynakları

Başka bir enerji türünün, ışık (görünür ışınım) enerjisine dönüştüğü yer, geniş anlamda, ışık yayımlayan her yüzey ya da nesne, ışık kaynağıdır. Bunlar, doğada var olduklarında doğal ışık kaynağı, insan eli ile üretildiklerinde yapay ışık kaynağı olarak adlandırılır.

Optik bir ışınım ve genelde görünür ışınım üretmek üzere oluşturulan yapay kaynağa 'lamba' denir. Bir başka anlatımla lamba, yapay bir kaynağın sürekli (uzun bir süre) ışınım yayımlamasını sağlayan minimum parçaların bütününe verilen addır [Ünver, 2000]. Farklı lamba tipleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Günümüzde kullanımı yaygın olan lamba türleri [Url-15].

Işık kaynaklarını tanımlayan birçok parametre vardır. Görsel konfor başlığında değinilecek olan ışığın renksel özellikleri renksel geriverim ve renk sıcaklığı ile ifade edilir. Bunun yanında, enerjinin verimli kullanılması açısından lambanın üretebildiği toplam ışık akısı için tükettiği elektrik gücünü ifade eden 'etkinlik faktörü' (lm/W) lambalar için önemli bir değerdir. Etkinlik faktörü yüksek olan lambalar elektrik enerjisini ışığa dönüştürürken, daha az elektrik enerjisi sarfederler.

Lambaları tanımlayan bir diğer özellik de ömürleridir. Bir lambanın ömrü, ekonomik ömür ve ortalama ömür olarak iki şekilde tanımlanır. Ekonomik ömür, istatistiksel bakımdan değerlendirmeye yetecek sayıda lambadan oluşan bir aydınlatma tesisinde, 100 saat kullanımdan sonraki toplam ışık akısının yaklaşık %30 değer kaybetmesi için geçen süredir. Ortalama ömür ise, istatistiksel bakımdan değerlendirmeye yetecek sayıda lambadan oluşan bir aydınlatma tesisinde, normal şartlarda lambaların %50'sinin kullanılmaz hale gelmesi için geçen süredir [Özkaya, 2000].

Işık kaynaklarında aranan özellikler;

- Etkinlik faktörünün büyük olması (düşük enerji kullanım giderine sahip olması),
- Bağlı ışık veriminin yüksek olması,
- Renksel geriverim sınıfı ve indisinin yüksek böylece ışık renginin gün ışığına yakın olması,
- Lambalarda düşük frekanslı besleme yapılması sonucunda oluşan titreme etkisinin, başağrısı gibi fizyolojik rahatsızlara sebep olacağı bu nedenle lambaların yüksek frekanslı balastlarla kullanılması,
- Sürekli ve düzgün tayf yapısına sahip olması,
- Kaynağın ömrünün uzun olması,
- İşletmede basit olması,
- İlk yatırım ve bakım maliyetinin düşük olması,
- Sarsıntıya dayanıklı olması

olarak sıralanabilir.

Işık kaynakları, geometrik biçimlerine, ışığın kökenine ve ışık üretimine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar:

Geometrik biçimlerine göre:

- Noktasal ışık kaynakları
- Çizgisel ışık kaynakları
- Yüzeysel ışık kaynakları

Işının kökenine göre:

- Doğal ışık kaynakları; güneş, gök vb.
- Yapay ışık kaynakları; mum, flüoresan lamba vb.

Işık üretimine göre:

- Birincil ışık kaynakları; güneş, mum vb. kendi kendine ışık yayan nesneler
- İkincil ışık kaynakları; ay, pencere vb. birincil ışık kaynaklarından aldıkları ışığı yansıtarak veya geçirerek ışık yayan nesnelerdir.

Flüoresan lambaların ortaya çıkışına kadar tungsten telli akkor ve akkor halojen gibi lambalar konutlarda sıklıkla tercih edilen ışık kaynakları arasındaydı. Teknolojiyle beraber yenilikçi ışık kaynaklarının ışık verimi, renksel özellikleri, ömürleri ve tayf yapısı eskilere göre üstünlük sağladığı için akkor ve halojen lambalar yerini daha az enerjiyle daha çok ışık akısı elde edilebilen ışık kaynaklarına bırakmıştır.

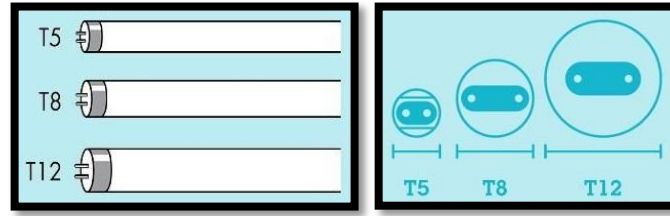
3.1.1. Flüoresan lambalar

Flüoresan lambalarda uygulanan alçak basınç nedeniyle, elektiriksel boşalma sırasında fazla sıcaklık artışı olmadığı için boşalma tüpünü koruyucu bir ampüle gerek yoktur. Çalışırken elle tutulabilir bu nedenle de ‘soğuk lamba’ olarak anılırlar. Tüp flüoresan ve kompakt flüoresan olarak iki başlık altında incelenebilir.

3.1.1.1. Tüp flüoresan lambalar

Flüoresan lambalarda enkandesen ve halojen lambaların aksine tükettikleri enerjinin büyük bir bölümü ışığa dönüşür. Çeşitli renk sıcaklığı ve renksel geriverim seçenekleri vardır. Manyetik ya da elektronik balastlarla kullanılırlar ve loşlaştırılabilir elektronik balastlar ile kullanıldıklarında ışık akıları %1’e kadar düşürülebilir. Elektronik balastlarla kullanıldıklarında ekonomik ömürleri 20.000 saatlere ulaşabilmektedir. Bazı özel üretilmiş flüoresan lambaların ömürleri ise 60.000 saatlere varan değerlerle açıklanmaktadır.

Uzun yıllar boyunca kullanılan, T12 olarak bilinen 38 mm çapındaki lambalar 1990'ların başında yerini aynı uzunlukta, 26 mm çapında, T8 olarak bilinen lambalara bırakmışlardır. T12 flüoresan lambalar daha çok 20, 40 ve 65 W güçlerde kullanılırken yerine önerilen T8 lambaların güçleri 18, 36 ve 58 W olmuştur. Buna paralel olarak, flüoresan lamba teknolojisindeki gelişmeler ile 16 mm çapında, T5 olarak bilinen daha yüksek verimli tüp flüoresan lambalar üretilmiştir. Uzunlukları ve duyu başlıkları farklı olduğu için lamba değişiminden çok armatür değişimi gerektiren T5 lambalar, elektronik balast ile çalıştıkları ve daha küçük boyutlar ile daha iyi optik özelliklere sahip olan armatürlerde kullanılabildikleri için daha verimli aydınlatma sistemlerinin tasarlanabilmesine olanak sağlamışlardır. Şekil 3.2'de T5, T8 ve T12'ye ait boyutsal farklar şematize edilmiştir.



Şekil 3.2: T5, T8, T12 tüp flüoresan lambalar [Url-16].

3.1.1.2. Kompakt flüoresan lambalar

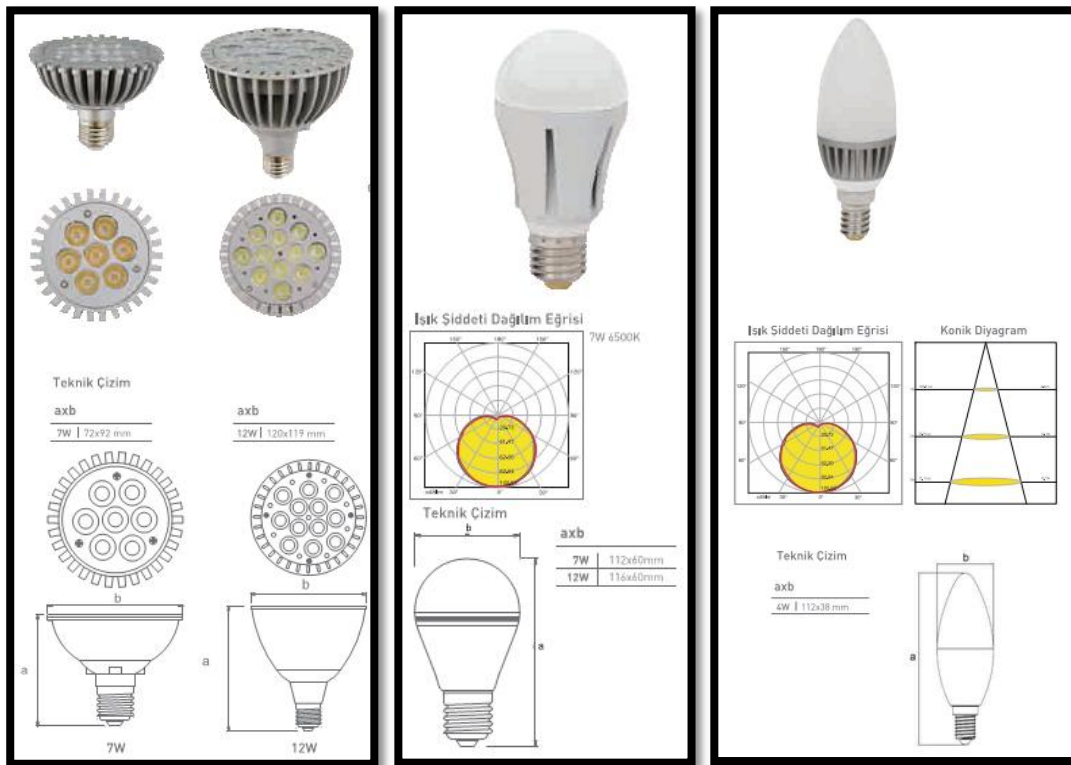
Kompakt flüoresan lambalar, lamba teknolojisinin gelişmesi ile daha kompakt boyutlarda üretilebilen flüoresan lambalardır. Dolayısıyla çalışma prensipleri flüoresan lambalar ile aynıdır. Kompakt flüoresan lambalarda çok farklı tip ve güç seçenekleri mevcuttur. Tavana gömme veya sıva üstü direkt aydınlatma yapan armatürlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Şekil 3.3'de bazı kompakt flüoresan lambalara yer verilmiştir.



Şekil 3.3: Kompakt flüoresan lamba çeşitleri [Url-17].

3.1.2. LED lambalar

İlk olarak 1960' lı yıllarda kullanımı başlayan LED (Light Emitting Diode)'ler, o güne kadarki ışık elde etme yollarının dışına çıkma isteğinin bir sonucudur. LED kelimesi ingilizcede Light Emmiting Diode (Işık Yayan Diyot) kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmiştir. LED'ler yani ışık yayan diyotlar yapı itibari ile elektrik enerjisini ışığa çeviren kimyasal maddelerden oluşurlar. Kullanılan kimyasal maddenin türüne göre farklı renkli ışık verirler. Teknolojinin gelişmesiyle farklı biçim ve ebatlarda üretilen LED lambalara ait örnekler Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4: LED'lerin farklı çeşitleri [Pelsan, 2015].

LED'ler transistör ve diyot gibi yarı iletken malzemelerdir. Ana malzemeleri silikondur. Bu ana malzemenin üstüne galyum, indiyum ve nitrat gibi kimyasallar eklenerek elde edilirler. Yarı iletkenlere elektrik akımı verildiğinde boşluklar ya da serbest elektronlar aracılığıyla enerji taşınmış olur. Bu sırada elektronların enerji kaybı görünür ışınımına yani ışığa dönüşür [Ünver, 2000]. Şekil 3.5'de tavana gizlenmiş şerit LED kullanılan bir yaşama mekânı örneği görülmektedir.



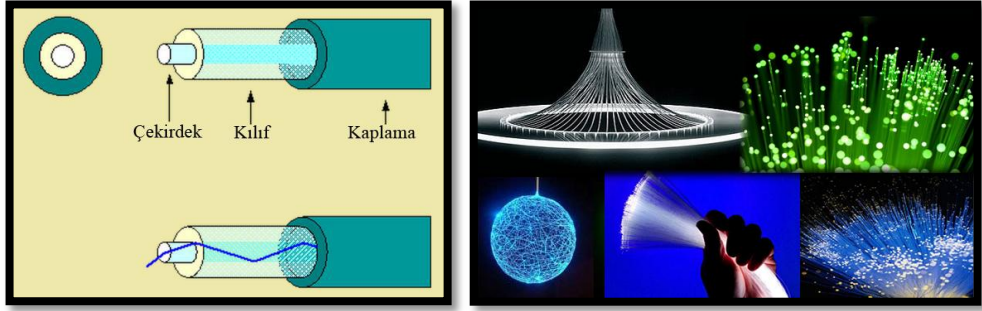
Şekil 3.5: Yaşama mekânında LED aydınlatma kullanımı [Url-18].

LED aydınlatmanın genel özellikleri şunlardır;

- Tek renk ışık kaynağıdır (dar bantlıdır). Işık istenilen dalga boyunda olduğu için renk filtresi, prizma gibi renk ayrıştırıcılara ihtiyaç yoktur. Örneğin; kırmızı trafik lambasında 617 nm dalga boyunda kırmızı LED’lerde üretilen ışığın tamamı kullanılır. Oysa akkor lambalarda üretilen ışığın mavi ve yeşil bileşenleri bastırılarak sadece kırmızı bileşeni kullanılır. 75 W akkor lamba yerine 8 – 10 W LED dizini kullanılarak % 80 enerji tasarrufu sağlanır.
- Çok küçük bir ışık kaynağıdır (birkaç mm²). Küçük ebatlı armatürler geliştirilir, ışık kolayca yönlendirilebilir.
- Ortalama 3,5 – 5V da 20 – 40 mA akım çekerler ve 2 – 20 c ışık şiddetleri vardır. Kullandıkları enerjinin çok az bir bölümü ısıya dönüşür.
- Akım sınırlayıcı elemanlar kullanılarak üretilir ve şebeke voltajları 5V ile 220V arası her voltaja göre dizayn edilebilirler.
- Görülebilen ışıkların yanında IR ve UV üreticisi olarak da üretilirler. (LED’ler yaydıkları ışının dalga boyuna göre ultraviyole LED (UVLED), görünür ışık veren LED ve kızılötesi LED (IRLED) olmak üzere üçe ayrılır. Ultraviyole LED’lerin dalga boyu ortalama 200 nm ile 400 nm arasında iken, görünür ışık veren LED’lerin dalga boyu 400 nm ile 700 nm arasında ve kızılötesi LED’lerin dalga boyu 800 nm ile 4000 nm arasındadır.)

- Fiber optik kadar uzun ömürlü ve sağlıklı olmamakla beraber daha ekonomik çözümler sunar.
- Darbelere, sarsıntılara, şok ve vibrasyona karşı dayanıklılığı fazladır. Cam, flaman gibi kırılğan elemanlar içermez, güvenlidir.
- Yarı iletken teknolojiyle üretildiklerinden dolayı hava sıcaklığındaki değişmelerden fazla etkilenmezler.
- LED'ler ısı yaymaz ve her tür kaplama malzemesi üzerinde rahatlıkla kullanılabilirler. Tasarımcılara geniş ve kolay kullanım imkânları sunmaktadır.
- Hızlıdır, 200 ns içinde ışık vermeye başlar.
- Uzun ömürlüdür, kullanım kondisyonuna bağlı olarak 100.000 saate kadar ulaşmaktadır.
- Tanımlanmış ışık açıları vardır.
- Dimerlenebilir. (0 – 100 %)
- Farklı renk sıcaklıkları seçenekleri vardır.
- Çevrecidir; yapısında civa gibi ağır metaller ve halojen gazları yoktur.
- Geleneksel flüoresan lambalara göre ortalama 1/10 daha düşük güç tüketimi vardır.
- Enerji tasarrufu sağlar ve bakıma ihtiyaç duymaz. Maliyet açısından verimlidir.
- Elektromanyetik çatışma yoktur.
- Plug-N-Play (Fişe sok ve çalıştır) özelliğine sahiptirler.
- LED'ler solar panellerle uyum içerisinde çalışabilme özelliğine sahiptirler.
- Isı dağılımı ve zararlı ışın (radyasyon) yoktur.
- 16.7 milyon renk elde edilebilme özelliğine sahiptirler (RGB), tek ve çok renk elde edilebilir. Yani görülebilir renk tayfındaki hemen hemen bütün renkler elde edilebilir.
- Hem iç mekânda hem de dış mekânda kullanılabilir, suya dayanıklıdır.
- Diyot oldukları için, dijital dünyayla daha kolay uyum sağlarlar.
- LED'lerin yumuşak parıltısı gölgeyi, yansımayı ve göz kamaştırıcı parıltıyı azaltır. Doğal bir ışık görünümü sağlanabilir.
- Kolay kurulum olanağı sunar.

Konutlarda sık kullanımı olmasa da fiber optik aydınlatma yenilikçi ışık kaynağı çözümlerinden sayılabilir. Fiber optik aydınlatma özünde, “ışığın bir noktadan diğer bir noktaya mercek mantığıyla iletilmesidir” [Özel, 2013]. Fiber optikler iç kısmında ışığı taşıyan bir çekirdek (core), ışığın çekirdekten kaçmasını önlemeye yarayan, çekirdeğin kırılma indisinden daha küçük bir kırılma indisine sahip bir kılıftan (cladding) oluşur. Şekil 3.6’da fiber optiğin yapısı ve örnekleri verilmiştir.



Şekil 3.6: Fiber optiğin yapısı ve örnekleri [Url 19, Url 20].

Fiber optik aydınlatma sistemlerinin genel özellikleri kısaca şunlardır;

- Fiber optik kablo sadece ışık taşıyıcıdır, elektrik akımı taşımaz.
- Fiber optik lambadan yayılan ışık hijyeniktir. Kaynak ışıklı alanda bulunmadığı için manyetik alan oluşturmaz. Böylece toz vb. partiküller harekete geçmez.
- Geleneksel sistemlere göre daha verimlidir.
- Işık kaynağında üretilen ve fiber optik kablolar ile taşınan ışık soğuk olduğu için yakınındaki canlılara ve malzemelere zarar vermez. Nemli ve soğuk ortamlarda, ısıya duyarlı ve hassas, patlama riski olan ya da bakımı zor / imkansız olan noktalarda ve dış mekânlarda güvenle kullanılabilir.
- Işık kaynağından çıkan ışık, ihtiyaca göre bir ya da birden fazla noktaya dağıtılabilir.
- Işık kaynağı UV (morötesi) ve IR (kızılötesi) gibi ışınlamaları yaymaz.
- Işık kaynağının içine yerleştirilen özel efekt diskleri ile renk değişimi, pırıltılı ışığa ya da loşlaştırma sağlanır. DMX iletişim sistemi ile dijital aydınlatma teknolojisine uygun sistemler üretilebilmektedir.
- İşletme açısından bakım ve diğer giderleri yok denecek kadar azdır.

3.2. Yapay Aydınlatma Aygıtları

Aydınlatma aygıtı (ışıklık); “lamba ya da lambaların ışığının dağılımını düzenlemeye, süzmeye ya da değiştirmeye yarayan, lambaların dışında lambaları tutturucu, koruyucu tüm parçalar ve olası olarak, yarı devreleri ve şebeke bağlantısını sağlayan parçaları da içeren aygıt” olarak tanımlanabilir [Ünver, 2000].

Aydınlatma aygıtları;

- Bir lambadan çıkan ışığın, uzaysal dağılımını, nicelik ve niteliğini değiştirerek, amaca uygun bir aydınlık elde edilmesini sağlamak,
- Lambayı gözden gizlemek ya da parıltıyı azaltarak kamaşmayı sınırlamak,
- Lambayı dış etkilerden korumak,
- İçindeki ortam sıcaklığını ışık kaynaklarının kararlı çalışması için gerekli düzeyde tutmak,
- Lambanın görünen biçimini çevre düzenine, mimari düzene ya da benzeri bir takım gereklere uydurmak,
- Lambanın elektrik bağlantısını sağlamak,
- Enerjinin etkin kullanımını desteklemek,

gibi amaçlarla tasarlanmalıdırlar.

Aydınlatma aygıtları, ışıklı olmaları ve buna bağlı olarak da görsel algılamada önceliklerinin bulunması nedeniyle, iç mimarinin önemli öğelerindendirler. Bu nedenle, aygıtların biçimleri, gereçleri, detayları ve hacim içindeki konumları açısından iç mimari öğeler ile bütünlük sağlamaları gerekmektedir [Dokuzer, 1992].

Bir iç mekânın aydınlatmasında kullanılan aydınlatma ışıklıkları şunlardır:

- Sıva altı ışıklıkları (Gömme Işıklıklar)
- Sıva üstü ışıklıkları (Sarkıtlar, duvara monte aplikler ve tavana monte armatürler.)
- Spot ışıklıklar (Downlight Işıklıklar)
- Projektörler
- Dekoratif ışıklıklar
- Zemin ve basamak ışıklıkları
- Yönlendirme ve acil durum ışıklıkları

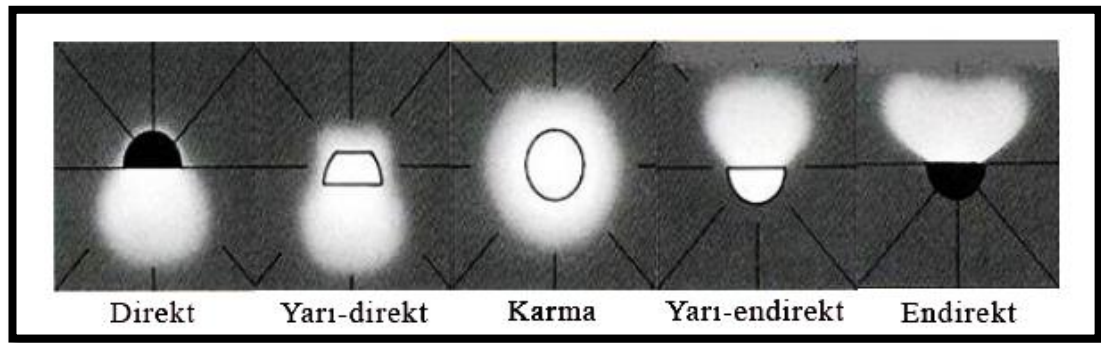
3.3. Yapay Aydınlatma Türleri

Mekân içerisinde uygulanacak olan yapay aydınlatma, seçilen amaca göre genel ve bölgesel (lokal) aydınlatma şeklinde 2 başlık altında incelenebilir.

3.3.1. Genel aydınlatma

Genel aydınlatma “bir yerin, kimi bölgelerdeki özel gerekler, özel gereksinimler gözetilmeksizin aydınlatılması” olarak tanımlanabilir [Sirel, 1973].

Mekân içerisinde uygulanacak olan yapay aydınlatma tasarımı, farklı aygıtlarla farklı biçimlerde yapılabilir. Bunlar; direkt aydınlatma, yarıdirekt aydınlatma, karma aydınlatma, yarı endirekt aydınlatma ve endirekt aydınlatma olarak Şekil 3.7’de görüldüğü üzere 5 başlığa ayrılır.



Şekil 3.7: Aydınlatma biçimleri şeması.

3.3.1.1. Direkt aydınlatma (Dolaysız)

Işık kaynağının vermiş olduğu ışığın yukarı doğru dağılımı % 0–10 arası, aşağı doğru dağılımı ise %90-100 arasındadır. Tavanın ve duvarların yansıtma faktörlerinin toplam aydınlatma verimine etkisi yoktur. Kesin sınırlı sert gölgeler ve yansıma meydana gelir. Yansıma gözü yorar ve oluşan aydınlık homojen değildir. Armatüre bağlı olarak kamaşma olabilir. Kullanılan armatürün fiziksel yapısı ve şekli dolayısıyla üretilen ışığın doğrudan doğruya gönderilmesi ışık kayıplarını önler. Dolayısıyla en az enerji sarf edilerek en yüksek verim elde edilir. Yüksek tavanlı yapılarda, tavanların gösterilme gereği olmayan yerlerde kullanılabilir.

3.3.1.2. Yarı direkt aydınlatma (Yarı Dolaysız)

Işık kaynağının vermiş olduğu ışığın yukarı doğru dağılımı %10–40 arası, aşağıya doğru dağılımı ise %60-90 arası orandadır. Tavanın ve duvarların yansıtma faktörlerinin toplam aydınlatma verimine etkisi azdır veya orta düzeydedir. Gölge niteliği sertçe veya orta sertliktedir. Kamaşma oluşabilir ve direkt aydınlatma kadar olmasa da verimi yüksektir. Işık kaynağından çıkan ışınların bir kısmı tavan ve duvarların malzeme cinslerine ve renklerine göre yutulur bir kısmı ise hacme yansıtılır.

3.3.1.3. Karma aydınlatma (Homojen/Yayınık/Dağınık)

Işık kaynağının vermiş olduğu ışığın yukarı doğru dağılımı %40–60 arası, aşağıya doğru dağılımı ise yine %40–60 arası orandadır. Tavanın ve duvarların yansıtma faktörlerinin toplam aydınlatma verimine etkisi orta değerdedir. Gölge niteliği orta ve orta yumuşak ve kamaşma az olur. Işık kaynağından çıkan ışınların büyük kısmı tavan ve duvarlar tarafından yüzey özelliklerine bağlı yutulur, bu da aydınlatma verimini azaltır.

3.3.1.4. Yarı endirekt aydınlatma (Yarı Dolaylı)

Işık kaynağının vermiş olduğu ışığın yukarı doğru dağılımı %60–90 arası, aşağıya doğru dağılımı ise %10–40 arası orandadır. Tavanın ve duvarların yansıtma faktörlerinin toplam aydınlatma verimine etkisi orta veya büyük değerdedir. Gölgeler yumuşak olup, kamaşma oluşmaz dolayısıyla göz sağlığı korunur. Aydınlatma alanındaki aydınlık düzeyleri birbirine yakın değerlerdedir. Aydınlatma verimi düşük olur. Okuma, yazma eylemlerinin uzun süre gerçekleştiği mekânlarda ya da tavanın ve duvarların dekoratif özellikleri gösterilmek istenen yerlerde kullanılabilir.

3.3.1.5. Endirekt aydınlatma (Dolaylı)

Işık kaynağının vermiş olduğu ışığın yukarı doğru dağılımı %90–100 arası, aşağıya doğru dağılımı ise %0–10 arası orandadır. Tavanın ve duvarların yansıtma faktörlerinin toplam aydınlatma verimine etkisi büyüktür. Gölgeler yumuşaktır ve kamaşma oluşmaz. Tavanın tamamı ışık yansıtıcı olmuştur ve çalışma alanında homojen bir aydınlık düzeyi sağlanır. Aydınlatma verimi en düşük ve işletme masrafı en fazla aydınlatma türüdür. Işık yansıtıldığı yüzeyin bütün kusurlarını ortaya çıkarır.

3.3.2. Bölgesel aydınlatma

Bölgesel aydınlatmanın tanımı; belirli bölgelerin kendine özgü gereksinimlerine cevap verecek şekilde aydınlatılmasıdır. Bir mekânda belli bir bölgenin vurgulanması ya da belli bir bölgede daha yüksek aydınlık düzeyine gereksinim duyulması durumlarında yapılır.

Bir mekânda belli bir süre için bölgesel aydınlık gereksinimi olsa bile, buna belli bir düzeyde genel aydınlığın eşlik etmesi yorulmaların önlenmesi bakımından gereklidir. Genel aydınlatma içinde yer yer bölgesel aydınlatma varsa, bu bölgesel aydınlığı sağlayan ışığın rengi, genel aydınlığı sağlayan ışığın rengine göre daha soğuk olmamalıdır. Daha sıcak olması iyi sonuç verir [Sirel, 1992].

Bölgesel aydınlatma;

- Aydınlık seviyesini artırır.
- Detayların daha iyi görülmesini sağlar.
- Mekânlardaki işlev farklılıklarının daha rahat algılanmasını sağlar.
- Öne çıkması istenen duvar, tavan ya da döşeme malzemelerine vurgu yapar.
- Hacimde gerçekleşen eylemler için gereken aydınlık düzeyini sağlayarak, genel aydınlatmanın düşük düzeyde tutulabilmesine olanak verir.
- Aydınlık düzeyini belirli bölgelerde artırma imkanı verdiği için enerji tasarrufu sağlar.

3.4. Kontrol Sistemleri

Kontrol sistemleri manuel, otomatik veya gün ışığına bağlı olabilmektedir. Bu sistemlerin ayrı ayrı kontrol edilebilir şekilde tasarlanması, dolayısıyla hacimde gün ışığının yeterli olduğu bölgelerde yer alan aydınlatma araçlarının loşlaştırılması veya tamamen devre dışı bırakılması mümkün kılınırsa enerji tüketimi azaltılabilmektedir. Gün ışığı miktarı, kullanıcı sayısı ve kullanım süresine bağlı seçilebilen bu sistemlerde enerji tasarrufu sağlama ve kullanıcı konforunun oluşturulması önemlidir. Örneğin gün içinde az kullanılan hacimlerde gün ışığına bağlı bir kontrol yerine yapay aydınlatmanın kullanıcı sensörleri ile kontrol edilmesi enerji tasarrufu açısından daha uygun bir çözümdür.

3.4.1. Manuel kontrol sistemleri

Kademe değiştirme ve loşlaştırma yönteminin ya da her ikisinin de kullanıldığı aydınlatma kontrolüne sahip bir manuel sistem, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre aydınlık düzeyini ayarlayabilecekleri bir sistemdir.

Bu kontrol sistemi kullanıcıya bağlı olduğu için, aydınlatmanın denetimi her zaman başarılı olmaz, dolayısıyla enerji tasarrufu açısından çok uygun bir sistem değildir.

3.4.2. Otomatik kontrol sistemleri

Otomatik kontrol sistemlerinde esas olan ortamdaki aydınlık düzeyinin bir sistem tarafından kontrol edilmesidir. Bu sistemler elektrik devresine bağlı bir elemanı çalıştırmak veya durdurmak içindir. Basit bir şekilde tanımlanacak olursa açma-kapama işlemini yapan sistemlerdir.

Bu tür sistemlerde kullanıcının sisteme müdahalesinin sınırlandırılmasından dolayı kullanıcıdan kaynaklanan enerji kayıplarının önüne geçilir. Otomatik aydınlatma kontrol sistemlerinde bulunması gereken birtakım unsurlar vardır.

Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Anahtarlar (lambaları açıp kapamak için)
- Loşlaştırıcılar (aydınlık düzeyini kontrol etmek için)
- Hareket ve gün ışığı sensörleri / Algılayıcılar (otomatik açıp kapamayı ve ayarlamayı sağlamak için)
- Zaman saatleri / Zaman Röleleri (zamana göre aydınlatmayı kontrol etmek için)
- Zaman anahtarlayıcı / Timer (belli bir süre içinde otomatik olarak aydınlatmayı açıp kapamak için) [Saraf, 2010].

3.4.3. Gün ışığına bağlı kontrol sistemleri

Gün ışığına bağlı kontrol sistemlerinde loşlaştırma ve devre dışı bırakma kullanıcıları rahatsız etmeyecek kadar yumuşak, fakat gün ışığındaki ani değişime uyabilecek kadar da çabuk olmalıdır. Şekil 3.8’de görüldüğü üzere bir çalışma odasında, hacmin derinlerinde azalan gün ışığı düzeyi yapay aydınlatmayla desteklenerek hacimde homojen bir aydınlık düzeyi elde edilmiştir.



Şekil 3.8: Gün ışığına bağlı loşlaştırmanın çalışma odasında kullanımı [Url-21].

Literatür taramasına göre, gün ışığının varolduğu zamanlarda yapay aydınlatmanın loşlaştırılması ile elde edilecek enerji tasarrufunun değerlendirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Embrecht ve Van Bellegem, yalnızca aydınlatmanın loşlaştırılmasından %20 ile %40 arasında enerji tasarrufu elde edilebileceğini ölçmüştür.

4. GÖRSEL KONFOR KOŞULLARI

Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullar takımı olarak tanımlanabilir [TÜBİTAK, 1995].

Görsel konfor kavramı ise, ışığın nicelik ve niteliğinin yapılacak eylem türüne bağlı olarak uygun değerlerde sağlanması ve kullanıcıların görme yeteneğinin arttırılarak göz sağlığının korunması ile ilişkilidir.

Görsel konfor, ısı konfor ve enerji tüketimi birbiriyle bağlantılı üç kavramdır. Konforlu bir görsel ortam oluşturabilmek için hacimde öncelikle yeterli bir aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Gün ışığı bina içine alındıkça güneş ışıınımı da beraberinde gelmekte, böylece içerde hem ışık hem de ısı olmaktadır. Örneğin yaz döneminde, güneş ışıınımı değerlerinin çok yüksek olduğu zaman, ısı konfor koşullarını da sağlayabilmek ve ısı kazancını azaltmak için güneş ışıınımının binaya kontrollü olarak alınması gerekir. Kış döneminde ise, güneş ışıınımının doğal aydınlık düzeyini sağlarken mekânın ısıtma ihtiyacının bir kısmını karşıladığı için olumlu bir etki oluşturduğu söylenebilir.

Bu çalışmada görsel konfor ve aydınlatmaya bağlı enerji tüketimi konuları üzerinde durulmuş, ısı konfor ve bunun yarattığı enerji tüketimi konuları kapsam dışı bırakılmıştır.

4.1 Görsel Konfor

Kullanıcıların görsel konforunun sağlandığı bir çevre tasarlayabilmek için öncelikle aydınlatmanın niceliği, niteliği ve bunlara bağlı diğer özelliklerin dikkatlice incelenmesi gerekir.

4.1.1. Aydınlığın niceliği

Aydınlığın niceliği aydınlık düzeyi ve parıltı kavramlarıyla ilişkilidir.

4.1.1.1. Aydınlık düzeyi

Aydınlık düzeyi bir yüzeyin birim alanına düşen ışık veya ışık akısı miktarı olarak tanımlanabilir. Işık akısı ise; bir ışık kaynağının her doğrultuda verdiği toplam ışık miktarı veya ışık kaynağına verilen ışığın elektrik enerjisine çevrilen kısmıdır. Birimi lümen'dir.

$$\text{Aydınlık Düzeyi (E)} = \text{Lümen } (\Phi) / \text{m}^2 = \text{Lux}$$

Çalışma düzlemi ve yakın çevredeki aydınlık düzeyleri görsel işin hızlı, güvenli ve konforlu yapılabilmesi açısından büyük ölçüde etkilidir. Farklı işlevlerdeki hacimler için gerekli aydınlık düzeyleri tanımlanmıştır. Bu değerler yatay, düşey veya eğimli çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken minimum değerlerdir ve normal koşullar için geçerlidir. Normal koşullar geçerli olmadığında bir basamak üst veya alt değer alınmalıdır.

20 lx değeri insan yüzünün algılanması için gerekli en düşük aydınlık değeri olarak kabul edilmekte ve bu değerden itibaren yaklaşık 1,5 kat farkla artan değerler değişik görsel işler için önerilmektedir. Önerilen aydınlık düzeyleri skalası (lx):

20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000 şeklindedir.

Aşağıdaki durumlarda önerilen değerlerin yükseltilmesi gerekir;

- Görsel iş kritik ise,
- Hataların tamiri güç ise,
- Doğruluk ve yüksek verimlilik çok önemli ise,
- Çalışanın görsel kapasitesi normalden düşük ise,
- Detaylar alışılagelenden küçük veya düşük kontrastlıysa,
- Görsel iş alışılagelenden daha uzun süre devam ediyorsa,
- Kullanıcının görme yeteneği normalin altındaysa.

Aşağıdaki durumlarda ise önerilen değerler azaltılabilir;

- Detaylar alışılagelenden büyük veya yüksek kontrastlıysa,
- Görsel iş alışılagelenden daha kısa süre devam ediyorsa.

Sürekli kullanılan mekânlarda aydınlık düzeyi 200lx'den az olmamalıdır.

Yakın çevredeki aydınlık düzeyi çalışma düzleminden daha düşük değerler olabilir, fakat dengeli bir parıltı dağılımı ve görsel konfor açısından gerekli düzgünlüğün sağlanması için Çizelge 4.1’de verilen değerlerin altına düşmemelidir.

Çizelge 4.1: Çalışma düzlemi ile yakın çevre aydınlık düzeyi arasındaki ilişki
[BS EN 12464-1, 2011].

Çalışma düzlemi aydınlık düzeyi $E_{cd} (lx)$	Yakın çevre aydınlık düzeyi (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{cd}
100	E_{cd}
≤ 50	E_{cd}

4.1.1.2. Parıltı

Teorik olarak parıltı; ışık kaynağının belirli bir doğrultudaki ışık şiddetinin görünen alana bölümü olarak tanımlanabilir. L harfi ile gösterilir. Birimi cd/m^2 dir. Kandela (cd) belirli bir yönde yüzey birim alanına düşen ışık şiddetidir. Yüzey kendisi ışık yayabilir, başka kaynaktan yayılan ışığı yansıtabilir ya da geçirebilir. Aynı aydınlık düzeyine sahip fakat değişik yansıtma özelliği olan yüzeylerin parıltıları da farklıdır. Cisimlerin görülebilirliğinde rol oynayan parıltı etkeninin, çok yüksek değerlere ulaşması ile ‘kamaşma olayı’ meydana gelmektedir. Konforsuzluk ve yetersizlik kamaşması olarak iki türde gerçekleşebilmektedir. Kazaların, yorgunluğun ve hataların önlenmesi, göz sağlığının korunması için kamaşmanın sınırlandırılması gerekmektedir. Bu kamaşmayı önlemek için EN 12464-1 standardında uygulanması gereken perdelemenin en düşük açıları Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Lamba parıltısına göre uygulanması gereken minimum perdeleme açıları [BS EN 12464-1, 2011].

Lamba Parıltısı ($kcd \times m^2$)	Minimum perdeleme açısı
20 ile < 50	15°
50 ile < 500	20°
≥ 500	30°

Kamaşma;

- Kaynağının açısal sapmasını arttırarak (bu sapma 40° değerine ulaştığında yetersizlik kamaşması ihmal edilebilir düzeye inebilir),
- Kamaşmaya neden olan kaynağın görülen alanını büyütme yoluyla parıltısını azaltarak ya da kaynağı ışık yayıcı veya kesici bir elemanla maskeleyerek,
- Görsel hedefteki aydınlık düzeyini yükselterek,
- Görsel hedef çevresindeki parıltıyı, hedef parıltısının 1/10'u ile 1/1'i arasında tutarak,
- Görsel hedef ve çevresinde yüksek yansıtıcı yüzeylerden kaçınarak ve bu yüzeyleri mat tercih ederek,
- Hacim içinde açık renkli tavan ve duvarlar kullanarak önlenabilir.

Bununla birlikte aşırı parıltı kontrastları da gözün görme yeteneğini azalttığı gibi kullanıcılar üzerinde konforsuzluk ve huzursuzluk oluşturur. Parıltı kontrastlarının bu yönden değerlendirilmesi, 'kamaşma indisi' UGR (CIE Unified Glare Rating) adı verilen büyüklüklerin hesaplanarak, standartlarda konutlardaki mekânlar için belirtilen sınır değerleri ile karşılaştırılması sonucu yapılabilmektedir.

Görüş alanı içindeki parıltı dağılımı aynı zamanda görsel konforu da etkilemektedir.

Aşağıdakilerden kaçınmak gereklidir:

- Çok yüksek parıltılar,
- Adaptasyon zorluğuna ve yorgunluğa neden olacağı için çok yüksek parıltı kontrastı,
- Sıkıcı ve durgun bir atmosfer yaratan düşük parıltı ve düşük parıltı kontrastı.

Yüzeylerin ışık yansıtma katsayıları parıltıyı etkiler. Bir hacimdeki yüzeylerin ışık yansıtma katsayısı Çizelge 4.3' de görüldüğü aralıklarda olmalıdır.

Çizelge 4.3: Yüzeylerin uygun yansıtıcılık değeri aralıkları [BS EN 12464-1, 2011].

Yüzey	Yansıtma katsayıları
Tavan	0,7 - 0,9
Duvar	0,5 - 0,8
Döşeme	0,2 - 0,4
Mekândaki büyük objeler	0,2 - 0,7

4.1.2. Aydınlığın niteliği

Görsel algılama konusunun, yani görülmesi gereken nesne ya da nesneler bütününe özelliklerine uygun olmayan bir aydınlık niteliği, gerekli görme koşullarını sağlayamaz. İyi görme koşullarının sağlanması için; gerekli aydınlık düzeyi sağlanmalı ve aydınlığın niteliği görme konusunun özelliklerine uygun olmalıdır [Sirel, 1992].

Aydınlığın niteliğini belirlemede dikkat edilmesi gereken unsurlar;

- Işığın renksel özelliği,
- Işık akısının doğrultusal yapısı,
- Işığın yüzeyler tarafından yansıtılma, yutulma ve geçirilme özellikleri ve
- Gölgelemlerin niteliğidir.

Bir alana gelen ışık akısının niceliği değişmeden ışığın doğrultusal ve / veya tayfsal yapısı ya da ışık akısının dağılışı biçimi değişebilir. Aydınlık düzeyi sonuçta nicelik olarak değişmemiş olsa da aydınlığın niteliği değişmiştir. Bu da aydınlık niteliğini belirleyen öznenin ışık olduğunu gösterir. Mekân genelinin ve mekândaki tüm öğelerin farklı veya doğru algılanmasında, gerekli nicelik değeri sağlandıktan sonra nitelik esas etkindir.

- Aydınlığın niteliği uygunsa, yeterli minimum aydınlık düzeyleri ile iyi görme koşulları sağlanır. Biraz yetersiz aydınlık düzeyinde bile, kısa süreler için, göz uyum sağlar ve iyi görme koşulları elde edilir.
- Aydınlığın niteliği uygun değilse, aydınlık düzeyinin yükseltilmesi ile iyi görme koşulları sağlanamaz, daha kötü sonuçlar bile ortaya çıkabilir. Enerji de etkin kullanılamamış olunur. Niteliği doğru belirlenmemiş bir aydınlığın bu kusurunu, göz, adaptasyon ile gideremez [Sirel, 1992].

4.1.2.1. Işığın renksel özelliği

Işığın renksel özellikleri renk sıcaklığı ve renksel geriverim ile ifade edilebilir. Işık renginin hacimlerdeki işleve uygun seçilmesine özen gösterilmeli ve ışığın rengi doğal ışık rengine yakın olmalıdır.

Renk sıcaklığı: Lambaların renk sıcaklıkları Çizelge 4.4’de de görüldüğü üzere üç grupta; sıcak (3300K altı), orta (3300-5300K) ve soğuk (5300K üzeri) olarak ele alınabilmektedir.

Çizelge 4.4: Işık kaynağı renk görünümü grupları [EN 12464, 2011].

Renk görünümü	Benzer renk sıcaklığı T_{CP}
Sıcak	3300K’den küçük
Ilık	3300 ile 5300K arasında
Soğuk	5300K’ büyük

İçinde kırmızı, turuncu, sarı renkli dalga boylarını bulunduran ışıklar ‘sıcak renkli’, yeşil dalga boylarını bulunduranlar ‘soğuk renkli’ olarak tanımlanabilir. Sıcak renkli yüzeylerin kullanıldığı mekânlarda sıcak renkli ışık, soğuk renkli yüzeylerin kullanıldığı mekânlarda da soğuk renkli ışık kullanılması ortamın karakterini daha kuvvetli vurgular. Işığın rengi onu oluşturan elektromanyetik ışınımın dalga boyuna bağlıdır. Işık; dar bir dalga boyu aralığında oluşuyorsa ‘tek renkli ışık’; gün ışığında olduğu gibi, tüm görünür ışınım dalga boylarını içeriyorsa ‘beyaz ışık’ olarak anılmaktadır [Özdeniz, 1996].

Aydınlatan ışık, gün ışığı gibi, beyaz bir ışık olmadığı sürece, nesnenin algılanan (görünen) rengi ile gerçek (öz) rengi arasında daima bir ayırım (renk dönmesi) vardır. Bu ayırım, ışığın tayfsal dağılışı eğrisine göre büyük boyutlara ulaşabilir [Sirel, 1992].

Renksel geriverim: Renksel geriverim ' R_a ' değeri ile belirlenir. R_a değerinin alabileceği en fazla değer 100'dür. ' R_a ' değeri 100 ve 100'e yakın lambalar objeleri gerçek renklerine en yakın gösterir. Bu değer 80'in altında olması kullanıcıların uzun süreler bulunacağı ortamlarda tavsiye edilmez. Özellikle ortamın ve içindeki cisimlerin doğru renkte görülmesinin birinci derecede önem taşıdığı uygulamalarda yüksek ' R_a 'lı ışık kaynakları kullanılmalıdır. Ayrıca doğal ışığın yapay ışıkla bütünleştirilmesi gerektiğinde renksel geriverim indisi değeri yüksek olan ışık kaynakları seçilmelidir. Çizelge 4.5'de renksel geriverim değerlerinin özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.5: CIE'nin belirlediği renk ayırım indeksi grupları.

Renksel Geriverim Sınıfı	Renksel Geriverim İndeksi	Renksel Geriverim Özelliği
1A	$R_a > 90$	Çok iyi
1B	$90 > R_a > 80$	Çok iyi
2A, 2B	$80 > R_a > 60$	İyi
3	$60 > R_a > 40$	Orta
4	$40 > R_a > 20$	Kötü

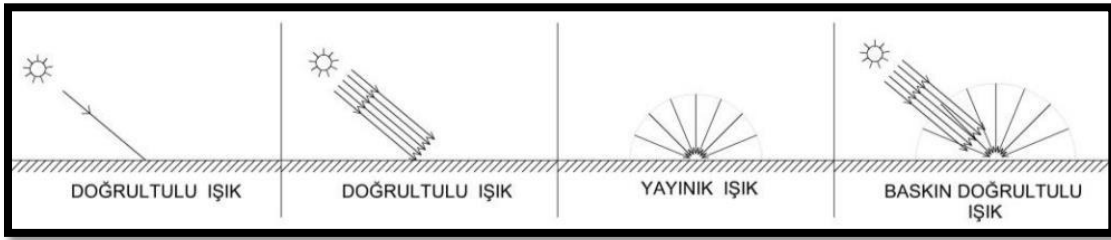
4.1.2.2. Işık akısının doğrultusal yapısı

Aydınlığı oluşturan ışık akısının doğrultusal yapısı farklı şekillerde tanımlanabilir.

- Doğrultulu Işık Alanı:** Tek bir doğrultudan ya da birbiri ile ufak açılar yapan bir doğrultu demetinden gelebilir. Bir hacimde doğrultulu ışık alanının oluşabilmesi için;
 - aydınlatma aygıtının konumunu ve özelliklerini, söz konusu yüzey parçası üzerindeki aydınlığın yalnızca aygıttan çıkarak doğrudan doğruya yüzeye gelen ışıkla oluşmasını sağlamak ve
 - hacim içindeki düz yüzeyleri, ışığın bu yüzeylerden yansarak yayılmasını önlemek için siyaha boyamak gereklidir.
- Yayınık Işık Alanı:** Birçok ya da sonsuz doğrultudan gelebilir. Bir hacimde yayınık ışık alanının oluşabilmesi için;
 - hacim içindeki tüm yüzeyleri açık renge boyayarak ışığın olabildiğince çok yayılmasını sağlamak ve
 - dolaylı aydınlatma yaparak ya da ışıklı tavan uygulayarak söz konusu yüzey parçası üzerine aygıttan çıkan ışığın doğrudan doğruya gelmesini önlemek gereklidir.

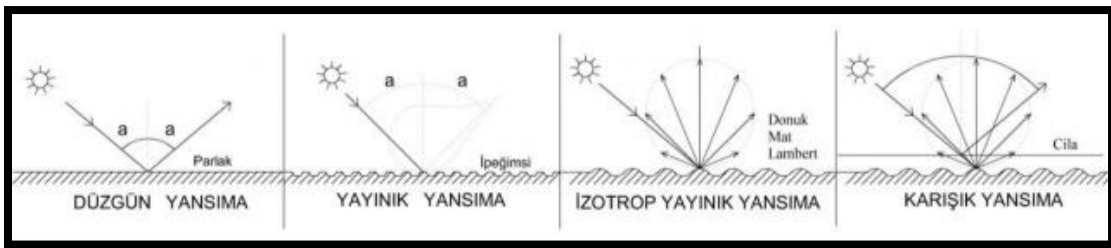
- c. **Baskın Doğrultulu Işık Alanı:** Her iki durum, yani ‘a’ ile ‘b’, değişen oranlarda birlikte olabilir. Bir hacimde baskın doğrultulu ışık alanının oluşabilmesi için;
- hacim iç yüzeyleri açık ya da orta koyuluktaki renge boyanarak ışığın bu yüzeylerden az ya da çok yansımısını ve böylece belli oranda yayılmasını sağlamak ve
 - aydınlatma aygıtının konumunu ve özelliklerini, hacmin kullanılan bölümlerine aygıttan çıkan ışığın doğrudan doğruya gelmesini sağlamak gereklidir.

Şekil 4.1’de ışığın doğrultusal yapısı şematize edilmiştir.



Şekil 4.1: Işığın doğrultusal yapısı [Ünver, 2009].

İç mekânlarda çok özel durumlar dışında ışık alanının yapısı tavan, duvar gibi yüzeylerde ışığın yansımısı nedeniyle yayınlık ya da baskın doğrultuludur [Sirel, 1992]. Şekil 4.2’de farklı yüzeylerin dokusuna bağlı yansıma biçimleri verilmiştir.



Şekil 4.2: Yüzey dokusuna bağlı yansıma biçimleri [Ünver, 2009].

4.1.2.3. Işığın yüzeyler tarafından yansıtılma, yutulma ve geçirilme özellikleri

Uzayda ilerleyen ışığın çarptığı yüzey üç davranışta bulunur.

Işığı;

- yansıtır,
- yutar,
- geçirir.

Bu üç olayın, çoğu zaman ikisi ya da üçü birarada meydana gelir. Işık iki ortamı ayıran opak yüzeylere çarptığı zaman yansıma ve yutulma olayları, saydam veya yarı saydam yüzeylere çarptığı zaman ise yansıma, yutulma ve diğer tarafa geçme olayları birarada meydana gelir. Yüzeylerin yansıtıcılık, yutuculuk ve geçirgenlik özellikleri sırasıyla; yansıtıcılık, yutuculuk ve geçirgenlik faktörleriyle ifade edilirler.

Yansıma faktörü (r): Yüzeyden yansıyan ışık akısının, yüzeye gelen ışık akısına oranıdır.

Yutuculuk faktörü (a): Yüzey tarafından yutulan ışık akısının, yüzeye gelen ışık akısına oranıdır.

Geçirgenlik faktörü (t): Yüzey tarafından geçirilen ışık akısının, yüzeye gelen ışık akısına oranıdır.

Opak yüzeyler için $a + r = 1$

Saydam yüzeyler için $a + r + t = 1$

bağıntısı geçerlidir [Berköz & Küçükdoğu, 1975].

4.1.2.4. Gölgelerin niteliği

Bir hacimde aydınlatma düzeni kurulurken dikkate alınması gereken ölçütlerden biri mekânda oluşan gölgelerin özellikleridir. Gölge niteliğini, sertlik-yumuşaklık ve açıklık-koyuluk olmak üzere iki ayrı özellik belirler. Gölgelerin özelliği koşullara göre, bir hacimde zengin görüntülerin oluşmasına yol açabileceği gibi görsel algılamamanın yorucu ve yanıltıcı olmasına da neden olabilir. Başka bir deyişle gölgelerin varlığı, bir hacimdeki nesnelerin biçimsel ve üç boyutlu dokusal özelliklerinin rahat ve eksiksiz algılanmasında önemli rol oynar. Özellikle, yumuşak ve aydınlanarak açılmış gölgeler birçok işlev için görsel konforun oluşmasına katkıda bulunur. Gölge niteliğinin bir aydınlatma tasarım ölçütü olarak değerlendirmeye alınabilmesi için gerek sertlik-yumuşaklık gerekse açıklık-koyuluk açısından belirlenebilmesi ve değerlendirilebilmesi gereklidir.

Gölge niteliği temelde;

- Sertlik-yumuşaklık açısından, algılanan gölge çekirdeğinin toplam gölge oranına,
- açıklık-koyuluk bakımından, gölge çekirdeği parlaltısı ile toplam gölge sınırı parlaltısı arasındaki farka bağlı olarak tanımlanmıştır.

Sert Gölge: Sınırları kesin olan gölge biçimidir. Bu tür gölgede, gölgeli alandan gölgesiz alana birdenbire geçilir.

Yumuşak gölge: sınırları kesin olmayan, yani gölgeli alandan gölgesiz alana, gölgenin giderek yok olması ile (giderek saydamlaşması ile) geçilen gölgedir.

Sert ve yumuşak gölgelerin birbiri üzerine düşmesi, ışığın doğrultusal yapısı bakımından rahatsız edici olduğundan yorucu bir etki doğurmamasına dikkat edilmelidir.

Gölgede açıklık-koyuluk belirlemesi ve değerlendirmesi yapmak üzere geliştirilen bir yaklaşıma göre ;

- Aydınlık düzeyi yükseldikçe gölgeler daha koyu algılanmaktadır.
- Gölgenin düştüğü yüzeyin yansıtma çarpanı küçüldükçe, gölgenin etkisi azalmakta ve daha açık olarak algılanmaktadır.

Gölgelerin aydınlanarak açık renkli görünmesi, hacim iç yüzeylerinden ve iç mimari elemanların yüzeyinden yansıyan ve/veya gölgeyi yaratan kaynak dışındaki başka kaynaklardan gelen ışık ile aydınlanmalarına bağlıdır. Bir yüzeyde oluşan gölgenin açıklık-koyuluk özelliği, temelde gölgeli alan ve çevresinin ışıklılığına bağlı olarak değerlendirilebilir [Yağmur & Öztürk, 2011].

4.2. Konutlarda Görsel Konfor Gereksinimleri

En temel kullanım mekânlarını içinde barındıran konutların insan yaşamında geniş bir yeri vardır. Konut aydınlatmasının planlamasında ise mekânın kullanım amacı önemli rol oynamaktadır.

Konut kullanıcılarının aydınlatmanın niceliği ve niteliği ile ilgili fizyolojik ve psikolojik gereksinimlerini minimum yapay enerjiyle karşılamak, görsel gereksinimleri olabildiğince doğal aydınlatma sistemleriyle optimum performansa ulaştırmakla mümkündür.

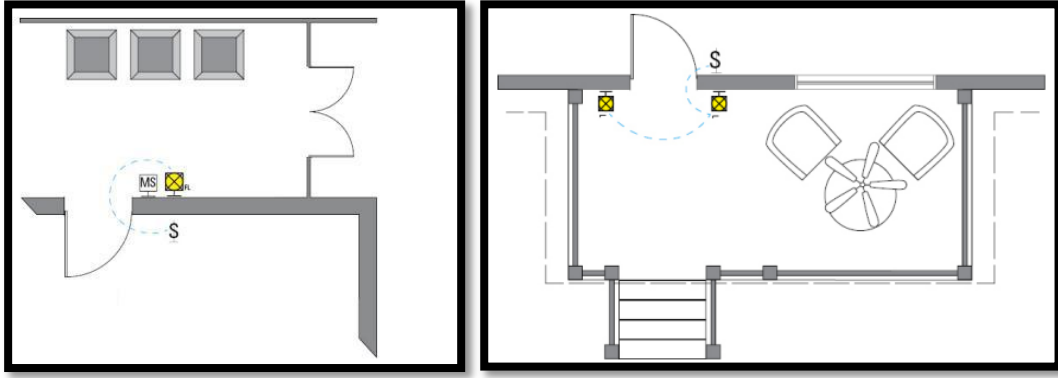
Çizelge 4.6’da konutta yer alan hacimler için standartlardan derlenerek oluşturulan aydınlık düzeyi, kamaşma indisi, düzgünlük ve renksel geriverim indisi değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.6: IESNA ve BS EN 12464-1 standartları yardımıyla oluşturulan konuttaki hacimler için aydınlık düzeyi, kamaşma indisi, düzgünlük ve renksel geriverim indisi değerleri tablosu.

Hacim, eylem türü	$\bar{E}_m$ Genel aydınlık düzeyi lx	$\bar{E}_m$ Bölgesel aydınlık düzeyi lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Açıklamalar
Sirkülasyon alanları ve koridorlar	100	-	25	0,40	80	Gece boyunca daha düşük aydınlatma düzeyi yeterli olabilir.
Merdivenler	150	-	25	0,40	80	Basamaklar ayırt edilebilir olmalıdır.
Asansör	100	200	25	0,40	40	Asansör önü aydınlık düzeyi en az 200 lx olmalıdır.
Banyo	100	300	22	0,40	80	Ayna önü aydınlatması kullanılmalıdır.
Depo, kiler	100	200	25	0,40	60	Rafların bulunduğu bölgede aydınlık düzeyi en az 200 lx olmalıdır.
Mutfak	300	500	22	0,60	80	Tezgah önü bölgesel aydınlatma olmalıdır.
Soyunma odası	300	-	22	0,60	90	-
Giriş holü	100	200	22	0,40	80	Vestiyer önünde aydınlık düzeyi en az 200 lx olmalıdır.
Çalışma odası	300	500	19	0,60	80	Çalışma düzleminde bölgesel aydınlatma kullanılmalıdır.
Garaj	50	-	25	0,40	40	-
Yatak odası	100	500	19	0,60	80	Başucu ve ayna önü aydınlatması kullanılmalıdır.
Yaşama mekânı	150-200	500	22	0,40	80	Farklı işlevler bölgesel aydınlatmayla desteklenmelidir.
Genç, çocuk odası	200-250	500	19	0,60	80	-

Bu bölümde, hacimler için önerilebilecek aydınlatma tasarımına ilişkin diğer bazı yardımcı bilgiler metin olarak ifade edilmiştir.

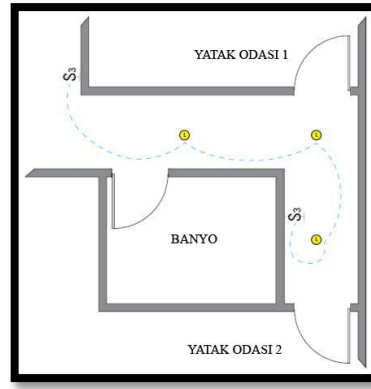
Konut girişleri, gün ışığının olmadığı saatlerde yapay sistemlerle uygun bir biçimde aydınlatılmalıdır. Kapı numarası, bina adı gibi görülmesi gereken nesneler gerekirse bölgesel aydınlatma ile desteklenmelidir. Konut girişine gün ışığının olmadığı saatlerde genellikle karanlık bir dış ortamdan yaklaşılr. Bu durumda oluşabilecek parıltı kontrastını kontrol etmek ve kamaşmayı önlemek için tek bir ışık kaynağı yerine çoklu daha düşük ışık akısına sahip ışık kaynakları seçilebilir. Kaynakların ve kullanılacak aygıtların dış ortam hava şartlarına (düşük ısı, korozyon, kir vs.) dayanıklı olması gerekir. Giriş ve çevresinde açık renkli yansıtıcı yüzeylerin kullanımı yayalara yürüyüş yolu ve merdivenlerin algılanmasında yardımcı olur. Şekil 4.3’ de konutların dış kapılarının aydınlatılmasına ait görseller yer almaktadır.



Şekil 4.3: Konutların girişlerine ait aydınlatma yerleşimi örneği
[Cunningham, 2008].

Holler az kullanılan mekânlar olduğu için, homojen yerleşim ile yaklaşık 200 lx değerinde yaynık bir aydınlık düzeyi kurulması yeterlidir.

Koridorlarda güvenli geçiş için yaklaşık 50-100 lx civarında bir aydınlık düzeyi gerekir. Giriş holü gibi aydınlık düzeyi nispeten fazla olan bir mekândan girildiğinde kamaşma problemi olmaması gerektiği dikkate alınmalı, yumuşak bir geçiş planlanmalıdır. Şekil 4.4’de de görüldüğü gibi koridora açılan kapı önleri dikkate alınarak homojen bir yerleşim oluşturulmalıdır.



Şekil 4.4: Koridorlara ait aydınlatma yerleşimi örneği [Cunningham, 2008].

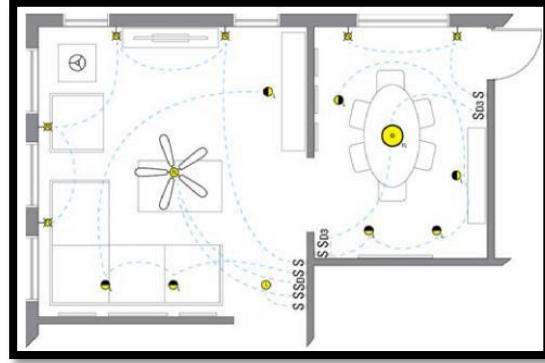
Merdivenlerin aydınlatılmasında dikkat edilmesi gereken, ilk ve son basamağın iyi algılanır olmasıdır. Merdivenden inen insanın gözüne direkt ışık gelmemelidir. Basamakların birbiri üzerinde gölge oluşturmaması, merdiveni inen kişinin emniyetli bir şekilde inişinin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Çıkışta ise merdiven basamakları ve rıhtlar arasındaki fark iyi algılanmalıdır. Bu da rıhtların gölgede ve basamakların aydınlatılmasıyla sağlanır. Merdiven sahanlıklarında otomatik anahtarların ışıklı olması, ayrıca asansör bulunan konutlarda asansör önünün aydınlatılması gereklidir.

Oturup dinlenmek, müzik dinlemek, sohbet etmek, içecek içmek gibi etkinliklerin gerçekleştirildiği **yaşam mekânlarında**, gözü yormayan ancak farklı işlevlerin gereksinimlerine cevap verebilecek bir aydınlatma tasarımı yapılmalıdır. Bölgesel aydınlatmalar masa lambaları, lambader ve tefrişle uyumlu benzeri ışık kaynakları ve aygıtları ile sağlanabilmektedir.

Yaşama mekânlarında gerçekleştirilen kitap, dergi okumak, dikiş dikmek, elektronik cihazlarla gerçekleştirilen okumalar ve izlemeler gibi bir önceki duruma göre daha iyi görme koşullarının sağlanması gereken eylemler de gerçekleşebilir. Bu durumdaki aydınlık gereksinimi bölgesel aydınlatma ile desteklenebilir. Yaş ilerledikçe eylemler için gereken aydınlık düzeyinin arttığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yaşam mekânlarında gerçekleştirilen eylemlerden biri de televizyon izlemektir. Eğer televizyon karanlık bir hacimde seyredilirse, ekranın fazla olan parlaltısı çevre ile kontrast oluşturur. Bu da gözün kamaşmasına ve yorulmasına yol açar. Bu nedenle televizyonun belirli bir aydınlık düzeyi eşliğinde seyredilmesi gereklidir.

Armatür seçimi ve yerleşimi ise televizyon ekranına ışığın yansımalarını önleyecek şekilde olmalıdır. Şekil 4.5’de yaşama mekânı ve yemek odasının aydınlatma yerleşimi örneği görülmektedir.

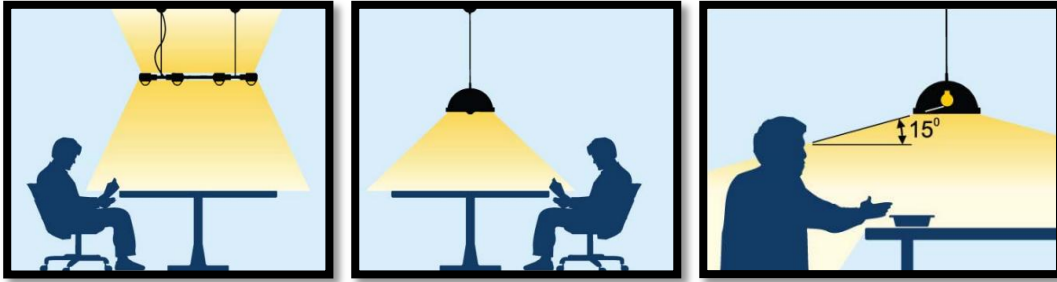


Şekil 4.5: Yaşama mekânı ve yemek odasına ait aydınlatma yerleşimi örneği [Cunningham, 2008].

Şekil 4.5’ de görüldüğü üzere hacimler genel aydınlatmanın dışında gerekli kısımlarda bölgesel aydınlatmayla desteklenmiştir. Pencere önleri akşam saatlerinde azalan gün ışığı düzeyine katkı sağlamak için aydınlatılmıştır. Duvardaki tablolar, tefriş düzeninde yer alan kitaplık, konsollar, oturma birimleri gözetilerek homojen bir yerleşim uygulanmaya çalışılmıştır.

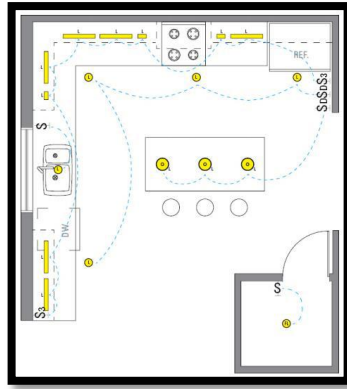
Yemek odaları teorik olarak yemek yenen ve servis yapılan yerlerdir. Yemek odalarında temel ilke yemek masalarını aydınlatmaktır.

Kare ve yuvarlak masalarda merkezden aydınlatma yapılmalı, dikdörtgen masalarda ise iki veya daha fazla aydınlatma elemanı masadan bir metre yükseklikte tavandan sarkıtılarak kullanılmalıdır. Yemek masası üzerinde asılı armatürle yapılan aydınlatma tavana ışık yayar ve dolaylı olarak ışığın aşağıya doğru yansımaları sağlar. Şekil 4.6’da yarı direkt ve direkt olarak aydınlatılan yemek masası ile kamaşmayı önlemek için daha önce de Çizelge 4.2’de verilen minimum perdeleme açısı değeri gösterilmiştir.



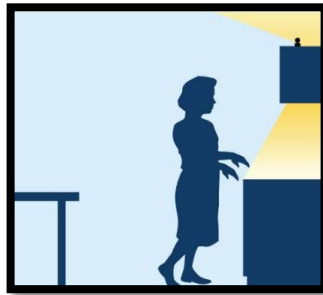
Şekil 4.6: Yemek masası etrafında oluşturulan aydınlatmanın şeması [IES, CP-2-10].

Mutfaklarda sebze temizleme, yemek hazırlama, pişirme ve bulaşık yıkama gibi eylemlerin düzgün yapılabilmesi için iyi bir aydınlatma gereklidir. Işığın doğrudan göze gelmeyecek şekilde, üst mutfak dolaplarının altına yerleştirilen lambalar ile ana çalışma alanlarına (ocak, eviye, hazırlama tezgahı) uygun bölgesel aydınlatma yapılmalıdır. Bunun yanında mutfaktaki paslanmaz çelik ve seramik gibi yüzeylerin diğer yüzeylere göre daha fazla yansıtıcılığa sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Şekil 4.7’ de üst dolap altlarına yerleştirilen lineer aydınlatma elemanlarının yanında çalışma düzlemindeki işlevler gözetilerek dizilmiş aydınlatma elemanları görülmektedir.



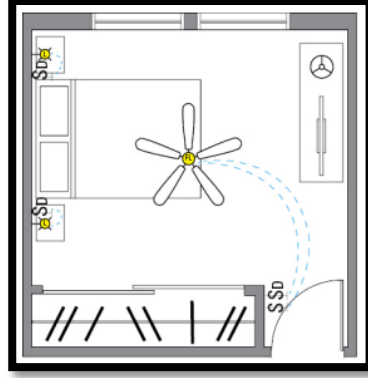
Şekil 4.7: Mutfak aydınlatma yerleşimi örneği [Cunningham, 2008].

Dolap içlerinin aydınlatmasında genelde çalışma yüzeylerinden yansıyan ışıktan faydalanılır ancak çoğu ışık kaynağı raf altına yerleştirilmişse genel bir ışık kaynağına ihtiyaç duyulur. Genel aydınlatma üst mutfak dolaplarının tavanla arasındaki mesafe uygunsa Şekil 4.8’de görüldüğü üzere yerleştirilip sağlanabilir. Dolapların alt ve üstlerinde geniş yayımlı, yumuşak kaynaklı lineer armatürler tercih edilebilir. Tezgah önünde çalışan kişinin gölgesinin, tezgah üstüne düşerek rahatsızlık vermesi engellenmelidir.



Şekil 4.8: Mutfakta oluşturulan aydınlatmanın şeması [IES, CP-2-10].

Ebeveyn yatak odalarında genel aydınlatmanın dışında, başucu ve ayna önünde bölgesel aydınlatmaya ihtiyaç vardır. Dolap içlerinin görünebilir olması genel aydınlatmanın tavandan yansıtılmasıyla sağlanabilir. Şekil 4.9’ da ebeveyn yatak odası için tasarlanmış genel aydınlatma ve başucu aydınlatması örneklendirilmiştir.



Şekil 4.9: Ebeveyn yatak odasına ait aydınlatma yerleşimi örneği
[Cunningham, 2008].

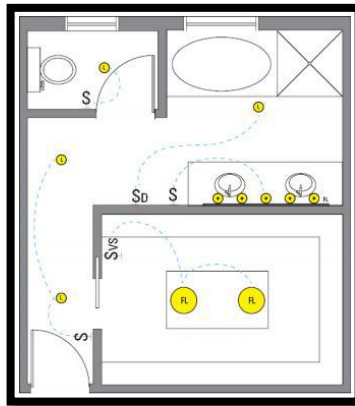
Çocuk yatak odalarında göz önünde tutulması gereken çocuğun yaşıdır. Aydınlığın sağladığı görsel algılama çocuğun psikolojik gelişimine etki eder. Bebek odalarında ise en önemli şey güvenlidir. Lambalar ve armatürler çocuğun ulaşamayacağı alanlara yerleştirilmelidir. Çocuğun hem uyuma esnasında hem de daha sonra kontrolü için homojen, düşük seviyeli aydınlatma sistemi tercih edilmelidir.

Banyolar güne başlarken kendimizi ilk gördüğümüz ve gün biterken son gördüğümüz yer olduğu için aydınlatması oldukça önemlidir. Banyolarda tavandan sarkıtılan lambanın ayna önündeki aydınlatmaya katkısı azdır. Tavana yerleştirilecek aydınlatma elemanının yeri Şekil 4.10’da sırasıyla doğru ve yanlış Şekillerde gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Banyoda oluşturulan aydınlatmanın sırasıyla doğru ve yanlış uygulama şeması [IES, CP-2-10].

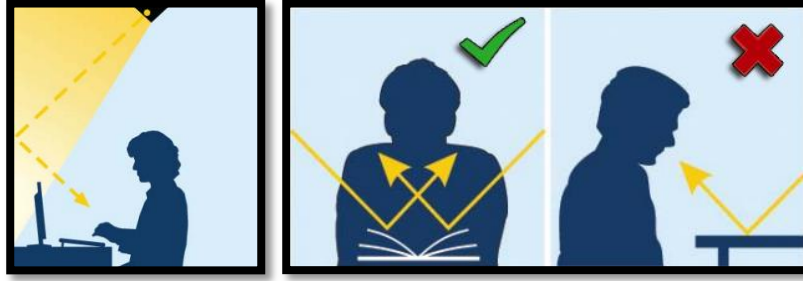
Doğru bir banyo aydınlatması, aynanın her iki yanına da çizgisel olarak ışık kaynakları koymakla sağlanır. Ayna önü aydınlatması ışığın göze gelmesinin istendiği tek durumdur. Göz, hem gören hem de görülmesi istenen bir nesnedir. Işık kaynakları kamaşmayı önlemek için büyük yüzeyli seçilmeli, noktasal ve tek ışık kaynaklarından kaçınılmalıdır. Bu kaynakların ışığı sıcak renkli olmalı, baş hizasında yer almalı ve özellikle yüz üzerinde oluşturdukları toplam aydınlık düzeyi 500 lx’ün altında olmamalıdır. Şekil 4.11’ de ayna önü aydınlatması ve banyonun geri kalan kısımları için önerilen aydınlatma düzeni verilmiştir.



Şekil 4.11: Banyoya ait aydınlatma yerleşimi örneği [Cunningham, 2008].

Banyolardaki nem dikkate alınmalı ve buna uygun armatür seçilmelidir. Sıva üstü, önü camlı veya kapalı tip armatürler banyoda kullanım için uygun olabilmektedir.

Çalışma odalarında genel bir aydınlatmanın yanı sıra çalışma, okuma, yazma gibi eylemler sırasında bölgesel bir aydınlatmaya daha ihtiyaç vardır. Çalışma düzleminde olması gereken aydınlık düzeyi daha önce de belirtildiği gibi uğraşılın işin boyutsal özelliğine, hızına, hassasiyetine, çalışma süresine ve kişinin yaşına bağlı değişebilir. Çalışma yüzeyindeki parıltı dağılımı da önemlidir. Masa başı işler için akrobat lambalar kullanılabilir. Aydınlatma elemanlarının açısı kullanıcıların gözüne gelmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Şekil 4.12’de bilgisayar ve masa başında çalışan kullanıcılara ait şemalar yer almaktadır. Bilgisayar başında çalışan kullanıcı için ışığın klavyeye ulaşması sağlanmalıdır. Masa başında okuma ve yazma işlemleri gerçekleştirilirken ışığın önden gelmesi durumunda kamaşma oluşabilir. Bunu önlemek için ışığın yanlardan gelmesi tercih edilmelidir.



Şekil 4.12: Çalışma düzleminde oluşturulan aydınlatmanın şeması [IES, CP-2-10].

Aydınlatma; fiziksel, psikolojik ve ekonomik açıdan, tasarım bütünlüğü içinde; (form, malzeme, teknik gibi) insan sağlığını oldukça etkileyen bir kavramdır. Sağlıklı ve huzurlu ortamlarda yaşayabilmek için, tasarlanacak uygun aydınlatma sistemlerinin mimari tasarımla bütünleştirilmesi (enerji, tesisat, donatım) sağlanmalıdır.

Konut içi aydınlatma da bu bütünün en önemli parçasıdır. Yaşamın büyük bir bölümünün geçtiği konutlarda görsel konfor gereksinimlerinin karşılanması büyük önem taşır. Bu nedenle aydınlatma tasarımcılarının amacı, mekân kullanıcılarının gereksinimlerini, çevresel, ekonomik, estetik ve görsel değerleri de dikkate alarak akılcı, fonksiyonel ve enerji kullanımını minimize edebilmiş bir aydınlatma sistemi planlamak olmalıdır.

5. AYDINLATMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN TASARIM PARAMETRELERİ

Kullanıcı, ele alınan bir zaman dilimi içinde, belirli bir eylemi veya eylemleri, mimarlığın temel ögesi olan hacim içinde gerçekleştirir. Bu eylem veya eylemler sırasında kullanıcı performansının en üst düzeye ulaştırılması için gerekli olan görsel konfor koşulları, genellikle hacim için tanımlanmışlardır. Bu nedenlerden ötürü, temel yapay çevre düzeyini hacim ölçeğinde ele almak uygundur [Yener ve diğ., 2009].

Görsel gereksinmelerin karşılanması ve aydınlatma enerjisi korunumu açılarından kontrol altına alınmış bir yapay çevrenin oluşturulması belirli tasarım parametrelerine bağlıdır. Bu parametreler öncelikle doğal ve yapay tasarım parametreleri olarak ikiye ayrılır.

5.1. Doğal Tasarım Parametreleri

Bu parametreler mimarın ya da tasarımcıların kontrolü dışındadır. Ancak, yapay çevre elemanlarına belirli performans özellikleri kazandırılarak, bunların kontrol altına alınabilmeleri olanaklıdır. Bu grup içinde ele alınan tasarım parametreleri;

- Göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı,
- Güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi,
- Yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri,
- Doğal dış engellerdir.

Bu parametrelerin ilk ikisi gün ışığı (doğal ışık) kaynağı olarak ele alınmaktadır.

Gün ışığının niteliği ve niceliğinin değişimi kontrol edilemediğine göre, onun hacim içinde oluşturacağı görsel koşulları istenen değerlere ulaştırmada ileride değinilen ‘fiziksel tasarım parametreleri’ rol oynayacaktır. Bu nedenle öncelikle bina dışı çevreye ilişkin gün ışığı koşullarının, başka deyişle, göğün parıltı dağılımı ve aydınlık etkisi ile, güneşin aydınlık etkisi değişimlerinin belirlenmesi gereklidir.

5.1.1. Göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı

Doğal aydınlatma hesaplamalarının yapılabilmesi için, güneşin parıltı dağılımının ve aydınlık etkisinin bilinmesi gerekir. Göğün aydınlığı, ölçüm noktasının bulunduğu konuma göre farklılıklar gösterir. Doğal aydınlatma sistemi tasarımında uygulanmak üzere yıllar boyunca araştırmacılar tarafından gök modelleri ve bu modellerin sayısal olarak ifade edilme Şekilleri oluşturulmuş ve oluşturulmaya devam edilmektedir.

CIE tarafından tanımlanan gök modelleri; tek düze gök (sky of uniform luminance), kapalı gök (standart overcast sky), açık gök (standart clear sky, low luminance turbidity), genel gök (general sky) olarak sıralanabilir.

5.1.2. Güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi

Gök modeli, gün ışığı faktörü ve aydınlık düzeyi gibi birçok değer hesaplanması sürecinde güneşin pozisyonu doğrudan etkilidir. Güneşin gün içindeki ve yıl içindeki hareketine bağlı olarak bulunduğu pozisyon, dış yatay aydınlık düzeyi üzerinde etkili olan başlıca parametredir. Ayrıca hacim açıklıklarının yönlerine bağlı olarak da iç aydınlık düzeyini etkilemektedir.

5.1.3. Yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri

Yansımış gün ışığı hacmin pencerelerinin baktığı dış ortamdaki yer yüzeyine çarptıktan sonra hacim içerisine girebilmekte ve hacim içinde oluşan aydınlık düzeyinde etkili olmaktadır. Dolayısıyla pencere önündeki yeryüzeyinin malzemesine ve rengine bağlı olarak ışık yansıtma katsayısı değişmektedir.

Çizelge 5.1’ de bazı yer örtüsü malzemelerinin yansıtıcılık özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5.1: Yer yüzeyi malzemelerinin yaklaşık ışık yansıtma katsayıları

[BS 8206-2, 2008].

Yer yüzeyleri	Yansıtma katsayıları
Yeni yağmış kar	0,8
Kum	0,3
Asfalt	0,2
Yeryüzü (kuru)	0,2
Yeryüzü (ıslak)	0,1
Çim	0,1
Bitki örtüsü	0,1

5.1.4. Doğal dış engeller

Ele alınan binanın çevresinde bulunan doğal dış engeller, hacme giren gün ışığı miktarını azaltmakta; fakat engellerin dış yüzeylerinin malzeme ve renklerine, dolayısıyla ışık yansıtma katsayılarına bağlı olarak da belirli oranda ışık yansıtılmaktadırlar ve hacme giren gün ışığı miktarında etkili olmaktadır.

5.2. Fiziksel Tasarım Parametreleri

Fiziksel tasarım parametreleri aşağıdaki gibi sıralanabilirler;

- Dış engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri,
- Pencere baktığı yön,
- Pencere boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni,
- Pencere ışık geçirgenlik özellikleri,
- Hacim boyutları,
- İç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri,
- Güneş kontrol sistemlerinin kullanımı,
- Yapay aydınlatma sistemi tasarımı.

5.2.1. Dış engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri

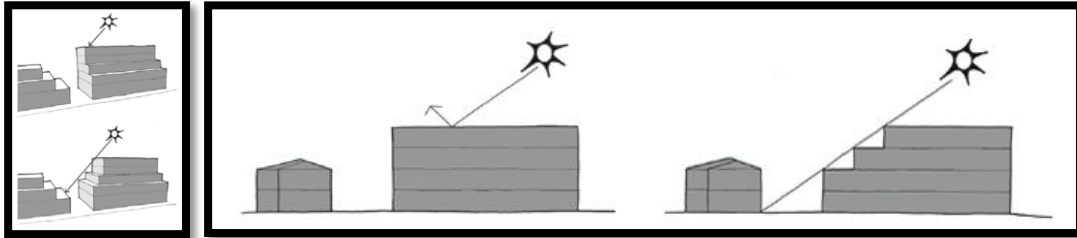
Pencerelerin önünde engel oluşturan komşu binaların bulunması, içeriye giren gün ışığının azalmasına neden olmakta, aynı zamanda engel oluşturan binanın dış cephe malzemesine bağlı olarak belirli bir oranda yansıyan ışık içeride oluşan gün ışığı aydınlığında etkili olmaktadır. Çevre binaların, yansıtıcı cam cepheler gibi yüksek yansıtma katsayılarına sahip olması, ele alınan hacimde kamaşmaya neden olabilmektedir.

Çizelge 5.2’ de dış engellerin olası malzemelerine ait ışık yansıtma katsayıları verilmiştir.

Çizelge 5.2: Dış engel malzemelerinin yaklaşık ışık yansıtma katsayıları
[BS 8206-2, 2008].

Dış engel malzemesi	Yansıtma katsayıları
Tuğla duvar (beyaz cilalı)	0,7
Portland taşı	0,6
Limestone taşı	0,4
Beton	0,4
Tuğla duvar (kırmızı)	0,2
Granit	0,2
Cam	0,1
Ağaç yaprakları	0,1
Paslanmaz çelik	0,4
Çimento katkılı sıva	0,4
Ahşap (açık renk cilalı)	0,4
Ahşap (orta tonlu renkler)	0,2
Ahşap (koyu meşe)	0,1
Sırsız seramik karo	0,1

Binalar Şekil 5.1’ de anlatılmak istendiği üzere birbirleri için güneş engeli teşkil etmeyecek şekilde tasarlanmalı ve komşu binaların gün ışığı alabilirliği korunmalıdır.

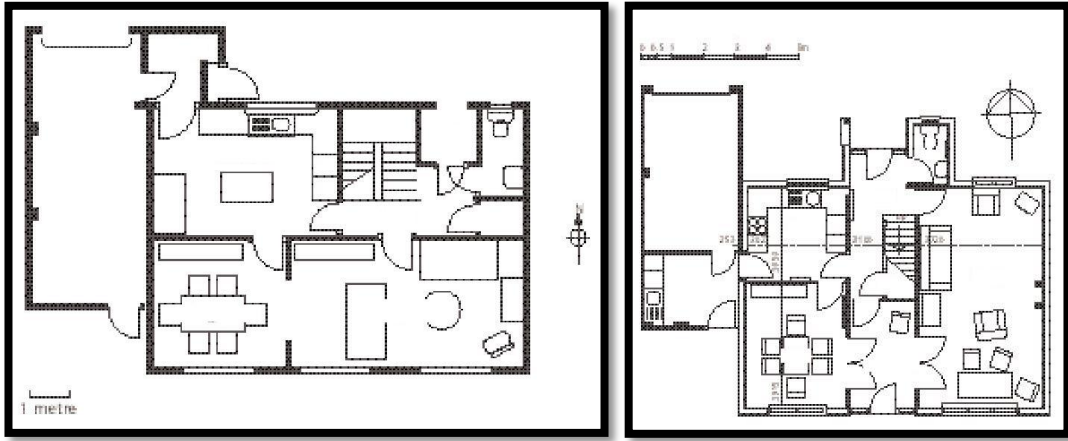


Şekil 5.1: Binaların birbiriyle olan ilişkisi ve gün ışığı alabilirliği [R-Codes, 2013].

5.2.2. Pencerelelerin baktığı yön

Güneşin yıl içindeki ve gün içindeki hareketi dikkate alındığında, pencereler yönlendirilme durumlarına bağlı olarak direkt güneş ışığından etkilenebilmektedir. Binaların mekân organizasyon şemalarının oluşturulma esnasında hacimlerin gün ışığından olabildiğince faydalanılması amaçlanır.

Kuzey yarımkürede yer alan bir konut örneği için, mutfak, kahvaltı odası veya yatak odası gibi mekânların çoğunlukla sabah ışığından faydalanması için binanın doğu ya da güneydoğu yönünde konumlandırılması gerekir. Diğer taraftan, oturma odası veya salon gibi öğleden sonra ve akşam kullanılan odaların güney veya güneybatıya bakması uygun olmaktadır. Şekil 5.2’de kuzey yarım kürede yer alan bir konutun güneş ışınlamı ve enerji korunumu dikkate alınarak planlanmasına örnek teşkil edebilecek yerleşim önerilerine yer verilmiştir.



Şekil 5.2: Kuzey yarım kürede yer alan bir konut için plansal yerleşim önerileri [CIBSE, 1999].

5.2.3. Pencereilerin boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni

Birçok araştırmacı pencere boyutlarını pencerenin bulunduğu duvarın alanıyla ilişkilendirmiştir. Saydamlık oranının hacimlere alınan gün ışığı miktarında etkili olduğu kadar, aynı saydamlık oranına sahip pencerelerin farklı biçimleri ve yerleştiriliş düzenleri de gün ışığı dağılımında etkilidir ve sonuçları farklılaştırabilir.

Örneğin yatay olarak tasarlanmış pencereler, duvarın tavana yakın kısımlarında konumlandırılmış ise gün ışığı mümkün olan en uzak noktalara kadar ulaşır. Büyük bir problem olan kamaşma da bu yolla çözülmüş olur. Işık mekâna ne kadar yukarıdan (tepe ışıklıkları gibi) ulaşırsa, o kadar dengeli bir aydınlatma elde edilir [Philips, 2004; Lenchner, 2001].

Hacimlerin tek yönden açılan pencerelerle aydınlatıldığı durumlarda saydamlık oranı Çizelge 5.3’de görüldüğü üzere hacmin derinliğiyle ilişkilendirilmiştir.

Çizelge 5.3: Tek yönden günışığı alan hacimlerde hacim derinliğine uygun en düşük saydamlık oranı değerleri [BS 8206-2, 2008].

Hacim derinliği (max) m	Saydamlık oranı (min) %
< 8	20
$\geq 8 \leq 11$	25
$> 11 \leq 14$	30
> 14	35

Pencerelerin tek duvarda olduğu durumda; pencere genişliği pencerenin bulunduğu duvarın uzunluğunun en az %35'i kadar olmalıdır [BS 8206-2, 2008].

Kullanıcıların psikolojik hoşnutluğunun sağlanması için yapılan araştırmalarda saydamlık oranının optimum %30, minimum %20 olması gerektiği görülmüştür.

5.2.4. Pencerelerin ışık geçirme özellikleri

Pencerelerin ışık geçirme özelliği saydam kısmı oluşturan camların ışık geçirgenlik özellikleriyle değerlendirilebilir. Cam yüzeyinden gün ışığı geçirgenliği olarak adlandırılan görülebilir ışınım geçirgenliği 380-760 nm dalga boyu aralığında gerçekleşir. Gün ışığı geçirgenlik katsayısı (T_{vis}) camın kalınlığı arttıkça azalır.

Float camlar: Ülkemizde, özellikle konutlarda yaygın olarak kullanılan cam türüdür. Çekme yöntemiyle elde edilen levha camın erimiş kalay üzerinden yüzdürülerek geçirilmesi tekniğiyle üretilir. Üretim süreci; 2mm'den 19mm kalınlığına kadar, pürüzsüz, büyük boyutlarda yüksek kalitede, berrak cam üretimine imkan tanımıştır [Amstock, 1997].

Gün ışığı geçirgenlikleri (T_{vis}) 0,8-0,9 arasında değişmektedir [Colvin, 1997].

Renkli camlar: Float camın yapısındaki demir miktarının değiştirilmesiyle veya bir takım metal oksitlerin eklenmesiyle farklı renklerde cam elde etmek mümkündür. Renk koyulaştıkça güneş ışınımı daha çok soğurulmaktadır [Compagno, 2002].

Gün ışığı geçirgenlikleri (T_{vis}) 0,6-0,8 arasında değişmektedir [Amstock, 1997].

Reflektif kaplamalı camlar: Reflektif kaplamalar güneş kontrolü sağlamada oldukça etkilidir. Güneş ışınımını yansıtma katsayısı yüksek, geçirgenlik katsayısı düşüktür. Bu kaplamalar hem berrak cama hem de renkli cama uygulanabilirler.

Berrak camla karşılaştırıldığında renkli cama uygulanan bir reflektif kaplama daha yüksek bir soğurma katsayısına sahiptir [Wiggington, 1996].

Gün ışığı geçirgenlikleri (T_{vis}) 0,1-0,3 arasında değişmektedir [Colvin, 1997].

İklimsel açıdan kontrol sağlayan cam çeşitleri low-e ve seçici geçirgen yüzey kaplamalı camlar olarak sıralanabilir. Low-e kaplama, float cam yüzeylerinden biri üzerinde oluşturulan düşük yayınlı (emissiviteli) bir kaplamadır. Seçici geçirgen yüzey kaplamalı camlar ise; güneş spektrumunun görülebilir ışınımını geçirmekte, ısı etkiye sahip kızılötesi ışıma karşı ise opak özellik göstermektedirler. Low- e kaplama camlardan farkı kızılötesi ışıma yansıtarak güneş kontrolü sağlamasıdır.

Güvenlik açısından ise temel olarak camlar temperli ya da lamine olarak ikiye ayrılabilir.

5.2.5. Hacim boyutları

Hacimlerin genişlik, derinlik, yükseklik ve bu boyutların birbirlerine oranları hacimlerde oluşabilecek gün ışığı miktarını ve dağılımını etkiler. Yanal pencerelerle oluşturulmuş gün ışığı açıklığına sahip bir hacimde derinlik arttıkça gün ışığı miktarı azalmaktadır. Dolayısıyla hacim derinliğinin belirli sınırlar içinde tutulması gereklidir. Dış engellerin varlığı hacimlerin derinlik sınırlarını daha da düşürmektedir. Çizelge 5.4’de oda genişliğine ve yüzey yansıtıcılıklarına bağlı hacim derinliği limitleri verilmiştir.

Çizelge 5.4: Tek yönden gün ışığı alan hacimlerde derinlik limitleri [CIBSE, 1999].

İç yüzeylerin yansıtıcılığı Oda genişliği (m)	0,4 3	0,4 10	0,5 3	0,5 10	0,6 3	0,6 10
Pencerenin yerden yüksekliği (m)						
2,5	4,5	6,7	5,4	8,0	6,8	10,0
3	5,0	7,7	6,0	9,2	7,5	11,5
3,5	5,4	8,6	6,5	10,4	8,1	13,0

Örneğin; 3m genişliğe, döşeme üstünden 2,5m pencere yüksekliğine ve 0,4 yansıtıcılığa sahip yüzeylerden oluşan bir hacimde, uygun gün ışığı miktarının ve düzgünlüğünün oluşturulabilmesi için hacim derinliği en fazla 4,5m olmalıdır. Hacim karşılıklı iki duvarda yer alan pencerelerle aydınlatılıyorsa hacim derinliği tabloda bulunan değer iki katı alınabilir.

5.2.6. İç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri

İç mekândaki yüzeylerin özellikleri ve renklerinin gün ışığını yutma, yansıtma ve geçirme değerleri hacim içindeki aydınlık düzeyini doğrudan etkiler. Bu yüzeyler üzerlerine düşen ışığı yansıtma oranlarına göre farklı yansıtma katsayılarına sahiptir. Renklerin yansıtma katsayıları Munsell sistemindeki değerleri ile ilişkilidir. Çizelge 5.5’de bazı renklerin ışık yansıtma katsayıları verilmiştir. Çizelge 4.3’de yer alan hacim yüzeylerine ait uygun yansıtma katsayısı aralıkları değerleri aşağıdaki çizelge yardımıyla birlikte düşünülebilir.

Çizelge 5.5: Renk yansıtma katsayıları [BS 8206-2, 2008].

Renkler	Yansıtma katsayıları
Beyaz	0,85
Açık sarı	0,78
Saman rengi	0,76
Açık yeşil	0,75
Limon küfü	0,75
Kemik rengi	0,69
Açık mavi	0,66
Kavun içi	0,59
Turuncu	0,49
Bej	0,48
Sarı bej	0,45
Gök mavisi	0,39
Çimen yeşili	0,38
Tarçın rengi	0,20
Duman rengi	0,18
Koyu yeşil	0,17
Kahverengi	0,13
Deniz mavisi	0,11
Koyu mavi	0,11
Koyu gri	0,09

5.2.7. Güneş kontrol elemanlarının kullanımı

Bölüm 2.3’de değinilen güneş kontrol elemanlarının özellikle sıcak iklime sahip bölgelerde kullanımı hem görsel hem de ısısal konforun sağlanması açısından önemlidir. Görsel konfor açısından güneş kontrolü, gün ışığı dağılımını optimize etmek ve ya parıltıyı kontrol etmek için uygulanabilir. Güneş ışınlarının hacim içine alınmasının engellenmesiyle soğutma yüklerinde ciddi bir azalma gerçekleşirken hacimdeki aydınlık düzeyi de azalmış olur ve yapay aydınlatma ihtiyacı ortaya çıkabilir. Dolayısıyla güneş kontrol sistemlerinin; görsel ve iklimsel konforun sağlanmasının yanında hacimlerde harcanan tüm enerji türlerinin değişimi analiz edilerek seçilmiş olması gereklidir. 2.2. Bölümde değinilen çağdaş günışığı sistemlerinden bazıları güneş kontrol elemanı olarak da kullanılabilmektedir.

5.2.8. Yapay aydınlatma sistemi tasarımı

Hacimler doğal aydınlatma stratejisine göre şekillenmeli, var olan doğal verilere, elde edilen fiziksel verilere göre hacmin işlevine uygun yapay aydınlatma tasarımı gerçekleştirilmelidir.

Enerji etkin bir yapay aydınlatma tasarlayabilmek için;

- Türkiye dahil bir çok ülkede satışı yasaklanan verimi düşük akkor lambalar yerine etkinlik faktörü yüksek ışık kaynakları tercih edilmelidir, lambalar yüksek frekanslı elektronik balastlarla kullanılmalıdır,
- Işık yayılımı kontrol altına alınarak doğru yere doğru şekilde yönlendirilmelidir. Aydınlatma biçimleri seçilirken direkt aydınlatmadan endirekt aydınlatmaya doğru enerji sarfiyatının arttığı göz önünde bulundurulmalı, istenilen hedefe ulaşmayan atık ışık olarak tanımlanabilen ışık kaybı en aza indirilmelidir.
- Bölgesel aydınlatma kullanımı ile çalışma düzlemindeki gerekli aydınlık düzeyinin genel aydınlatma ile sağlanmasına gerek kalmaz. Genel aydınlatma düzeyi daha düşük tutulabilir ve bölgesel aydınlatmalarla yüksek düzeyli aydınlatma gereksinimleri karşılanır,

- Lamba ve aygıt bir bütün olarak düşünölmeli, aygıtlarda ısı kontrolü ve optik özellikler optimum performans sağlayacak şekilde seçilmelidir. Belirli zaman aralıklarında ışık kaynaklarının ve armatürlerin bakımı ve temizliği yapılmalıdır. Hacmin kullanımına uygun bir yerleşim planı oluşturulmalıdır. Işık kaynakları arasındaki mesafeler kaynakların ışık akıları ve armatür özellikleri göz önüne alınarak hesaplanmalıdır,
- Kontrol sistemleri elektrik tüketiminin miktarını ve zamanını azaltmaya yönelik düşünölmelidir. Günümüzde aydınlatma sektörünün öncü firmaları tarafından geliştirilmiş kablosuz aydınlatma ile tablet ve cep telefonlarından kontrol edilebilen aydınlatma kontrol sistemleri de uygulanabilmektedir. Kontrol sistemlerini kullanıcının ihtiyaç duyduğu bölgesel aydınlatmayı sistemin bütününden ayrı çalıştırabileceği bir Şekilde oluşturmak gereklidir. Aydınlik düzeyini gerekli durumlarda arttırma ya da azaltma imkanı tanıyan dimmerleme özelliğine sahip anahtarlar ile enerji daha kontrollü bir şekilde tüketilmiş olunur.

5.3. Gün ışığı Faktörü (DF)

Gün ışığı faktörü (Daylight Factor (DF)), “ele alınan herhangi bir çalışma düzlemine ilişkin herhangi bir referans noktasındaki, parıltı durumu bilinen gökten dolaysız veya dolaylı olarak alınan günışığı aydınlığının, aynı parıltı koşullarında engellenmemiş yarım gök kubbeden alınan yatay aydınlığa oranı” olarak tanımlanmaktadır [Küçükdoğu M., 1975]. Bu oranın konutlarda yer alan mekânlar için Çizelge 5.6’ da verildiği gibi olması önerilir.

Çizelge 5.6: Hacimlerin en düşük ortalama gün ışığı faktörü değerleri
[BS 8206-2, 2008].

Hacim	En düşük ortalama gün ışığı faktörü %
Yatak odası	1
Yaşama mekânı	1,5
Mutfak	2

5.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Binalarda Kullanımı

Yenilenebilir enerji kaynaklarından; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, dalga enerjisi, biokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji ve hidrojen enerjisi gibi türler arasında güneş enerjisi; taşıdığı potansiyel, özellikle ülkemizde yeterli oluşu ve ulaşılabilir olması gibi sebeplerle en çok kullanılan enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir. Güneş enerjisinden aktif veya pasif olarak yararlanan sistemlerin yapılara entegrasi, enerjinin etkin kullanılmasını sağlamada önemli bir adımdır.

Güneş enerjisinden sıcak su elde etme yöntemleri ve son dönemde artan fotovoltaik panel kullanımı binalarda en sık rastlanan güneş enerjisi kullanım yöntemlerindendir. Fotovoltaik panellerin aynı zaman da güneş kontrolü işlevini de üstlendiği örnek Şekil 5.3’de görülmektedir.



Şekil 5.3: Konutlarda saçak üzerine yerleştirilmiş fotovoltaik paneller [Url-22].

5.5. Görsel Konfor Koşulları ve Enerji Etkin Aydınlatma Tasarımının Değerlendirilmesi

Aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan parametreler ve görsel konfor gereksinimleri doğal ve yapay aydınlatma bilgileri eşliğinde Şekil 5.4’de özetlenmeye çalışılmıştır.

PROJE ADI:			
PROJENİN BULUNDUĞU KONUM:			
HACİM TİPİ:			
AYDINLATMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN TASARIM PARAMETRELERİ	Doğal Tasarım Parametreleri	Yer örtüsünün malzemesi / rengi / ışık yansıtma katsayısı	
		Dış engelin varlığı / türü	
	Fiziksel Tasarım Parametreleri	Hacme ilişkin özellikler	Genişlik
			Derinlik
			Yükseklik
		Hacim iç yüzeylerinin rengi / ışık yansıtma katsayısı	Tavan
			Döşeme
			Duvarlar
		Pencereye ilişkin özellikler	Pencerelerin baktığı yön
			Pencere önündeki engelin özellikleri
			Düşey engel açısı (°)
			Yanal engel açısı (°)
			Engelin ışık yansıtma katsayısı
			Pencere biçimi / yerleştiriliş düzeni
			Pencere boyutları (m)
			Genişlik
			Yükseklik
			Saydımlık oranı (%)
			Dış görüşün sağlanması
			Doğrama özellikleri
		Cam özellikleri	Cam türü
			Gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis)
			Gölgeleme katsayısı değeri (SC)
		Güneş kontrol sistemi kullanımı	
	Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	Genel aydınlatma özellikleri	Genel aydınlatma türü
			Genel aydınlık düzeyi (lx)
		Bölgesel aydınlatma özellikleri	Bölgesel aydınlatma türü
			Bölgesel aydınlık düzeyi (lx)
		Lamba özellikleri	Lamba türü
			Işık akısı (lm)
			Lambanın gücü (W)
			Etkinlik faktörü değeri (lm/W)
			Renksel geriverim indisi değeri (Ra)
			Renk sıcaklığı (K)
			Ömür (saat)
		Aygıt özellikleri	
		Kontrol sistemi seçimi	
	Gün ışığı faktörü %		
	Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı		
	Çağdaş gün ışığı sistemi kullanımı		

Şekil 5.4: Enerji etkin aydınlatma tasarımı ve görsel konfor kriterleri.

6. GÖRSEL KONFOR VE ENERJİ ETKİN AYDINLATMA TASARIMI AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME: BOMONTİ APARTMANI

Bu bölümde; tez kapsamında hedeflenmiş olan enerji etkin aydınlatmanın konutlarda kullanımı için oluşturulan değerlendirme sistemi önerisi örnek bir uygulama üzerinden test edilecektir. Değerlendirme sırasında önceki bölümlerde yer alan teorik bilgiler ve standartlar ışığında gerekli noktalarda aydınlatma tasarımına ilişkin öneri ve eleştirilerde bulunulacaktır.

6.1. Bomonti Apartmanı Proje Künyesi ve Genel Bilgiler

- Proje Yeri: Şişli, İstanbul
- Proje Ofisi: DB Architects
- Proje Tipi: Konut Sitesi / Grubu
- Proje Tipi Grubu: Konut
- İşveren: Tekfen Emlak Geliştirme
- Danışman: Etik Mühendislik, Altensis
- Peyzaj Projesi: Yeşil Vadi
- İç Mekân Projesi: Toner Mimarlık
- Proje Yöneticisi: Tekfen Emlak Geliştirme
- Statik Projesi: Protek Proje
- Mekânîk Projesi: GN Mühendislik
- Elektrik Projesi: HB Teknik Elektrik Mühendislik
- Fotoğraf: Gürkan Akay
- Proje Başlangıç / Bitiş Yılı: Temmuz 2009 / Kasım 2010
- İnşaat Başlangıç / Bitiş Yılı: Aralık 2010 / Eylül 2012
- Arsa Alanı: 2.532 m²
- Toplam İnşaat Alanı: 17.552 m² [Url-22].

Şekil 6.1’de Bomonti apartmanlarına ilişkin cephe görsellerine yer verilmiştir.



Şekil 6.1: Sokak ve avlu cephesi görünüşleri [Url-23].

Yapı kütlesi, mevcut kent hizalarını devam ettirerek, arsa çeperlerinde, sokaklar boyunca bir çizgi oluşturur. Yapı, sokağa bakan cephesinde kentle, sokakla ilişki kurarken, bu çizgisinin içinde kalan geniş iç boşlukta -avluda- kendi sakin ve mahrem yaşantısını kurgular. Komşusu olan Notre Dame de Kourdes Gürcü Katolik Kilisesi, bahçe duvarı ve gabarisi ile hem yapı kütesinin biçimlenişinde önemli bir tasarım verisi, hem de avlunun, peyzaj içinde yönlendiği çok özel bir panorama olmuştur [Url-24]. Şekil 6.2’de binanın yakın çevresinin görülebildiği vaziyet planı gösterilmiştir.



Şekil 6.2: Vaziyet planı [Url-24].

5'er katlı 3 ayrı bloktan oluşan Bomonti Apartmanlarında blokların arasında ortak kullanım için tasarlanmış bir iç avlu ve geçişler bulunmaktadır. 83 üniteden oluşan proje'de 1+1, 2+1 ve 3+1 olmak üzere 57 m² ile 178 m² arasında değişen çeşitli büyüklüklerde farklı mimari planlara sahip daireler yer almaktadır. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) yeni binalar (new constructions) kategorisinde LEED Altın sertifikasının sahibidir. Peyzaj tasarımında kullanılan bitki türleri özel olarak seçilmiş ve yağmur suyunun toplanıp tekrar kullanılması sayesinde sulamada toplam %100 su tasarrufu sağlanan bir sistem kullanılmıştır.

Bomonti Apartmanı; günümüzde LEED sertifikası sahibi ilk konut örneği olması sebebiyle incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda sertifikanın ortak alanlar için alındığı ve konutlara ilişkin herhangi bir enerji değerlendirmesi yapılmadığı anlaşılmıştır.

6.2. Parametrelerin Değerlendirilmesi

Bölüm 5.5'de düzenlenmiş değerlendirme kriterleri Bomonti Apartmanının 1. katında yer alan 5 farklı 2+1 dairenin yaşama mekânları üzerinden incelenmiştir. Şekil 6.3'de ele alınacak konut tipleri gösterilmiştir.



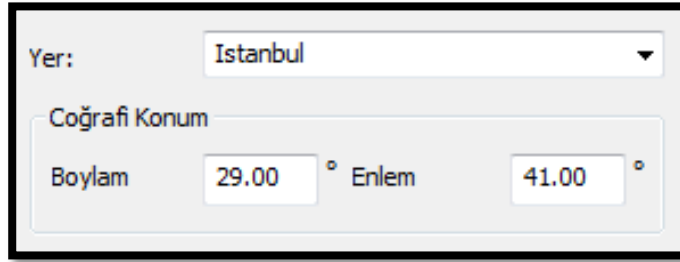
Şekil 6.3: Bomonti apartmanı 1. kat planı.

Konutlarda yer alan hacimlere ait gerekli bilgiler kişisel gözlem, işletme yetkilileriyle yapılan yüzyüze görüşmeler ve proje incelemeleri sonucunda toplanmış ve bölüm sonunda tabloya aktarılmıştır. Hacimlerde oluşan aydınlık düzeylerini yılın farklı zamanlarında ve kullanım saatlerinde ölçebilmek için Dialux programında simülasyon çalışması yapılmıştır. Dialux programına girilen hacme ve çevreye ilişkin veriler ekran görüntüsü alınarak ilgili kısımlarda verilmiştir.

6.2.1. Doğal Tasarım Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Bu grup içinde ele alınan tasarım parametreleri daha önce de değinildiği üzere göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı, güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi, yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri ve dış engellerdir.

Göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı ile güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi konumla ilişkili değişkenlerdir. Ele alınan proje İstanbul'un Şişli ilçesinde yer almaktadır. Bu veri Şekil 6.4'de görüldüğü üzere simülasyon programına işlenmiştir.



Şekil 6.4: Dialux programında konum verisi girişi.

Yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri ve dış engeller bazı durumlarda doğal tasarım değişkeni, bazı durumlarda ise fiziksel tasarım değişkeni olarak ele alınabilir. Bu değişkenler tez kapsamında doğal tasarım parametreleri başlığı altında incelenmiştir. Bomonti apartmanının 3 tarafı sokaklarla çevrilidir ve formu sebebiyle orta bölümde avlusu bulunmaktadır. Sokağın zemin malzemesi asfalttır. Asfalt doğal bir yer örtüsü malzemesi olmamakla birlikte; yer örtüsü malzemelerinin seçimi ya da değiştirilmesi her zaman tasarımcıların elinde değildir. Asfaltın yansıtma katsayısı BS 8206-2'ye göre 0,2 dir. Binanın orta avlusunun zemin kaplama malzemesi ise tasarımcının kararı ile belirlenmiştir. Avluda su ögesi bulunmaktadır ve yansıtma katsayısı birçok parametreye bağlı olmakla beraber düzgün yüzeyler için 0,70 , hareketli yüzeyler için ise 0,30 alınabilir [Robbins, 1986].

Tip 1 ve Tip 5 konutlarının cepheleri sokağa; Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 konutlarının cepheleri ise avluya bakmaktadır. Yansıtıcılık katsayıları düşük olan bu yer örtüsü malzelerinin yerine kamaşmaya sebebiyet vermeyecek şekilde açık renkli malzemeler kullanılarak hacimlere giren gün ışığı miktarı arttırılabilir.

Seçilen konutların yaşama mekânlarının önündeki dış engeller incelendiğinde; binanın sahip olduğu formdan ötürü Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 konutlarının yer aldığı bloklar birbirleri için düşey ve yanal olarak engel teşkil edecek konumdadırlar. Dolayısıyla binanın kendi dış cephe malzemesi incelenmelidir. Tip 1 ve Tip 5 konutlarının önlerinde herhangi bir yapılaşma günümüzdeki durumuyla mevcut değildir. Sokakta yer alan büyük çaplı ağaçlar kışın yapraklarını dökerek engel teşkil etmezken, yazın ise yapraklı haliyle hacimlere gölgeleme sağlayan olumlu bir durum oluşturur. Şekil 6.5’ de sırasıyla kış ve yaz aylarında sokaktaki ağaçların durumu gözlemlenebilir.



Şekil 6.5: Sokaktaki ağaçların sırasıyla kış ve yaz aylarındaki durumu
[Fotoğraf, Harputlu B., 2015].

6.2.2. Fiziksel Tasarım Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Fiziksel tasarım parametreleri 5. Bölümde bahsedildiği üzere hacim boyutları ve iç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri; pencerelerin baktığı yön, boyut, biçim, yerleştiriliş düzeni ve ışık geçirme özellikleri; dış engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri; güneş kontrol sistemlerinin kullanımı ve yapay aydınlatma sistemi tasarımı şeklindedir. 5. Bölümde ayrı başlıklar altında incelenen bu parametrelerden hacme ve pencereye ilişkin olanlar bu bölümde gruplandırılmıştır. Dış engele ait özellikler ilgili hacmin pencere önündeki kısmı ile ilişkilidir ve pencereye ilişkin özellikler başlığı altında değerlendirilmektedir.

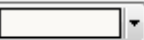
6.2.2.1. Hacme ilişkin özellikler

Hacmin boyutları, iç yüzeylerinin malzemesi ve buna bağlı yansıtıcılık özellikleri hacim içinde oluşan aydınlık düzeyinde etkili değişkenlerdendir. 5 konut tipinin yaşama mekânlarının değerlendirilmesi aşağıda sıralanmıştır:

- Tip 1 ve Tip 5 konutunun yaşama mekânlarının genişliği 5.15 m , derinliği 4 m,
- Tip 2 ve Tip 4 konutunun yaşama mekânlarının genişliği 5.95 m , derinliği 3.10 m ve
- Tip 3 konutunun yaşama mekânının genişliği 5.70 m , derinliği 3.30 m'dir.

Tüm konut tiplerinin yaşama hacimlerinde pencerenin bulunduğu duvar genişliği değeri, pencereye dik duvarların yani hacim derinliği değerinden büyüktür. Bütün tiplerdeki yaşama mekânı yüksekliği 2.55 m'dir. Bununla birlikte iç mekânda kullanılan renk ve malzeme seçimleri de tüm tiplerde aynı özelliktedir.

Tavan ve duvar boyalarında yansıtma katsayısı 0,77 olan krem beyaz renk, döşeme kaplamalarında yansıtma katsayısı 0,52 olan açık renk parke kullanımı tercih edilmiştir. Şekil 6.6’da görüldüğü üzere bu veriler Dialux programına işlenmiştir.

	Yansıtma derecesi	Malzeme	Renk:
Tavan:	77 %	9001(Krem beyazı)	
Duvarlar:	77 %	9001(Krem beyazı)	
Zemin:	52 %	Ahşap (açık renk)	

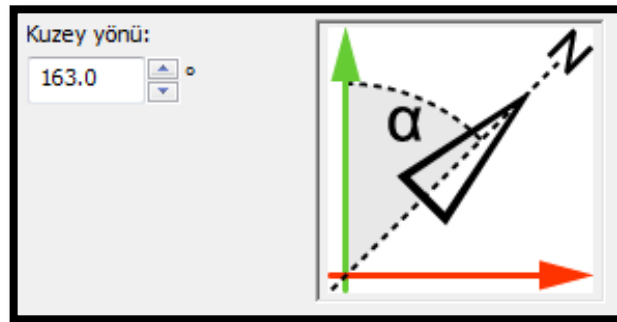
Şekil 6.6: Dialux programında hacmin iç yüzey yansıtıcılıkları bilgisi girişi.

Hacim iç yüzeylerinde kullanılan yansıtıcılık özelliği yüksek malzemelerin aydınlatma enerjisi korunumuna olumlu bir etkide bulunacağı öngörülebilir.

6.2.2.2. Pencereye ilişkin özellikler

Pencerlerin baktığı yön; boyut, biçim, yerleştiriliş düzeni; pencere önündeki engelin özellikleri; saydamlık oranı; doğrama ve camın ışık geçirme özellikleri pencereye ilişkindir ve bu başlık altında değerlendirilebilir.

Yaşama mekânı pencerelerinin baktığı yön; Tip 1 ve Tip 4’de güneydoğu, Tip 2 ve Tip 5’de kuzeybatı, Tip 3’de ise güneybatıdır. Yaşama mekânlarının kuzey yarım kürede yer alan bir konut için güney ve güneyli yönlerde olması konfor ve enerji korunumu açılarından uygun olduğundan Tip 2 ve Tip 5’in yönlendirilmesinin diğerlerine kıyasla olumsuz sonuçlar doğuracağı söylenebilir. Şekil 6.7’de simülasyon programına girilen yön verilerinden örnek olarak Tip 1’e ait olanı gösterilmiştir.

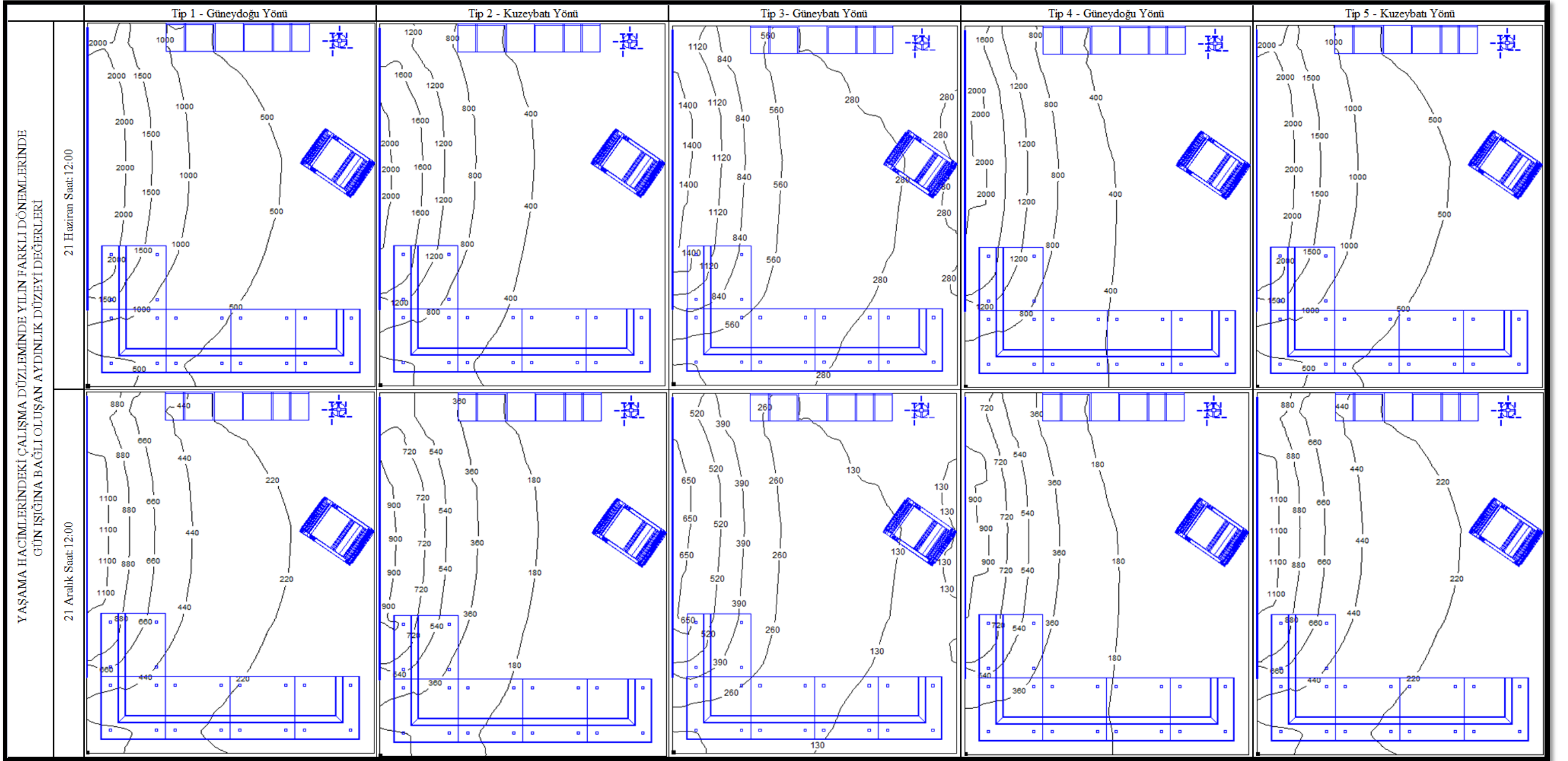


Şekil 6.7: Dialux programında hacimlerin yönlendiriş bilgisi girişi.

Şekil 6.8’de farklı yönlerde bakan tiplerin yaşama mekanlarında, gün ışığına bağlı oluşan aydınlık düzeyleri dağılımı 21 Aralık (kapalı gök koşulları) ve 21 Haziran (açık gök koşulları) günleri saat 12:00’de simüle edilmiştir. Pencere önünde engel bulunması ve pencerenin baktığı yön gibi parametrelerin hacim içerisinde oluşan aydınlık düzeyi değerlerinde oluşturduğu farklılık simülasyon sonuçlarından Çizelge 6.1’e aktarılmıştır.

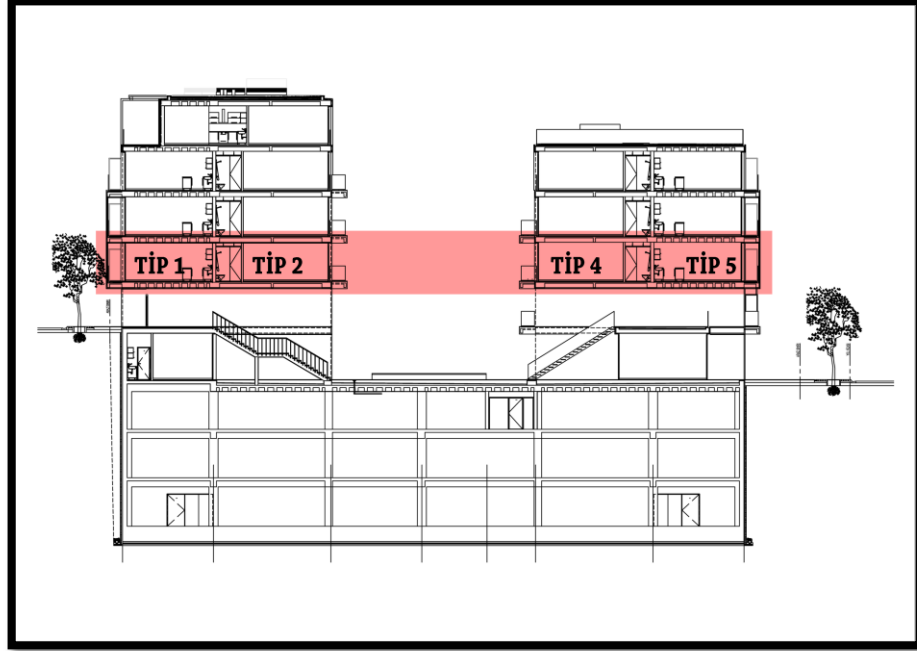
Çizelge 6.1: Yaşama hacimlerinin çalışma düzleminde oluşan ortalama aydınlık düzeyleri değerleri.

	Tip 1 - Güneydoğu Yönü	Tip 2 - Kuzeybatı Yönü	Tip 3- Güneybatı Yönü	Tip 4 - Güneydoğu Yönü	Tip 5 - Kuzeybatı Yönü
21 Haziran Saat:12:00 Ortalama Aydınlık Düzeyi (lx)	810 lx	615 lx	518 lx	630 lx	810 lx
21 Aralık Saat:12:00 Ortalama Aydınlık Düzeyi (lx)	373 lx	284 lx	239 lx	290 lx	374 lx



Şekil 6.8: Yaşama hacimlerinin çalışma düzlemlerinde yılın farklı zamanlarında oluşan aydınlık düzeyi değerleri.

Dış engellerin pencere ile olan ilişkisi engel açısı kavramıyla tanımlanmış ve fiziksel tasarım parametrelerinden pencereye ilişkin özellikler başlığı altında incelenmiştir. Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 konutları binanın kendi formu nedeniyle birbirleri üzerinde engel oluşturur. Şekil 6.9’da blokların birbirleriyle olan konumları görülmektedir.



Şekil 6.9: Blokların birbirleriyle olan konumu.

Binanın cephesi incelendiğinde; son katın yansıtma katsayısı 0,2 olan orta koyulukta cilalanmış ahşap kaplamadan, normal katların ise yansıtma katsayısı 0,7 olan beyaz boyalı tuğla duvardan oluştuğu görülür. Cephede bulunan açıklıklar koyu renk alüminyum doğrama ve %12 yansıtıcılığına sahip camlardan oluşur. Şekil 6.10’da simülasyon programının pencereye ilişkin sorguları verilmiştir.

İletim derecesi	
Güneş koruma camı	50 %
Kirlenme katsayısı	
Oturma bölgesi (az)	0.80
Çerçeve katsayısı	
Metal pencere (açılan)	0.80

Şekil 6.10: Dialux programında yer alan pencereye ilişkin özellikler paneli.

Cephenin açık renk ile boyanmış olması avluya bakan hacimlerin içerisinde oluşan gün ışığı miktarını arttırdığından avantaj olarak görülebilir. Avluda bulunan su ögesinin ortasındaki ağaçlar, boyutlarının küçük olması nedeniyle sözkonusu hacimlerin gün ışığından faydalanmasına engel oluşturmamaktadır.

Sokaklardaki ağaçlar ise ilgili hacimlerin pencere önünde engel teşkil edecek kadar büyük boyutludur ve BS 8206-2'ye göre ağaç yapraklarının yansıtma katsayısı 0,1 olarak verilmiştir.

Pencere özelliklerine bakıldığında; dikdörtgen biçimli, yerleştiriliş düzeni olarak döşemeden tavana kadar uzanan, hacim yüksekliğiyle aynı yükseklikte pencereler tasarlanmıştır. Parapet yoktur ve bazı doğramalar sabit, bazı doğramalar içe açılır kanat şeklindedir. Şekil 6.11'de yaşama hacmine ait doğramaların dışarıdan görünüşü yer almaktadır.



Şekil 6.11: Yaşama hacmine ait doğramaların dışarıdan görünümü
[Fotoğraf, Harputlu B., 2015].

Pencerelerin boyutlarına bakıldığında genişlik ve yükseklikleri sırasıyla;

- Tip 1, Tip 3 ve Tip 5 konutunun yaşama hacminde 4.20 x 2.55 m,
- Tip 2 ve Tip 4 konutunun yaşama hacminde ise 4.80 x 2.55 m'dir.

Şekil 6.12’de örnek olarak Tip 1 konutundaki yaşama hacmine ait pencere boyutlarının simülasyon programına girişi gösterilmiştir.

Genişlik (a): 4.200 m

Yükseklik (b): 2.550 m

Soldan açıklık (c): 0.946 m

Alttan açıklık (d): 0.000 m

Şekil 6.12: Dialux programında yer alan pencere boyutlarına ilişkin özellikler paneli.

Hacme ilişkin verilerde yer alan hacmin cephe duvarına ilişkin boyutları pencere boyutları ile birlikte değerlendirildiğinde ortaya çıkan saydamlık oranları Çizelge 6.2’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 6.2: Konut tiplerine ait saydamlık oranları.

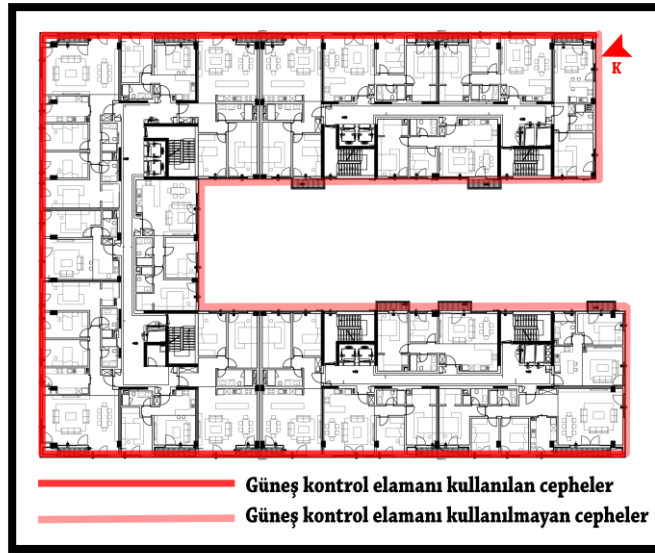
	Duvar genişliği (m)	Duvar yüksekliği (m)	Duvar alanı (m ²)	Pencere genişliği (m)	Pencere yüksekliği (m)	Pencere alanı (m ²)	Saydamlık oranı % (Pencere alanı / Duvar alanı)
Tip 1	5,15	2,55	13,13	4,20	2,55	10,71	81,56
Tip 2	5,95	2,55	15,17	4,80	2,55	12,24	80,68
Tip 3	5,70	2,55	14,53	4,20	2,55	10,71	73,70
Tip 4	5,95	2,55	15,17	4,80	2,55	12,24	80,68
Tip 5	5,15	2,55	13,13	4,20	2,55	10,71	81,56

Çizelge 6.1’e göre tüm tiplerin saydamlık oranı yeterli olup, pencere biçimi ve yerleştirilişiyle birlikte düşünüldüğünde dış görüşün sağlandığı yorumu yapılabilir.

Pencereler siyah mat boyalı alüminyum doğrama ve 6 mm low-e kaplamalı dış cam, 16 mm hava boşluğu, 6 mm iç camdan oluşur. Camın gün ışığı geçirgenlik değeri (T_{vis}) 0,71 , gölgeleme katsayısı (SC) 0,50’dir.

6.2.2.3. Güneş kontrol sistemi kullanımı

Bomonti apartmanı cephesinde doğrama sistemlerinin önüne yerleştirilmiş ahşap yana kayar paneller mevcuttur. Projeye daha detaylı bakıldığında bu panellerin Şekil 6.13’de görüldüğü üzere sadece sokağa bakan 3 cephede kullanıldığı görülür. Avluya bakan ve güneyli cephelerde herhangi bir kontrol elemanı kullanılmamıştır.



Şekil 6.13: Güneş kontrol elemanlarının kullanıldığı ve kullanılmadığı cepheler.

Ahşap paneller yatay ve açıları sabit ahşap elemanların belirli aralıklarla sıralanmasından oluşmuştur. Yatay elemanların güney ve güneyli yönlerde güneş kontrolü sağlamada etkili olduğu düşünüldüğünde projenin güneyli yönlerinde bu panellerin olması beklenir. Kuzey ve kuzeyli yönlerde direkt güneş ışınımı olmadığından ahşap panellerin bu cephelerde kullanımına gerek yoktur. Doğu ve batı cephelerinde ise güneş kontrolü için düşey ve tercihen hareketli elemanların seçilmesi daha uygundur. Bunlara dayanarak projede kullanılan ahşap panellerin işlevsel bir şekilde yerleştirilmediği, estetik ya da mahremiyet gibi farklı kaygılarla kullanıldığı yorumu yapılabilir. Şekil 6.14’de projede uygulanmış cepheye entegre edilmiş güneş kontrol elemanları görülmektedir.



Şekil 6.14: Cepheye entegre edilmiş güneş kontrol elemanları

[Fotoğraf, Harputlu B., 2015].

6.2.2.4. Yapay aydınlatma sistemi özellikleri

Yapay aydınlatma sistemleri başlığı altında; seçilen konutlarda kullanılan lambaların özellikleri, aygıtların özellikleri, oluşan aydınlık düzeyi ve kontrol seçimi incelenmiştir.

Konutlar kullanıcılara teslim edilirken sıva altı aygıtlar ve içlerindeki lambalar mevcuttur. Örnek olarak Şekil 6.15’de koridorlarda yer alan sıva altı spotlar ve bunlara ait görsellere yer verilmiştir.



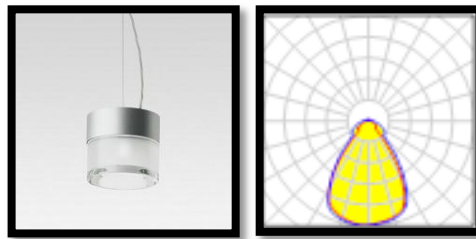
Şekil 6.15: Koridorda bulunan sıva altı led lamba ve aygıt görseli

[Fotoğraf, Harputlu B., 2015].

Şekilde görülen led lambanın özellikleri; ışık akısı 390 lm, gücü 7,5W , renksel geriverim değeri (R_a) 80, renk sıcaklığı 2700 K ve ömrü 15 yıl olarak belirtilmiştir.

Sıva üzerinde bulunan aygıtlar ve lambalar ise kullanıcıların seçimine bırakılmıştır. Ele alınan yaşama mekânında ise aygıtlar sıva üzeri olarak düşünülmüş dolayısıyla mevcutta herhangi bir yapay aydınlatma elemanı yerleştirilmemiştir.

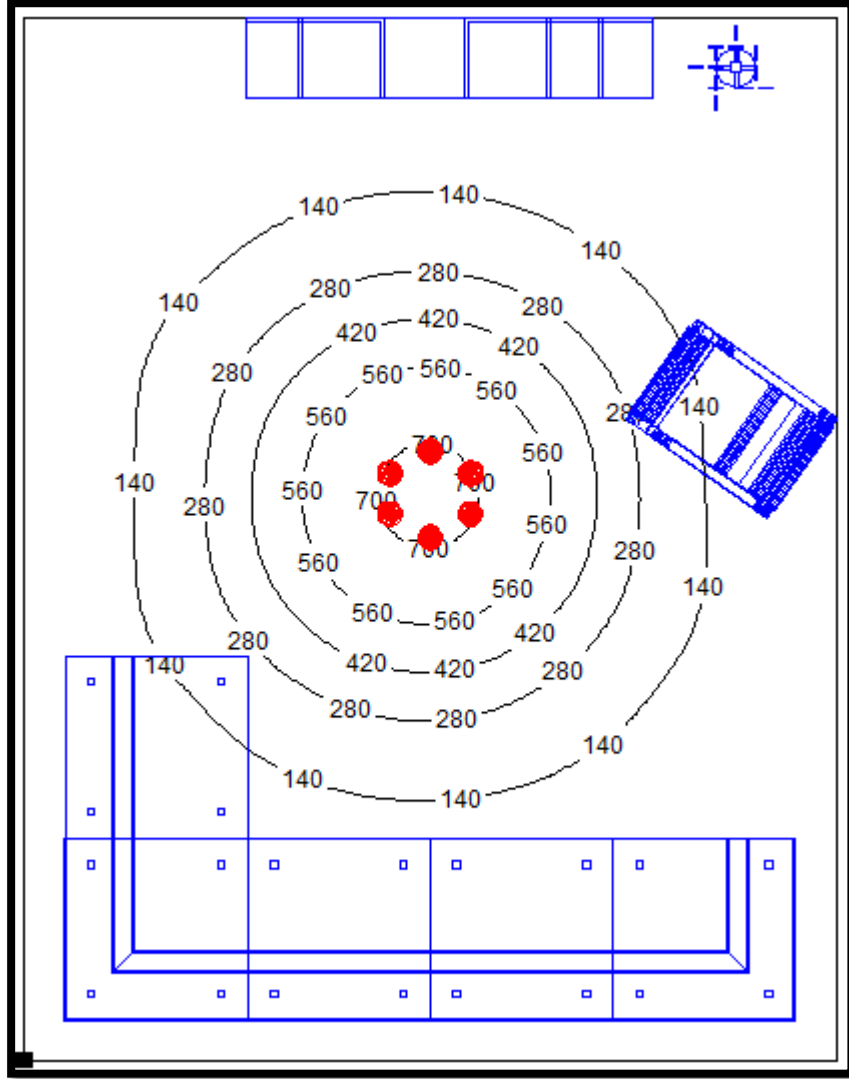
IESNA’ya göre konutların yaşama mekanlarında sağlanması gereken uygun aydınlık düzeyi 150-200 lux arasında tanımlanmıştır. Simülasyon programı yardımıyla uygun aydınlık düzeyi Şekil 6.16’da gösterilen ürün seçimi ile oluşturulmuştur.



Şekil 6.16: Yaşama mekanı için seçilen led lamba ve aygıt görseli ile ışık dağılımı

[iGuzzini, 2015].

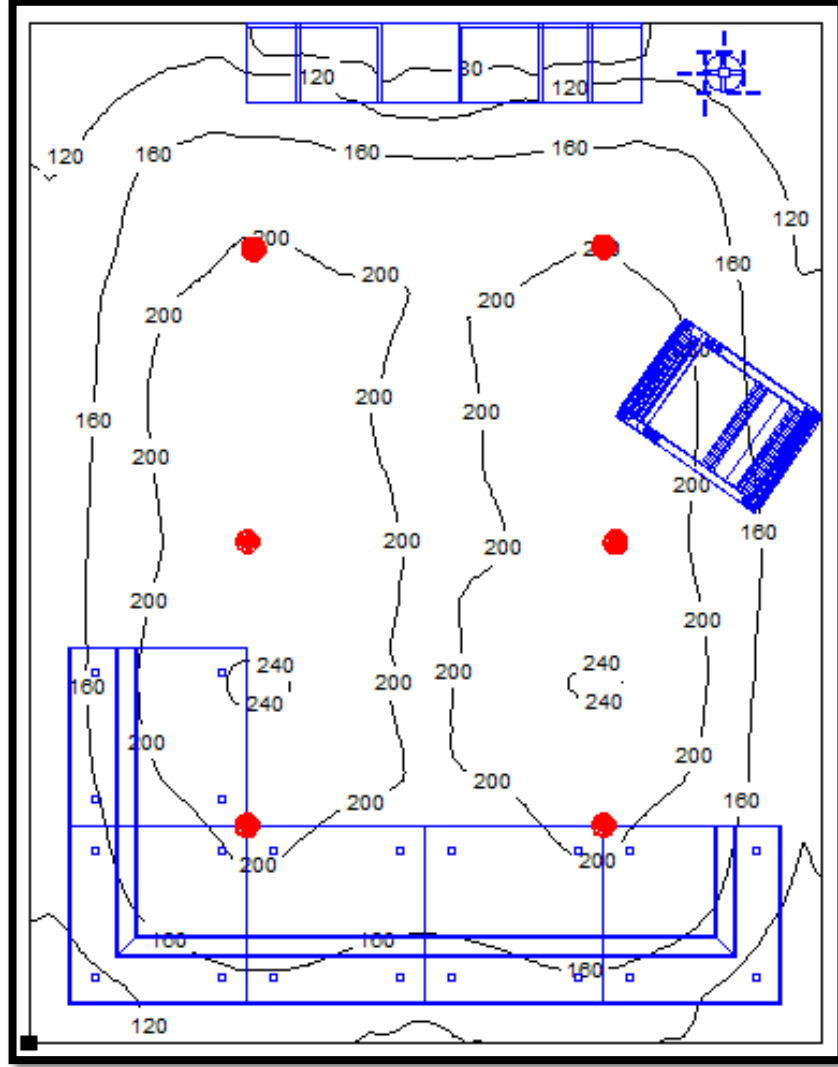
Şekilde görülen led lambanın özellikleri; ışık akısı 800 lm, gücü 11W , renksel geriverim değeri (R_a) 80, renk sıcaklığı 2700 K ve ömrü 40.000 saattir. Mevcut tesisat göz önüne alındığında istenen aydınlık düzeyi aralığına ulaşmak için 6 adet lamba ve aygıt kullanılmış ve hacmin çalışma düzleminde oluşan aydınlık düzeyi değerleri Şekil 6.17’de gösterilmiştir.



Şekil 6.17: Çalışma düzleminde oluşan aydınlık düzeyi sonuçları.

Simülasyon sonuçlarına göre yaşama hacimlerinde oluşan ortalama aydınlık düzeyi (E_m) 180 lux, minimum aydınlık düzeyi (E_{min}) 50 lux, maksimum aydınlık düzeyi (E_{max}) 730 lux olarak hesaplanmıştır. Lamba ve aygıt yerleşiminin sadece hacmin ortasında düşünülmüş olması orta bölümlerde yüksek, mekan sınırlarında düşük aydınlık düzeyi oluşturmaktadır.

Yeni bir öneri olarak lamba ve aygıt özellikleri ve adetleri sabit tutularak aydınlığın düzgün dağılımını hedefleyen yeni bir düzenleme yapılmış ve sonuçlar Şekil 6.18’de gösterilmiştir.



Şekil 6.18: Çalışma düzleminde oluşturulması önerilen aydınlık düzeyi sonuçları.

Oluşturulması önerilen durumda ortalama aydınlık düzeyi (E_m) 180 lux, minimum aydınlık düzeyi (E_{min}) 50 lux, maksimum aydınlık düzeyi (E_{max}) ise 245 lux olarak hesaplanmıştır. İlk duruma göre daha düzgün ve dengeli bir yerleştirilme yapıldığında aynı enerji tüketimi ile görsel konfor açısından daha uygun bir ortam oluşturulabilir.

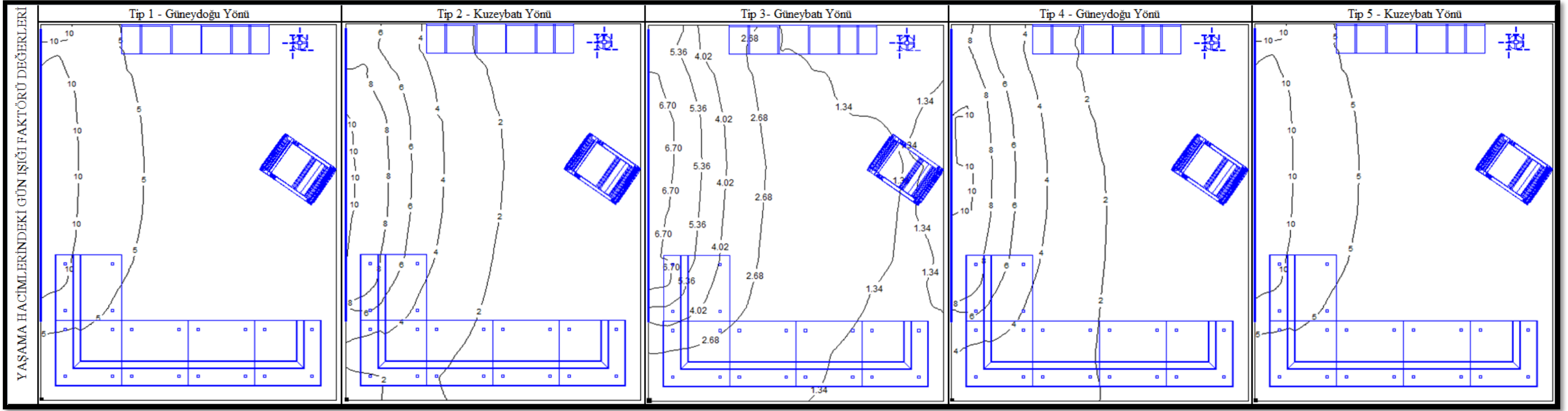
Kontrol sistemi olarak manuel kontrol tercih edilmiştir. Kullanıcı sensörlü kontrol sistemi kullanımı tercih edilmesi durumunda, konutlar için enerji tasarrufu sağlamak mümkün olabilir.

6.2.3. Gün ışığı faktörü değerleri

BS 8206-2’de yer alan hacimlerin en düşük ortalama gün ışığı faktörü değerleri yaşama hacimleri için % 1,5 olarak belirtilmiştir. Dialux programında yapılan simülasyonlar sonucu incelenen yaşama hacimlerindeki gün ışığı faktörü değerleri Şekil 6.19’da verilmiş, elde edilen değerler ise Çizelge 6.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3: Hacimlere ait gün ışığı faktörü değerleri.

	Tip 1 - Güneydoğu Yönü	Tip 2 - Kuzeybatı Yönü	Tip 3- Güneybatı Yönü	Tip 4 - Güneydoğu Yönü	Tip 5 - Kuzeybatı Yönü
Günışığı Faktörü (%)	3,98	3,02	2,55	3,1	3,98



Şekil 6.19: Hacimlerde oluşan gün ışığı faktörü değerleri

6.2.4. Yenilenebilir enerji kaynakları ve çağdaş gün ışığı sistemleri kullanımı

Bomonti apartmanlarında herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağı ve çağdaş gün ışığı sistemleri kullanımı yoktur. Günümüzde en kolay ulaşılabilen ve kullanımı giderek yaygınlaşan yenilenebilir enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi ile konutlarda gerekli sıcak suyun temini sağlanabilirken, elektrik enerjisi de elde edilerek binanın elektrik giderlerinin bir kısmının karşılanması mümkündür. Ayrıca gün ışığı çağdaş sistemlerle daha etkin bir şekilde Bölüm 2.2.'de belirtilen çeşitli olumlu amaçlar için kullanılabilir. Yenilenebilir enerjinin ve çağdaş gün ışığı sistemlerin konutlarda kullanılması halinde enerji korunumu açısından olumlu sonuçların elde edilebileceği söylenebilir.

6.3. Bölüm Sonucu

Parametrelerin örnek üzerinden incelenmesi sonucunda; konutların ve içinde barındırdığı hacimlerin aynı özellik ve boyutlarda tasarlanıp, binanın genel kütlesi içinde farklı konumlarda ve yönlerde yerleştirildiği görülür. Dolayısıyla yer örtüsü özellikleri, dış engel durumu, engel açıları, pencerelerin baktıkları yön gibi değişkenler hacimlerin bina içindeki konumuna bağlı olduğu için tipler arasında farklılık göstermiştir. Bu durum; çevreden bağımsız düşünüldüğünde mimari nitelik olarak aynı özelliklerde tasarlanmış hacimlerin farklı konumlarda yerleştirildiğinde, doğal ışıktan faydalanma durumlarının aynı olmadığını gösterir. Yaşama hacimlerinin yapay aydınlatma elemanları tercihi kullanıcılara bırakılmıştır. Bunun yanında yapay aydınlatmanın kullanımının gerekli olduğu saatler, hacimlerde doğal aydınlatmaya bağlı oluşan aydınlık düzeyleri değerlerine bağlıdır. Farklı yönlere sahip tipler için yapay aydınlatmaya ihtiyaç olunan saatlerin farkına bağlı olarak harcanan aydınlatma enerjisi miktarı da değişkenlik gösterir.

Sonuç olarak, hacimlerin konumlarının ve yönlerinin aydınlatma enerjisi korunumunda önemli değişkenler olduğu unutulmamalıdır. Aynı hacim tipinin, her yöne yerleştirilmesinin uygun olmadığı gibi, zorunlu sebeplerle farklı yönlere yerleştirilmesi durumunda; diğer fiziksel tasarım parametreleri değiştirilerek sahip olunan yön ve konum için optimum değerleri sağlayacak tasarımlar yapılmalıdır.

Şekil 6.20, Şekil 6.21, Şekil 6.22, Şekil 6.23 ve Şekil 6.24'de sırasıyla Tip 1, Tip 2, Tip 3, Tip 4 ve Tip 5'e ait değerlendirme tablosu sonuçları verilmiştir.

PROJE ADI: Bomonti Apartmanı				DURUM	DEĞERLENDİRME KRİTERİ	KRİTER KAYNAĞI	SONUÇ	
PROJENİN BULUNDUĞU KONUM: İstanbul ili					YORUMLAR			
HACİM TİPİ:Yaşama Mekanı Tip 1								
Doğal Tasarım Parametreleri	Yer örtüsünün malzemesi /rengi / ışık yansıtma katsayısı			Asfalt / Siyah / 0,2	Oldukça düşük olduğu için yer yüzeyinden hacim içine yansıyan gün ışığı miktarı azdır.			
	Dış engelin varlığı / türü			Var / Ağaç	Sokakta bulunan ağaçlar yazın yapraklarıyla gölgeleme sağlarken, kışın yapraklarını dökerek gün ışığının hacme ulaşmasına izin verir.			
Fiziksel Tasarım Parametreleri	Hacme ilişkin özellikler	Hacim boyutları (m)	Genişlik	5,15	Hacim genişliği derinlikten fazladır. Dolayısıyla gün ışığının hacim derinliklerine ulaşması, pencereye ilişkin özelliklere de bağlı olmakla beraber mümkündür.			
			Derinlik	4				
			Yükseklik	2,55				
		Hacim iç yüzeylerinin rengi / ışık yansıtma katsayısı	Tavan	0,77 (Krem beyaz)	0,7 - 0,9	EN 12464-1	Uygun	
			Döşeme	0,52 (Açık renk parke)	0,2 - 0,4		Uygun değil	
			Duvarlar	0,77 (Krem beyaz)	0,5 - 0,8		Uygun	
	Pencereye ilişkin özellikler	Pencerelerin baktığı yön		Güneydoğu	Yaşama mekanı için uygun bir yön aralığındadır.			
		Pencere önündeki engelin özellikleri	Düşey engel açısı (°)	0°	Hacim cephesine dik kesitten bakıldığında ağaçlar dışında pencere önünde bir engel yoktur.			
			Yanal engel açısı (°)	0°	Plansal düzlemde bakıldığında pencere etrafında bulunan herhangi bir yanal engel yoktur.			
			Engelin ışık yansıtma katsayısı	0,1	Ağaç yaprakları üzerine düşen güneş ışığının büyük çoğunluğunu yutar, az bir kısmını yansıtır.			
		Pencere biçimi / yerleştiriliş düzeni		Dikdörtgen / Döşemeden tavana kadar	Pencere yüksekliği, hacim yüksekliği sınırlarıyla aynı tutularak hacim içine alınan gün ışığı miktarı artırılmak istenmiştir.			
		Pencere boyutları (m)	Genişlik	4,2	Pencere boyutları, saydamlık oranı yüzdesi ve dış görüşün sağlanabilirliğinde etkilidir.			
			Yükseklik	2,55				
		Saydamlık oranı (%)		82%	min %20		BS 8206-2	Uygun
		Dış görüşün sağlanması		Pencere özellikleri ve saydamlık oranına bakıldığında dış görüşün yeterli bir şekilde sağlandığı söylenebilir.				
		Doğrama özellikleri		Alüminyum doğrama	Gün ışığı faktörü hesaplanmasında düzeltme katsayısı % 85 kabul edilmelidir.			
	Cam özellikleri	Cam türü	Low-e	Low-e cam, gün ışığını geçirirken güneşin ısısal etkisini yansıtarak güneş kontrolü sağlar.				
		Gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis)	0,71					
		Gölgeleme katsayısı değeri (SC)	0,5	Gölgeleme katsayısı değerinin 1'den küçük olması güneş kontrolü sağlar.	ASHREA, 1997		Uygun	
	Güneş kontrol sistemi kullanımı			Hareketli ahşap paneller	Yön açısından değerlendirildiğinde güneş kontrolü dışındaki gereksinimlerden ötürü ve uygunluk değerlendirmesi yapılmış, başka gereksinimlerden ötürü kullanılmıştır.			
	Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	Genel aydınlatma özellikleri	Genel aydınlatma türü	Direkt aydınlatma	Verimi yüksektir ancak tek bir noktada bulunduğu için hacim içinde aydınlatma düzeyinin düzgünlüğü sağlanamamıştır.			
			Genel aydınlık düzeyi (lx)	180	150 - 200		IESNA	Uygun
		Bölgesel aydınlatma özellikleri	Bölgesel aydınlatma türü	Kullanılmamıştır.				
			Bölgesel aydınlık düzeyi (lx)					
		Lamba özellikleri	Lamba türü	LED	Standartlara göre yaşama hacminde sağlanması gereken uygun aydınlık düzeyini sağlayan ve uygun lamba özelliklerine sahip 6 adet LED lamba kullanıldığı varsayılmıştır.			
			Işık akısı (lm)	800				
			Lambanın gücü (W)	11				
			Etkinlik faktörü değeri (lm/W)	65,4				
			Renkssel geriverim indisi değeri (Ra)	80				
			Renk sıcaklığı (K)	2700				
			Ömür (saat)	40.000				
		Aygıt özellikleri		Sarkıt	Aygıt, sarkıt olarak düşünülmüş ve model seçimi kullanıcılara bırakılmıştır.			
		Kontrol sistemi seçimi		Manuel kontrol	Kablosuz uygulanmış manuel kontrol sistemi mevcuttur.			
	Gün ışığı faktörü %			3,98	min % 1,5		BS 8206-2	Uygun
	Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı			Kullanılmamıştır.				
	Çağdaş gün ışığı sistemi kullanımı			Kullanılmamıştır.				

Şekil 6.20: Tip 1 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.

PROJE ADI: Bomonti Apartmanı				DURUM	DEĞERLENDİRME KRİTERİ		KRİTER KAYNAĞI	SONUÇ	
PROJENİN BULUNDUĞU KONUM: İstanbul ili					YORUMLAR				
HACİM TİPİ: Yaşama Mekanı Tip 2									
AYDINLATMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN TASARIM PARAMETRELERİ	Doğal Tasarım Parametreleri	Yer örtüsünün malzemesi /rengi / ışık yansıtma katsayısı		Su	Suyun ışık yansıtma özelliği bir çok parametreye bağlı olarak değişir.				
		Dış engelin varlığı / türü		Var / Bina	Hacimde oluşabilecek aydınlık düzeyinin azalmasına yol açar.				
	Fiziksel Tasarım Parametreleri	Hacme ilişkin özellikler	Hacim boyutları (m)	Genişlik	5,95	Hacim genişliği derinlikten fazladır. Dolayısıyla gün ışığının hacim derinliklerine ulaşması, pencereye ilişkin özelliklere de bağlı olmakla beraber mümkündür.			
				Derinlik	3,1				
				Yükseklik	2,55				
		Hacim iç yüzeylerinin rengi / ışık yansıtma katsayısı	Tavan	0,77 (Krem beyaz)	0,7 - 0,9		EN 12464-1	Uygun	
			Döşeme	0,52 (Açık renk parke)	0,2 - 0,4			Uygun değil	
			Duvarlar	0,77 (Krem beyaz)	0,5 - 0,8			Uygun	
		Pencereye ilişkin özellikler	Pencerelerin baktığı yön		Kuzeybatı	Yaşama mekanı için uygun olmayan bir yön aralığındadır.			
			Pencere önündeki engelin özellikleri	Düşey engel açısı (°)	30°	Binanın kendi kütlesi ile oluşturduğu engeldir, hacimde oluşan gün ışığı miktarında etkilidir.			
				Yanal engel açısı (°)	0°	Plansal düzlemde bakıldığında pencere etrafında bulunan herhangi bir yanal engel yoktur.			
				Engelin ışık yansıtma katsayısı	0,7	Beyaz boyanmış tuğla duvar üzerine gelen güneş ışığının çoğunu yansıtır.			
	Pencere biçimi / yerleştiriliş düzeni		Dikdörtgen / Döşemeden tavana kadar	Pencere yüksekliği, hacim yüksekliği sınırlarıyla aynı tutularak hacim içine alınan gün ışığı miktarı artırılmak istenmiştir.					
	Pencere boyutları (m)		Genişlik	4,8	Pencere boyutları, saydamlık oranı yüzdesi ve dış görüşün sağlanabilirliğinde etkilidir.				
			Yükseklik	2,55					
	Saydamlık oranı (%)		81%	min %20		BS 8206-2	Uygun		
	Dış görüşün sağlanması		Pencere özellikleri ve saydamlık oranına bakıldığında dış görüşün yeterli bir şekilde sağlandığı söylenebilir.						
	Doğrama özellikleri		Alüminyum doğrama	Gün ışığı faktörü hesaplanmasında düzeltme katsayısı % 85 kabul edilmelidir.					
	Cam özellikleri	Cam türü	Low-e	Low-e cam, gün ışığını geçirirken güneşin ısısal etkisini yansıtarak güneş kontrolü sağlar.					
		Gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis)	0,71						
		Gölgeleme katsayısı değeri (SC)	0,5	Gölgeleme katsayısı değerinin 1'den küçük olması güneş kontrolü sağlar.		ASHREA, 1997	Uygun		
	Güneş kontrol sistemi kullanımı		Hareketli ahşap paneller	Güneş kontrolü dışındaki gereksinimlerden ötürü kullanılmıştır.					
	Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	Genel aydınlatma özellikleri	Genel aydınlatma türü	Direkt aydınlatma	Verimi yüksektir ancak tek bir noktada bulunduğu için hacim içinde aydınlatma düzeyinin düzgünlüğü sağlanamamıştır.				
			Genel aydınlık düzeyi (lx)	180	150 - 200		IESNA	Uygun	
		Bölgesel aydınlatma özellikleri	Bölgesel aydınlatma türü	Kullanılmamıştır.					
			Bölgesel aydınlık düzeyi (lx)						
		Lamba özellikleri	Lamba türü	LED	Standartlara göre yaşama hacminde sağlanması gereken uygun aydınlık düzeyini sağlayan ve uygun lamba özelliklerine sahip 6 adet LED lamba kullanıldığı varsayılmıştır.				
			Işık akısı (lm)	800					
			Lambanın gücü (W)	11					
			Etkinlik faktörü değeri (lm/W)	65,4					
			Renkssel geriverim indisi değeri (Ra)	80					
			Renk sıcaklığı (K)	2700					
			Ömür (saat)	40.000					
		Aygıt özellikleri		Sarkıt	Aygıt, sarkıt olarak düşünülmüş ve model seçimi kullanıcıları bırakılmıştır.				
		Kontrol sistemi seçimi		Manuel kontrol	Kablosuz uygulanmış manuel kontrol sistemi mevcuttur.				
		Gün ışığı faktörü %		3,02	min % 1,5		BS 8206-2	Uygun	
		Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı		Kullanılmamıştır.					
	Çağdaş gün ışığı sistemi kullanımı		Kullanılmamıştır.						

Şekil 6.21: Tip 2 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.

PROJE ADI: Bomonti Apartmanı				DURUM	DEĞERLENDİRME KRİTERİ	KRİTER KAYNAĞI	SONUÇ	
PROJENİN BULUNDUĞU KONUM: İstanbul ili					YORUMLAR			
HACİM TİPİ: Yaşama Mekanı Tip 3								
Doğal Tasarım Parametreleri	Yer örtüsünün malzemesi /rengi / ışık yansıtma katsayısı			Su	Suyun ışık yansıtma özelliği bir çok parametreye bağlı olarak değişir.			
	Dış engelin varlığı / türü			Var / Bina	Hacimde oluşabilecek aydınlık düzeyinin azalmasına yol açar.			
Fiziksel Tasarım Parametreleri	Hacme ilişkin özellikler	Hacim boyutları (m)	Genişlik	5,7	Hacim genişliği derinlikten fazladır. Dolayısıyla gün ışığının hacim derinliklerine ulaşması, pencereye ilişkin özelliklere de bağlı olmakla beraber mümkündür.			
			Derinlik	3,3				
			Yükseklik	2,55				
		Hacim iç yüzeylerinin rengi / ışık yansıtma katsayısı	Tavan	0,77 (Krem beyaz)	0,7 - 0,9	EN 12464-1	Uygun	
			Döşeme	0,52 (Açık renk parke)	0,2 - 0,4		Uygun değil	
			Duvarlar	0,77 (Krem beyaz)	0,5 - 0,8		Uygun	
	Pencereye ilişkin özellikler	Pencerelerin baktığı yön		Güneybatı	Yaşama mekanı için kabul edilebilir bir yön aralığındadır.			
		Pencere önündeki engelin özellikleri	Düşey engel açısı (°)	0°	Hacim cephesine dik kesitten bakıldığında pencere önünde bir engel yoktur.			
			Yanal engel açısı (°)	85°	Binanın kendi kütlesi ile oluşturduğu engeldir, hacimde oluşan gün ışığı miktarında oldukça etkilidir.			
			Engelin ışık yansıtma katsayısı	0,7	Beyaz boyanmış tuğla duvar üzerine gelen güneş ışığının çoğunu yansıtır.			
		Pencere biçimi / yerleştiriliş düzeni		Dikdörtgen / Döşemeden tavana kadar	Pencere yüksekliği, hacim yüksekliği sınırlarıyla aynı tutularak hacim içine alınan gün ışığı miktarı artırılmak istenmiştir.			
		Pencere boyutları (m)	Genişlik	4,2	Pencere boyutları, saydamlık oranı yüzdesi ve dış görüşün sağlanabilirliğinde etkilidir.			
			Yükseklik	2,55				
		Saydamlık oranı (%)		74%	min %20	BS 8206-2	Uygun	
		Dış görüşün sağlanması		Pencere özellikleri ve saydamlık oranına bakıldığında dış görüşün yeterli bir şekilde sağlandığı söylenebilir.				
		Doğrama özellikleri		Alüminyum doğrama	Gün ışığı faktörü hesaplanmasında düzeltme katsayısı % 85 kabul edilmelidir.			
	Cam özellikleri	Cam türü	Low-e	Low-e cam, gün ışığını geçirirken güneşin ısısal etkisini yansıtarak güneş kontrolü sağlar.				
		Gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis)	0,71					
		Gölgeleme katsayısı değeri (SC)	0,5	Gölgeleme katsayısı değerinin 1'den küçük olması güneş kontrolü sağlar.	ASHREA, 1997	Uygun		
	Güneş kontrol sistemi kullanımı		Hareketli ahşap paneller	Yön açısından değerlendirildiğinde güneş kontrolü dışındaki gereksinimlerden ötürü ve uygunluk değerlendirmesi yapılmış, başka gereksinimlerden ötürü kullanılmıştır.				
	Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	Genel aydınlatma özellikleri	Genel aydınlatma türü	Direkt aydınlatma	Verimi yüksektir ancak tek bir noktada bulunduğu için hacim içinde aydınlatma düzeyinin düzgünlüğü sağlanamamıştır.			
			Genel aydınlık düzeyi (lx)	180	150 - 200	IESNA	Uygun	
		Bölgesel aydınlatma özellikleri	Bölgesel aydınlatma türü	Kullanılmamıştır.				
			Bölgesel aydınlık düzeyi (lx)					
		Lamba özellikleri	Lamba türü	LED	Standartlara göre yaşama hacminde sağlanması gereken uygun aydınlık düzeyini sağlayan ve uygun lamba özelliklerine sahip 6 adet LED lamba kullanıldığı varsayılmıştır.			
			Işık akısı (lm)	800				
			Lambanın gücü (W)	11				
			Etkinlik faktörü değeri (lm/W)	65,4				
			Renksel geriverim indisi değeri (Ra)	80				
			Renk sıcaklığı (K)	2700				
			Ömür (saat)	40.000				
		Aygıt özellikleri		Sarkıt	Aygıt, sarkıt olarak düşünülmüş ve model seçimi kullanıcıları bırakılmıştır.			
		Kontrol sistemi seçimi		Manuel kontrol	Kablosuz uygulanmış manuel kontrol sistemi mevcuttur.			
		Gün ışığı faktörü %		2,55	min % 1,5	BS 8206-2	Uygun	
	Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı		Kullanılmamıştır.					
	Çağdaş gün ışığı sistemi kullanımı		Kullanılmamıştır.					

Şekil 6.22: Tip 3 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.

PROJE ADI: Bomonti Apartmanı				DURUM	DEĞERLENDİRME KRİTERİ	KRİTER KAYNAĞI	SONUÇ	
PROJENİN BULUNDUĞU KONUM: İstanbul ili					YORUMLAR			
HACİM TİPİ: Yaşama Mekanı Tip 4								
Doğal Tasarım Parametreleri	Yer örtüsünün malzemesi / rengi / ışık yansıtma katsayısı			Su	Suyun ışık yansıtma özelliği bir çok parametreye bağlı olarak değişir.			
	Dış engelin varlığı / türü			Var / Bina	Hacimde oluşabilecek aydınlık düzeyi değerlerinin azalmasına neden olur.			
Fiziksel Tasarım Parametreleri	Hacme ilişkin özellikler	Hacim boyutları (m)	Genişlik	5,95	Hacim genişliği derinlikten fazladır. Dolayısıyla gün ışığının hacim derinliklerine ulaşması, pencereye ilişkin özelliklere de bağlı olmakla beraber mümkündür.			
			Derinlik	3,1				
			Yükseklik	2,55				
		Hacim iç yüzeylerinin rengi / ışık yansıtma katsayısı	Tavan	0,77 (Krem beyaz)	0,7 - 0,9	EN 12464-1	Uygun	
			Döşeme	0,52 (Açık renk parke)	0,2 - 0,4		Uygun değil	
			Duvarlar	0,77 (Krem beyaz)	0,5 - 0,8		Uygun	
	Pencereye ilişkin özellikler	Pencerelerin baktığı yön			Güneydoğu	Yaşama mekanı için uygun bir yön aralığındadır.		
		Pencere önündeki engelin özellikleri	Düşey engel açısı (°)	38°	Binanın kendi kütlesi ile oluşturduğu engeldir, hacimde oluşan gün ışığı miktarında etkilidir.			
			Yanal engel açısı (°)	0°	Plansal düzlemde bakıldığında pencere etrafında bulunan herhangi bir yanal engel yoktur.			
			Engelin ışık yansıtma katsayısı	0,7	Beyaz boyanmış tuğla duvar üzerine gelen güneş ışığının çoğunu yansıtır.			
		Pencere biçimi / yerleştiriliş düzeni			Dikdörtgen / Döşemeden tavana kadar	Pencere yüksekliği, hacim yüksekliği sınırlarıyla aynı tutularak hacim içine alınan gün ışığı miktarı artırılmak istenmiştir.		
		Pencere boyutları (m)	Genişlik	4,8	Pencere boyutları, saydamlık oranı yüzdesi ve dış görüşün sağlanabilirliğinde etkilidir.			
			Yükseklik	2,55				
		Saydamlık oranı (%)			81%	min %20	BS 8206-2	Uygun
		Dış görüşün sağlanması				Pencere özellikleri ve saydamlık oranına bakıldığında dış görüşün yeterli bir şekilde sağlandığı söylenebilir.		
		Doğrama özellikleri				Aluminyum doğrama	Gün ışığı faktörü hesaplanmasında düzeltme katsayısı % 85 kabul edilmelidir.	
	Cam özellikleri	Cam türü	Low-e		Low-e cam, gün ışığını geçirirken güneşin ısısal etkisini yansıtarak güneş kontrolü sağlar.			
		Gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis)	0,71					
		Gölgeleme katsayısı değeri (SC)	0,5					
	Güneş kontrol sistemi kullanımı				Hareketli ahşap paneller	Yön açısından değerlendirildiğinde güneş kontrolü dışındaki gereksinimlerden ötürü ve uygunluk değerlendirmesi yapılmış, başka gereksinimlerden ötürü kullanılmıştır.		
	Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	Genel aydınlatma özellikleri	Genel aydınlatma türü	Direkt aydınlatma	Verimi yüksektir ancak tek bir noktada bulunduğu için hacim içinde aydınlatma düzeyinin düzensizliği sağlanamamıştır.			
			Genel aydınlık düzeyi (lx)	180	150 - 200	IESNA	Uygun	
		Bölgesel aydınlatma özellikleri	Bölgesel aydınlatma türü	Kullanılmamıştır.				
			Bölgesel aydınlık düzeyi (lx)					
		Lamba özellikleri	Lamba türü	LED	Standartlara göre yaşama hacminde sağlanması gereken uygun aydınlık düzeyini sağlayan ve uygun lamba özelliklerine sahip 6 adet LED lamba kullanıldığı varsayılmıştır.			
			Işık akısı (lm)	800				
			Lambanın gücü (W)	11				
			Etkinlik faktörü değeri (lm/W)	65,4				
Renksel geriverim indisi değeri (Ra)			80					
Renk sıcaklığı (K)			2700					
Ömür (saat)			40.000					
Aygıt özellikleri			Sarkıt	Aygıt, sarkıt olarak düşünülmüş ve model seçimi kullanıcıları bırakılmıştır.				
Kontrol sistemi seçimi			Manuel kontrol	Kablosuz uygulanmış manuel kontrol sistemi mevcuttur.				
Gün ışığı faktörü %				3,01	min % 1,5	BS 8206-2	Uygun	
Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı				Kullanılmamıştır.				
Çağdaş gün ışığı sistemi kullanımı				Kullanılmamıştır.				

Şekil 6.23: Tip 4 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.

PROJE ADI: Bomonti Apartmanı				DURUM	DEĞERLENDİRME KRİTERİ	KRİTER KAYNAĞI	SONUÇ	
PROJENİN BULUNDUĞU KONUM: İstanbul ili					YORUMLAR			
HACİM TİPİ: Yaşama Mekanı Tip 5								
AYDINLATMA ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN TASARIM PARAMETRELERİ	Doğal Tasarım Parametreleri	Yer örtüsünün malzemesi /rengi / ışık yansıtma katsayısı		Asfalt / Siyah / 0,2	Oldukça düşük olduğu için yer yüzeyinden hacim içine yansıyan gün ışığı miktarı azdır.			
		Dış engelin varlığı / türü		Var / Ağaç	Sokakta bulunan ağaçlar yazın yapraklarıyla gölgeleme sağlarken, kışın yapraklarını dökerek gün ışığının hacme ulaşmasına izin verir.			
	Hacme ilişkin özellikler	Hacim boyutları (m)	Genişlik	5,15	Hacim genişliği derinlikten fazladır. Dolayısıyla gün ışığının hacim derinliklerine ulaşması, pencereye ilişkin özelliklere de bağlı olmakla beraber mümkündür.			
			Derinlik	4				
			Yükseklik	2,55				
		Hacim iç yüzeylerinin rengi / ışık yansıtma katsayısı	Tavan	0,77 (Krem beyaz)	0,7 - 0,9	EN 12464-1	Uygun	
			Döşeme	0,52 (Açık renk parke)	0,2 - 0,4		Uygun değil	
			Duvarlar	0,77 (Krem beyaz)	0,5 - 0,8		Uygun	
		Pencereye ilişkin özellikler	Pencerelerin baktığı yön		Kuzeybatı	Yaşama mekanı için uygun olmayan bir yön aralığındadır.		
			Pencere önündeki engelin özellikleri	Düşey engel açısı (°)	0°	Hacim cephesine dik kesitten bakıldığında ağaçlar dışında pencere önünde bir engel yoktur.		
				Yanal engel açısı (°)	0°	Plansal düzlemde bakıldığında pencere etrafında bulunan herhangi bir yanal engel yoktur.		
				Engelin ışık yansıtma katsayısı	0,1	Ağaç yaprakları üzerine düşen güneş ışığının büyük çoğunluğunu yutar, az bir kısmını yansıtır.		
	Pencere biçimi / yerleştiriliş düzeni		Dikdörtgen / Döşemeden tavana kadar	Pencere yüksekliği, hacim yüksekliği sınırlarıyla aynı tutularak hacim içine alınan gün ışığı miktarı artırılmak istenmiştir.				
	Pencere boyutları (m)		Genişlik	4,2	Pencere boyutları, saydamlık oranı yüzdesi ve dış görüşün sağlanabilirliğinde etkilidir.			
			Yükseklik	2,55				
	Saydamlık oranı (%)		82%	min %20	BS 8206-2	Uygun		
	Dış görüşün sağlanması		Pencere özellikleri ve saydamlık oranına bakıldığında dış görüşün yeterli bir şekilde sağlandığı söylenebilir.					
	Doğrama özellikleri		Aluminyum doğrama	Gün ışığı faktörü hesaplanmasında düzeltme katsayısı % 85 kabul edilmelidir.				
	Cam özellikleri		Cam türü	Low-e	Low-e cam, gün ışığını geçirirken güneşin ısısal etkisini yansıtarak güneş kontrolü sağlar.			
			Gün ışığı geçirgenlik değeri (Tvis)	0,71				
			Gölgeleme katsayısı değeri (SC)		0,5	Gölgeleme katsayısı değerinin 1'den küçük olması güneş kontrolü sağlar.	ASHREA	Uygun
	Güneş kontrol sistemi kullanımı		Hareketli ahşap paneller	Yön açısından değerlendirildiğinde güneş kontrolü dışındaki gereksinimlerden ötürü kullanıldığı yorumu yapılabilir.				
	Yapay aydınlatma sistemi özellikleri	Genel aydınlatma özellikleri	Genel aydınlatma türü	Direkt aydınlatma	Verimi yüksektir ancak tek bir noktada bulunduğu için hacim içinde aydınlatma düzeyinin düzgünlüğü sağlanamamıştır.			
			Genel aydınlık düzeyi (lx)	180	150 - 200	IESNA	Uygun	
		Bölgesel aydınlatma özellikleri	Bölgesel aydınlatma türü	Kullanılmamıştır.				
			Bölgesel aydınlık düzeyi (lx)					
		Lamba özellikleri	Lamba türü	LED	Standartlara göre yaşama hacminde sağlanması gereken uygun aydınlık düzeyini sağlayan ve uygun lamba özelliklerine sahip 6 adet LED lamba kullanıldığı varsayılmıştır.			
			Işık akısı (lm)	800				
			Lambanın gücü (W)	11				
			Etkinlik faktörü değeri (lm/W)	65,4				
			Renksel geriverim indisi değeri (Ra)	80				
			Renk sıcaklığı (K)	2700				
			Ömür (saat)	40.000				
		Aygıt özellikleri		Sarkıt	Aygıt, sarkıt olarak düşünülmüş ve model seçimi kullanıcıları bırakılmıştır.			
		Kontrol sistemi seçimi		Manuel kontrol	Kablosuz uygulanmış manuel kontrol sistemi mevcuttur.			
		Gün ışığı faktörü %		3,98	min % 1,5	BS 8206-2	Uygun	
Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı		Kullanılmamıştır.						
Çağdaş gün ışığı sistemi kullanımı		Kullanılmamıştır.						

Şekil 6.24: Tip 5 yaşama hacmine ait aydınlatma enerjisi korunumunda etkili olan tasarım parametrelerinin değerlendirilmesi.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Konutlar, insanların zorunlu gereksinimlerinden olan barınma ihtiyacını karşılar. Bu sebeple her insan bir konut kullanıcısı olarak değerlendirilebilir. Kullanıcıların konforundan ödün vermeden enerji tüketimini azaltmaya yönelik stratejileri tasarımın ana amaçlarından saymak tüm diğer disiplinlerin olduğu gibi mimarların da sorumluluğundadır. Konutların bulunduğu konum itibari ile var olan doğal verilerini en iyi şekilde analiz etmek ve bu verileri önemli birer tasarım girdisi olarak ele almak gereklidir. Böylece her konut ait olduğu yerle bütünleştirilmeli ve kimlik sorunu ortadan kaldırılmalıdır.

Günümüzde özellikle İstanbul ilinde güncel bir konu olan kentsel dönüşüm ile inşai olarak niteliğini kaybeden konutlar yıkım sürecine girmektedir. Yerine değişen imar planı neticesinde yoğunlukla farklı emsal ve gabari değerlerinde konutlar inşa edilmektedir. Bu konutlar bazı durumlarda eskiye oranla çok katlı olup komşu binaların çevresel veri özelliklerini değiştirmektedir. Özellikle yeni inşa edilecek konutların öncelikle doğaya ve komşu yapılara saygı duyar nitelikte düşünülmesi, çevresel duyarlılıkla planlanması ve kendi içinde tasarım parametrelerinin optimum değerlere ulaştırılmış olması gerekmektedir.

Bazı durumlarda mevcut kent dokusu, mimari ve estetik kaygılar gibi sebeplerle tasarımlar çevresel gerekliliklerle çelişebilir. Bu durumda tasarımcılar, amaçları önem derecelerine göre değerlendirmelidir. Dolayısıyla enerji korunumu konusunda daha bilinçli olunmalı ve bu konunun önemi iyi kavranmalıdır. Ayrıca enerji etkinlik, kentsel tasarım ölçeğinde üzerinde durulmasının başlanması gerektiği bir konu olmalıdır.

Aydınlatma açısından bakılacak olunursa; kullanıcı konforunun önemli bir bileşeni olan görsel konfor koşullarının doğal aydınlatma sistemleri ile sağlanabilir kılınması, gerek fizyolojik ve psikolojik açıdan insan sağlığının korunmasını, gerekse enerji tüketiminin azaltılmasını sağlaması açısından önemlidir. Bu sebeple doğal ışık ve enerji kaynağı olan güneşten olabildiğince faydalanmak, zararlı etkilerinden ise olabildiğince korunmak gereklidir.

Bu çalışmada, konutlarda aydınlatma için gereken enerjinin tasarım parametrelerine bağlı azaltılabileceği ve görsel konfor koşullarının bu parametrelerin uygun değerlere ulaşmasıyla sağlanabileceği gösterilmek istenmiştir.

Görsel konfor ve enerji korunumunda etkili olan tasarım parametreleri ‘doğal tasarım parametreleri’ ve ‘fiziksel tasarım parametreleri’ olarak gruplandırılmış ve bu parametrelerin optimum değerleri güncel kaynaklar ve standartlardan derlenerek verilmiştir. Bu değerlere bağlı olarak konutların görsel konfor koşulları ve etkin enerji kullanımı açılarından değerlendirilebilmesi amacıyla bir değerlendirme tablosu oluşturularak tasarımcılara faydalı bir bilgi derlemesi yapılması amaçlanmıştır. Günümüzde çevre bilinci ve enerji maliyetleri açısından giderek önem kazanan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve çağdaş gün ışığı sistemlerinin tasarıma entegre edilebilmesi gibi konular da değerlendirme kapsamına alınmıştır. Önerilen değerlendirme sistemi, ele alınan örnek bir konut binası üzerinde uygulanarak sonuçlar tartışılmış ve öneriler geliştirilmiştir. Oluşturulan bu tablo ile konut hacimlerinin görsel konfor koşulları ve etkin enerji kullanımı açılarından değerlendirilebilmesi olanaklıdır. Bu değerlendirmelerin tasarım aşamasında yapılması, tasarımın optimize edilmesi açısından; mevcut binalarda yapılması, binaların iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Akşit, F., Soğutma Enerjisi Korunumunu Hedefleyen Cephe Dokusunun Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, ISTANBUL, 2002

Amstock, S. J., Handbook of Glass in Construction, McGraw – Hill Press, USA, 1997

ASHRAE, Handbook Fundamentals Chapter 29 Fenestration, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., USA, 1997

Berköz, E., Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1983

Berköz, E., Küçükdoğu M., İ.T.Ü. Mim. Fak. –FÇK. Kür. –Aydınlatma ders notları. – 1975

Bayazıt, N., Dülgeroğlu, Y., Yılmaz, Z., Çıracı, M., “Toplu Konut Standartları-Mekân, Fiziksel Çevre, Bina Ekonomisi”, Toplu Konut Yapımcıları Derneği, 1992

Bozkurt, C., Yirmibirinci Yüzyıl Halk Kütüphanelerinde Aydınlatma Tasarımı ve Teknolojik Gelişmelerin İç mekâna Yansımaları Açısından Değerlendirilmesi, MSGSÜ, Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2013.

Claude L. Robbins, Daylighting Design and Analysis, 1986

Colvin, B. J., Glass in the Building, Proceedings, Glass Processing Days, Tampere, Finland, 1997

Compagno, A., Intelligent Glass Façades, Birkhauser – Publishers for Architecture, Berlin, 2002.

Daniels, K. “Advanced Building Systems: A Technical Guide for Architects and Engineers”, Birkhäuser- Publishers for Architecture, Basel, Boston, Berlin, 2003

Dokuzer Öztürk, L. Kent Aydınlatma İlkeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1992, Sayı: 92.036, syf.3

Dokuzer Öztürk, L. Aydınlığın Niteliği, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yapı Fiziği Bölüm Dalı, Yapı Fiziği 2 Dersi Notları

Dokuzer Öztürk, L. “Bestimmung des Guten Schwirkungsgrads, Lux Europa 2005, 366-369, Berlin, Germany, 19-21 September 2005.

Fitoz, İ., Mekân Tasarımında Belirleyici Bir Etken Olarak Yapay Işık için Aydınlatma Tasarımı Modeli, MSGSÜ Dektora Tezi, Temmuz 2002

Göker, M., İç Mimarlık-Tasarım’da Aydınlatma; İlke-Sistem-Tasarım Bağıntısı, Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2002

IEA Internationall Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, July 2000, Daylight in Buildings, A Source Book on Daylighting Systems and Components, A Report of IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29.

IES CP-2-10 Light in Design –An Application Guide

İmert, H., İleri Aydınlatma Tekniklerinin Bir Mekân Üzerinde İrdelenmesi ve Tasarıma Etkileri, Haliç Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi ,Temmuz 2008

Katerina, M., “Natural light in learning environments“ , University of Nicosia Department of Architecture, Thesis, 2012

Kurtay, C., İç Hacimlerde Uygun Gün ışığı İçin Dış Çevrenin Tasarımı, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 17, No 3, 2002, sayfa 76

Lenchner, N. “Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects”, John Wiley and Sons Inc., United States of America, 2001

Okutan, H., Gün Işığı ile Aydınlatmanın Temel İlkeleri ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri, MSGSÜ Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2008

Özdeniz, M. Aydınlatma Tasarımında Yeni Yaklaşımlar, 1. Ulusal Aydınlatma Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 28-29 Kasım 1996, syf. 40

Phillips, D. “Daylighting: Natural light in learning environments“, Architectural Press., England, (2004).

R-Codes, Residential Design Codes of Western Australia, Explanatory Guidelines, 2013

Sakıncı, E., Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Etken Sistemlerin Tasarım Ögei Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, YTÜ, Doktora Tezi, 2006

Saraf, M., 2010. Aydınlatma Tasarım İlkelerinin Ev Tekstili Mağazaları Örneğinde İncelenmesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Sirel, H., İç ve Dış Aydınlatma Konularının Karşılaştırılması, Şehir Aydınlatması Kollokyumu, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 1992, syf. 2

Tokuç, A. 2005 İzmir’de enerji etkin konut yapıları için tasarım kriterleri Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim dalı,

Tubitak İntag 201, 1995, Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tubitak yayınları.

Uluslan, N. G., Eğitim Yapılarının Enerji Etkin Aydınlatma Açısından İncelenmesi: Kağıthane Anadolu Lisesi Örneği. MSGSÜ Sanatta Yeterlilik Tezi Mayıs 2012

Ünalı, G., Çategen, D. ve Enarun, D. Gelişmiş Aydınlatma Sistemleri. İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Ayazağa Kampüsü, Maslak, 34469, İstanbul- Bildiri

Ünver, R. Aydınlatma ve Yüzey Özellikleri İlişkisi, Mimari Biçimlendirmede Yüzey Sempozyumu, Ankara, 7-9 Ekim 1999, syf. 2

Ünver, R. Işık Üretme Yöntemleri ve Işık Kaynakları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Fiziği Bilim Dalı, Aydınlık Düzenleme 2 Ders Notları, 2000

Ünver, R. “Yapı dışı engellerin hacim içi gün ışığı aydınlığına etkisi: İstanbul Örneği” Yıldız Teknik Üniversitesi Yayını, Cilt MF.YK-02.0658, (2002).

Wiggington, M., Glass in Architecture, Phaidon Pres Limited, Hongkong, 1996

Yağmur, A.Ş., Dokuzer Öztürk, L. “Investigation of the Shadow Quality Occurred in Interiors Under Artificial Lighting” , The 27th Session of the CIE, Sun City, South Africa, 2011.

Yener, A. K., Kutlu, R. G., Şener, F., 2009. İlköğretim Dersliklerinin Görsel Konfor Açısından Değerlendirilmesi, İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım, İstanbul, Cilt:8, Sayı:1.

Url-1 <<http://www.enerjigazetesi.com/kose-yazisi-turkiyede-enerji-verimliliği-ve-mevzuatı/>> alındığı tarih: 22.04.2015

Url-2 <<http://pixmapgif.com/transmission-of-light-through-glass>> alındığı tarih: 02.05.2015

Url-3 <<http://www.houzz.com/>> alındığı tarih: 22.04.2015

Url-4 <<http://openbuildings.com/buildings/passive-solar-house-for-handicapped-family-profile-3544/media>> alındığı tarih: 02.05.2015

Url-5 <<http://leso.epfl.ch/page-43417-en.html>> alındığı tarih: 02.05.2015

Url-6 <<http://www.digitalarkitektur.dk/database/?content=matdb&matid=144>> alındığı tarih: 02.05.2015

Url-7 <<http://www.solartran.com.au/lasercutpanel.htm>> alındığı tarih: 02.05.2015

Url-8 <<http://www.glassappsource.com/smartglass/benefits-smart-glass-windows.html>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-9 <http://newlearn.info/packages/clear/visual/buildings/options/core/mirror_heliostat.html> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-10 <<http://archrecord.construction.com/projects/lighting/2015/1502-One-Central-Park-Ateliers-Jean-Nouvel-slideshow.asp?slide=1>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-11 <http://www.velux.com.tr/newusers/products/sun_tunnel> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-12 <http://www.himawari-net.co.jp/e_page13.htm> alındığı tarih: 08.07.2015

Url-13 <<http://www.huvco.com/products.php?product=parans>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-14 <<https://windows.lbl.gov/pub/designguide/section5.pdf>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-15 <<http://blog.lights.com/the-evolution-of-the-desk-lamp/>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-16 <<http://www.yitgogreen.co.za/Users-Guide>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-17

<http://www.lowcarboneconomy.com/profile/siemens_plc/_products_and_services/osram_compact_fluorescent_lamps/10054> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-18 Cumali Özel, Fiber Optik Aydınlatma, <www.elektrikport.com>, alındığı tarih 28.05.2013

Url-19

<http://www.ourflyinghouse.com/artificial-lighting-for-thehome.html/artificial-lighting-www-ourflyinghouse-com-7#page> alındığı tarih: 24.05.2015

Url-20

<http://macao.communications.museum/eng/exhibition/secondfloor/moreinfo/2_8_1_LightBeams.html> alındığı tarih: 22.04.2015

Url-21 <<http://hacknmod.com/hack/make-fiber-optic-star-ceiling/>> alındığı tarih: 22.04.2015

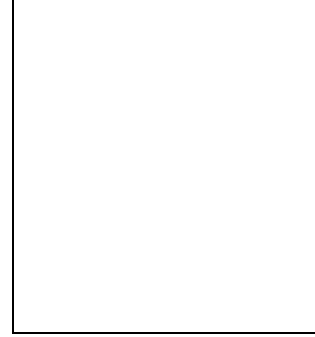
Url-22 <<http://www.pelsan.com.tr/en/sayfa.asp?ID=20>> alındığı tarih: 03.05.2015

Url-23 <http://www.solarchoice.net.au/blog/bipv-building-integrated-photovoltaics-the-future-of-pv/> alındığı tarih: 24.05.2015

Url-24 <http://www.arkiv.com.tr/proje/tekfen-bomonti-apartmanlari/1623> alındığı tarih: 22.04.2015

Url-25 <<http://www.dbarchitects.com.tr/tekfen-bomonti-konutlari/>> alındığı tarih: 22.04.2015

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Begüm Harputlu
Doğum Yeri ve Tarihi : Seyhan 30.05.1989
E-Posta : harputlub@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011,Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

MESLEKİ DENEYİM :

- 2012-2015 Arge Yapı