GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Çiğdem ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAYIS 2006
ANKARA

GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Çiğdem ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAYIS 2006
ANKARA

Çiğdem ÖZTÜRK tarafından hazırlanan GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yard.Doç.Dr. Cüneyt KURTAY
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Müslüm Cengiz TAPLAMACIOĞLU

Üye : Prof. Dr. Mutbul KAYILI

Üye : Doç. Dr. Füsun Atasoy DEMİREL

Üye : Doç . Dr.Osman GÜRDAL

Üye : Yrd . Doç . Dr. Cüneyt KURTAY

Tarih : 25/05/2006

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

TEZ BİLDİRİMİ

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

Çiğdem Öztürk

GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Çiğdem ÖZTÜRK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2006

ÖZET

Doğal aydınlatma, tüm sınırlı ve sınırsız ortamlarda öncelikli olarak iyi görme koşullarının sağlanması için vazgeçilmez bir öğedir. Büyük oranda aydınlatma tekniğine dayalı olarak elde edilebilen iyi görme koşulları, aydınlatma konusunun özelliklerine göre de mimari ve sanatsal açıdan, bir anlamda estetik yönden başarılı görüntüler sunmalıdır.

Bilindiği gibi aydınlatma yapı içi ve yapı dışı konularını kapsamakta, gün ışığından ve lamba ışığından yararlanılarak yapılmaktadır. Gün ışığı ile yapı içini aydınlatmada mimari tasarımın vazgeçilmez öğelerinden olan çeşitli nitelikteki pencereler ve / ya da ışıklıklar yapı kabuğundaki biçimlenişlerine göre mimariyi etkilediği gibi aydınlatma tasarımını da etkilemede temel rol oynamaktadır.(1) Çalışmanın amacı, binalarda doğal aydınlatma yöntemlerinin incelenmesi için öncelikle aydınlatma ve doğal aydınlatma kavramlarının ele alınması, uygulama örneklerinin değerlendirilmesidir.

Bu çalışmada, aydınlatmanın tanımı, şekilleri, sistemleri ele alınacak; doğal ve yapay olarak ikiye ayrılan aydınlatma şekillerinden doğal aydınlatmanın kullanıldığı örnek uygulamalar incelenecektir. Bu

uygulamalar içinde kullanılan yeni sistemler, gün ışığından daha fazla yararlanabilme ve yapay aydınlatmayı daha az kullanmayı amaçlayan sistemler ele alınacaktır.

Bilim Kodu : 804.1.102
Anahtar Kelimeler : Günışığı, Aydınlatma, Doğal Aydınlatma
Sayfa Adedi : 98
Tez Yöneticisi : Yard. Doç. Dr. Cüneyt KURTAY

INNOVATIVE DAYLIGHTING SYSTEMS AND CASE STUDIES
(M.Sc. Thesis)

Çiğdem ÖZTÜRK

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
May 2006

ABSTRACT

Natural lighting is indespensable factor which provides a good vision in all limited and unlimited spaces. The best visiual conditions which has obtained from the lighting technics, should supply successful aspects according to the artistic and architectural point of view in the properties of lighting.

As it is known, lighting is include inside and outside subject of buildings, and also it has done with daylighting and lamp lighting. The diverse quality of windows and / or the light fittings which were the essential elements of architectural design was to illuminate the inside of the buildings with the daylighting. These elements affects both the architecture and the lighting design according to the shape of the building shell.

The aim of the research is, first of all for examining the method of natural lighting in high-rise buildings to study the concept of lighting and the natural lighting systems. And also to evaluate the practical methods of case studies. In this research, the description, shaping and the systems of lighting will be examined. On the other hand, one of the lightings (natural and artificial lightings) systems called natural

lighting and its case studies will be analysed. The new systems which is used in this practices, the systems of using daylighting more and decreasing the usage of artificial lighting will be analysed.

Science Code : 804.1.102
Key Words : Daylighting, Lighting, innovative lighting
Page Number : 98
Adviser :Asist.Prof.Dr. Cüneyt KURTAY

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd.Doç.Dr. Cüneyt KURTAY' a, her koşulda yanımda olan ve beni destekleyen canım aileme, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
İÇİNDEKİLER ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ xii
RESİMLERİN LİSTESİ xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR xviii

1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı 1
1.2. Çalışmanın Kapsamı 2
2. AYDINLATMA 2
2.1. Aydınlatmanın Amacı 2
2.2.1. Görme 4
2.2. Aydınlatmanın Tanımı ve Şekilleri 4
2.2.1. Doğal aydınlatma 5
2.2.2. Yapay aydınlatma 6
2.3. Aydınlatmada Nicelik ve Nitelik 8
2.4. Aydınlatmada Yüzeylerin Etkisi 9
2.5. Mimari Tasarım Kriterlerinden Aydınlatma Tasarımı 12

3. DOĞAL AYDINLATMA 14

3.1. Doğal Işık 14
3.2. Güneş ışınlarından yararlanmanın planlanması 15
3.2.1. Topografya 15
3.2.2. Kentsel dizayn 16
3.2.3. Güneş zarfları 16
3.2.4. Bina yönlendirmesi 17
3.2.5. Oda oranı 19
3.3. Doğal Işığın Bina İçine Alınması 20

Sayfa

3.3.1. Düşey pencerelerle aydınlatma....21
3.3.2. Tepeden ışıklandırma....23
3.3.3. Atrium....25

4. GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ....26
4.1. Aynasal Sistemler....26
4.1.1. Reischtag (Yeni Alman Parlamentosu)....29
4.2. Prizmatik Sistemler....31
4.2.1 Genzym Merkezi....40
4.2.2 CNA-Suva Binası....44
4.2.3. Urgencies Hastanesi....47
4.3. Işık Rafı Sistemi....48
4.3.1. Lockheed Binası....52
4.3.2. Terasen Gaz Oprerasyon Merkezi....54
4.3.3..Wat-Karlsruhe....57
4.3.4. Surrey Vergi Binası....59
4.4.Işık Borusu....61
4.4.1. Morgan Lewis Binası....70
4.4.2. Water Front Binası....73
4.5. Anidolic T avanlar....76
4.5.1. Leso Araştırma Binası....81
4.5.2. Caisse Conge Binası....82
4.5.3. Techno Park....84
5. SONUÇ VE ÖNERİLER....87
KAYNAKLAR....93
EKLER....96
EK-1 Aydınlatma temel kavramları....97
ÖZGEÇMİŞ....98

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.1. Gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerinin seçim kriterleri 89

Çizelge 5.2.Gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerinin tasarım kriterleri.....90

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Yapay aydınlatma şekilleri....8

Şekil 3.1 Düşük açıdaki güneş altında tepe gölgesindeki binalar....15

Şekil 3.2. Uzun binalar, kısa binalara çatı penceresi ve güneş ışığı için izin verirler....16

Şekil 3.3. Solar envelope(Güneş zarfları) 17

Şekil 3.4. Güneşli iklimdeki binalar, güneş ışığının ön yüzlerinden direkt geçişine ihtiyaç duyarlar 17

Şekil 3.5. Kapalı ortamdaki binalar gökyüzünün max 'Kesintisiz Açı' görünümüne ihtiyaç duyar....17

Şekil 3.6. Kuzey – Güney doğrultusunda yerleştirilmiş binalar....18

Şekil 3.7. Doğu-Batı doğrultusunda yönlendirme....19

Şekil 3.8. Oda oranlarına göre ışık dağılımı....20

Şekil 3.9. Doğal ışığın binanın içine alınması 21

Şekil 3.10. Fazla yükseklik ile aydınlatma sağlanması....21

Şekil 3.11. Düşük pencere ile yerden yansıyan Işık....22

Şekil 3.12. Yüksek yansıtmalı tavan ve ışık rafı....22

Şekil 3.13. Aydınlatma eğrisi ve ışık dağılımı....22

Şekil 3.14. Üstten aydınlatma 23

Şekil 3.15. Üstten aydınlatmaya örnek....24

Şekil 3.16. Atriumlu bina örneği 25

Şekil 4.1.Oda içindeki ışık yayılımı....27

Şekil 4.2. Batıya bakan oda için yaz kış petek performansları 27

Şekil 4.3. Hareketli ayna sistemlerinin problemleri....28

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.4. Valra yaz -kış ayarı....28

Şekil 4.5. Doğal havalandırma ve gün ışığından faydalanma şeklini gösteren diagram....30

Şekil 4.6. Prizmatik siteme gelen ışın yön değiştirir....31

Şekil 4.7. Çift cam arasına yerleştirilmiş akrilik panel....32

Şekil 4.8. Piyasada kullanılan prizmatik panelin dört şekli....32

Şekil 4.9. Doğrusal prizmatik panelin kesiti ve panelin ışığı yeniden yönlendirmesi....33

Şekil:4.10. Prizmatik panelde güneş ışığının yol alışı....34

Şekil:4.11. Güneş ışığını dışarıda bırakan prizmalar....35

Şekil 4.12. Prizmatik paneller güneşten korunmayı sağlarken güneş Işığını yönlendirerek iç mekanda kullanışlı aydınlatma da sağlar....35

Şekil 4.13. Gün ışığını yayan panel....36

Şekil 4.14. Güneş ışığının yönünü değiştiren panel....37

Şekil 4.15. Sabit panel....37

Şekil 4.16. Hareketi sistem....37

Şekil 4.17. Sabit(sol) ve hareketli(sağ) güneş gölgeleme panellerinin davranış biçimleri....38

Şekil 4.18. Prizmatik camdan ışığın tavana yansıması....38

Şekil 4.19. Binanın yerleşimi....41

Şekil 4.20. Doğal ışık İçin avlunun çatısında heliostat ve aynasal sistemler kullanılmıştır....42

Şekil 4.21. Binada kullanılan doğal aydınlatma sistemlerinin dağılımı....43

Şekil 4.22. Cephe sisteminin detayı....45

Şekil 4.23. Panelden ışığın yansıması....45

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.24. Işık rafı 48

Şekil 4.25. İç ve dış ışık rafları 48

Şekil 4.26. İç ışık rafından ışığın tavana yansıması 51

Şekil 4.27. Güney cephede ışık rafı kesiti 52

Şekil 4.28. Kuzey güney duvar kesitleri 54

Şekil 4.29. Binanın çapraz kesiti 54

Şekil 4.30. Işık yansıtıcı malzemeler(gümüş kaplama, çok katmanlı film kaplama ya da prizmatik film kaplama) 62

Şekil 4.31. Işığı kaynağa temel taşıma metotları....64

Şekil 4.32. Boru biçimindeki sistemler geleneksel camcılıkla aydınlatılamayan binaların da günışığından yararlanmasında kullanılır 64

Şekil 4.33. Heliostat düzeni....65

Şekil 4.34. Işık borusu sistemi....65

Şekil 4.35. Işık borusu sisteminin çatıda yerleşim şekilleri....67

Şekil 4.36. Sistemin yerleşimi ve işleyişi 67

Şekil 4.37. Işık borusunun kat planlarındaki tasarımı....68

Şekil 4.38. Işık borusu kesit 70

Şekil 4.39. Işık borularının binada yerleşimi....73

Şekil 4.40. Işık borusu kullanım seçenekleri 73

Şekil 4.41. Işık borusu kesiti 74

Şekil 4.42. Işık dağılımı....74

Şekil 4.43. Farklı zamanlarda yansıyan ve yansımayan ışığın borunun içinde yol alışı 75

Şekil 4.44. Anidolik tavanın şematik dikey kesiti 76

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.45. Anidolik sistemin kesiti 78

Şekil 4.46. Anidolik sistemde gün ışığının yol alışı..... 78

Şekil 4.47. Gün ışığının tavana girişi ve odaya yansıması..... 79

Şekil 4.48. Binanın dışından Anidolic sistemi gösteren dikey kesit 82

Şekil 4.49. Techno Park ın Planı..... 85

Şekil 4.50. Yatay kesitte Anidolik tavanın dizaynı 86

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 4.1. Gün ışığını toplantı salonuna yansıtan aynasal sistem 29

Resim 4.2. Doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak için ekolojik dengeler gözetilerek tasarlanan cam kubbe.....29

Resim 4.3. Hareketli prizmatik sistemler 39

Resim 4.4. Genzym Binası dış görünüş.....40

Resim 4.5. Avludan görünüş.....41

Resim 4.6. Binanın cepheden görünüşü 44

Resim 4.7. Pencere detayı.....46

Resim 4.8. Binanın cephesi 47

Resim 4.9. Binanın görünüşü.....47

Resim 4.10. Yarı geçirgen çift ışık rafı yansımayı camın dışında bırakır 49

Resim 4.11. Binanın cephesinde ışık raflarının görünüşü.....52

Resim 4.12. Litetrium 53

Resim 4.13. Işık raflarının cephede yan görünüşü.....55

Resim 4.14. Işık rafının pencere detayı 56

Resim 4.15. Binanın görünüşü.....56

Resim 4.16. Güney cephenin içinde ışık rafının görünüşü.....57

Resim 4.17. Güney cephe ışık rafları ve hava kolektörleri 58

Resim 4.18. Surrey Vergi Binası 59

Resim 4.19. Pencere planları ve günışığının içeri girişi 60

Resim 4.20. Güneş paravanı parıltının etkisini kontrol eder.....60

Resim 4.21. Işık borusu 61

Resim **Sayfa**

Resim 4.22. Güneşi takip eden sistem....66

Resim 4.23. Çatı düzlemindeki sistem....66

Resim 4.24. Himawari sistem....69

Resim 4.25. Heliostat aynalar ve ışığın boruya yansıması....71

Resim 4.26. Işık borusu görünüş....71

Resim 4.27. Işık borusu detay görünüş....72

Resim 4.28. Lazer kesim paneller ile ışığın tavana yansıması....75

Resim 4.29. Anidolik sistem modülünün önden görünüşü....80

Resim 4.30. Binanın cephesine anidolik sistemin monte edilmesinden sonraki görünüşü....81

Resim 4.31. Avludan binanın görünüşü....83

Resim 4.32. Anidolik zenithal sistemin cephede yarattığı görünüş....84

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklama**
a/b	Aydınlık
a	Nicel olarak ışık akısı
S	Alan
Φ	Işık Akısı
lx	Lüks

Kısaltmalar	**Açıklama**
CIE	Uluslar arası Aydınlatma Komisyonu
Valra	Variable-Area-Light-Reflecting Assembly

1. GİRİŞ

Doğal aydınlatma, tüm sınırlı ve sınırsız ortamlarda öncelikli olarak iyi görme koşullarının sağlanması için vazgeçilmez bir öğedir. Büyük oranda aydınlatma tekniğine dayalı olarak elde edilebilen iyi görme koşulları, aydınlatma konusunun özelliklerine göre de mimari ve sanatsal açıdan, bir anlamda estetik yönden başarılı görüntüler sunmalıdır.

Bilindiği gibi aydınlatma yapı içi ve yapı dışı konularını kapsamakta, gün ışığından ve lamba ışığından yararlanılarak yapılmaktadır. Gün ışığı ile yapı içini aydınlatmada mimari tasarımın vazgeçilmez öğelerinden olan çeşitli nitelikteki pencereler ve / ya da ışıklıklar yapı kabuğundaki biçimlenişlerine göre mimariyi etkilediği gibi aydınlatma tasarımını da etkilemede temel rol oynamaktadır [1].

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı, binalarda doğal aydınlatma yöntemlerinin incelenmesi için öncelikle doğal aydınlatma ve gelişmiş doğal aydınlatma kavramlarının ele alınması, uygulama örneklerinin değerlendirilmesidir.

Bu çalışmada, aydınlatmanın tanımı, şekilleri, sistemleri ele alınacak; doğal ve yapay olarak ikiye ayrılan aydınlatma şekillerinden gelişmiş doğal aydınlatmanın kullanıldığı örnek uygulamalar incelenecektir. Bu uygulamalar içinde, kullanılan yeni sistemler, gün ışığından daha fazla yararlanabilme ve yapay aydınlatmayı daha az kullanmayı amaçlayan sistemler ele alınacaktır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Çalışma, üç bölümden oluşmaktadır. Öncelikle aydınlatmanın tanımı şekilleri ve aydınlatma tasarımı ele alınmıştır. Daha sonra gelişmiş doğal aydınlatma sistemleri, şekilleri ve son olarak da tasarım örnekleri incelenecektir.

2. AYDINLATMA

2.1. Aydınlatmanın Amacı

Bürolarda, okullarda, hastanelerde, fabrikalarda, trafikte, güvenlik konularında ve hemen hemen her konuda aydınlatma iyi görme koşullarının sağlanması için yapılır. Yanıltıcı, şaşırtıcı, ilgi çekici, alışılmamış etkiler elde etmeye yönelik amaçlarla yapılan aydınlatmalarda, bu etkilerin elde edilebilmesi de, yine görme koşulları ve aydınlığın niteliği konularının çok iyi bilinmesine bağlıdır.

Burada çok önemli bir kurala özellikle dikkat çekmek gerekir. Aydınlatmada amaç, belli bir aydınlık düzeyi elde etmek değil, iyi görme koşullarını sağlamaktır.

Bu amaca ulaşmak, çok büyük oranda, aydınlığın niteliğinin doğru belirlenmesine bağlı olmasına karşın, aydınlatma projesi adı altında hazırlanan projelerin hemen tümünde gerekli aydınlık düzeylerinin sağlanması ile yetinilmektedir. Bu ise, amaçla aracın karıştırılması, önemsiz araçlardan birinin esas amaç sanılması gibi, klasik yanlışların en büyüklerinden birinin yinelenmesinden başka bir şey değildir.

<u>Aydınlık düzeyi saptamada yardımcı unsurlar :</u>

*Görülmesi gereken ayrıntıların boyutları

*Nesnelerin yansıtma çarpanları

*Nesne ile çevre ya da fon arasındaki ışıklık karşıtlığı

*Görsel algılama süresi

*Görme konusunun devingenliği

*Kişinin yaş durumu

gibi verilere göre, sağlanması gereken en düşük, ve kimi zaman da en yüksek aydınlık düzeyleri saptanmış, ve bunlar değişik kuruluşlarca çizelgeler biçiminde yayınlanmıştır. Gerekli aydınlık düzeyi bu çizelgelere göre hesaplanır.

Görsel algılama konusunun, (yani görülmesi gereken nesne ya da nesneler bütününün) özelliklerine uygun olmayan bir aydınlık niteliği, gerekli görme koşullarını, sağlayamaz.

1) Gerekli aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. İyi bir aydınlatma düzeninin özellikleri [2]

- Aydınlatma şiddeti
- Eş düzeyde aydınlatma
- Işık yönü ile gölge etkisi
- Işık dağılımı
- Işıktan yararlanma
- Göz kamaşmasının sınırlandırılması
- Işığın rengi ve renksel yansıma

2) Aydınlığın niteliği, görme konusunun özelliklerine uygun olmalıdır.

Şu iki nokta da kesinlikle unutulmamalıdır:

a) Aydınlığın niteliği uygunsa, yeterli minimum aydınlık düzeyleri ile iyi görme koşulları sağlanır. Biraz yetersiz aydınlık düzeylerinde bile, kısa süreler için, göz, uyma yapar ve iyi görme koşulları elde edilir.

b) Aydınlığın niteliği uygun değilse, aydınlık düzeyinin yükseltilmesi ile iyi görme koşulları sağlanamaz. Hatta daha kötü sonuçlar bile doğabilir. Ayrıca elektrik enerjisi boşuna harcanmış olur. Niteliği doğru belirlenmemiş bir aydınlığın bu kusurunu, göz, uyma ile gideremez [2].

2.1.1. Görme

Görme, ya da görsel algılama, insanın dış dünya, yakın ve uzak çevre ile olan algısal ilişkiler bütününde %95 e varan bir yer kaplar. Bu bakımdan, görmenin eksiksiz ve kusursuz olması büyük önem taşır.

Görme ışık aracılığı ile olur. Nesnelerden yansıyan ve geçen ışığın göze gelmesi ile bu nesneler görülür. Bu nedenle ışığın niteliği, dolayısı ile aydınlığın niteliği iyi görmenin kesin belirleyicisidir.

Görsel algılamanın iyi olması, aydınlatma tekniğinde belli tanımlara, belli ölçütlere uyması ile anlaşılır. Bu ölçütler yaklaşık olarak şöylece sıralanabilir.

*Tüm ayrıntıları, en ufak parçaları rahatça görebilmek.

*Renkleri doğru görmek, en ufak renk ayrımlarını farkedebilmek.

*Yüzey biçimlerini, iki ve üç boyutlu dokuları ve öteki yüzey özelliklerini doğru algılayabilmek.

*Devingenliği, doğrultu, yön, hız, ivme vb. tüm özellikleri ile doğru algılayabilmek.

Görsel algılamayı, zorlanmadan rahatça yapabilmek ve yorulmadan uzun süre sürdürebilmek [3].

2.2. Aydınlatmanın Tanımı ve Şekilleri

Mekanları ve içinde bulunan nesneleri gerçek büyüklükleri ve doğal renkleri ile fark edebilmemiz için, doğal ve yapay aydınlatma araçları ile nesnelerin üzerine ışık göndererek görmemizi sağlayan sistemlere aydınlatma denir[4]. Mekanlar ve nesneler için aydınlatmalar, aydınlatma gereksinimlerine göre iki şekilde aydınlatılmaktadır. Bunlar;

I. Genel aydınlatma; Mekanlarda ki aydınlık düzeyinin, mekanın tüm bölümlerine eşdeğer biçimde dağıtılmasının sağlanması amacıyla yapılan aydınlatmadır.

II. Bölgesel (Bölgelik)Aydınlatma; Mekan içinde belli bir bölgenin yüksek aydınlığa gereksinim olması ve bu bölgenin vurgulanması amacıyla yapılan aydınlatmadır. Bölgelik aydınlatmaların yapıldığı mekanların bütününde, aydınlık düzeyi iyi seçilerek genel aydınlatma yapılmasına da dikkat edilmelidir.

Bölgelik aydınlatmanın ön plana çıkarılması için yapılan aydınlatma düzeyinin, genel aydınlık düzeyinden en az üç kat daha fazla olması gerekmektedir [5].

Mekanların aydınlatılmasında ;

A.)Doğal Aydınlatma

B.)Yapay Aydınlatma olarak iki aydınlatma sisteminden yararlanılmaktadır.

2.2.1. Doğal(Günışığı) aydınlatma sistemleri;

Bu aydınlatmanın ana kaynağı güneşten gelen gün ışığıdır. Mekanların doğal (günışığı ile) aydınlatılması, pencereler ve bazı durumlarda çatıdan gelen ışık yardımıyla sağlanmaktadır. Malzemenin cinsi ne olursa olsun, doğal aydınlatmanın doğru yapıldığı mekanlar da ışıksızlık (aydınlatma) problemi yaşanmaz.

Günümüzde doğal aydınlatmanın tüm özelliklerini bünyesinde tutan bir aydınlatma elemanı henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle, gözü yormaması gibi üstün özelliği ile de mekanlar da mümkün olduğunca doğal aydınlatma tercih edilmelidir [6].

2.2.2. Yapay aydınlatma sistemleri;

Aydınlatma işlevinin gün ışığı dışında çeşitli aydınlatma elemanlarıyla sağlanmasıyla gerçekleştirilen aydınlatmadır.

Aydınlatma şekli; Aydınlatma araçlarından çıkan ışığın, aydınlatılacak yüzeye hangi oranda yollandığının belirlenmesidir. Bu nedenle yapay aydınlatmalar beş gurupta toplanabilir.

Dolaylı Aydınlatma:

Bu sistemde, aydınlatma aygıtlarından gelen ışığın %90-100'ü tavana ve duvarın yüksek kısımlarına yönlenir ve odanın diğer bölümlerine yansır. Işıktan doğru şekilde faydalanabilmek amacı ile yüksek yansıtma katsayısına sahip mat oda yüzey bitirmeleri uygundur. Bu yüzeylerin yüksek yansıtma değerlerini korumaları için bakımları sıklıkla yapılmalıdır. Dolaylı sistemlerde ışık, yüksek oranda yayınıma sahip olduğundan minimum gölge oluşur. İyi planlanmış uygulamalarda kamaşmalar minimumdur. Aygıtın tavan düzleminden yeteri kadar alçakta kurgulanması tüm tavan yüzeyinde düzgün ışıklılığın oluşması açısından gereklidir. Yüksek aydınlatma düzeylerinde, tavanın, kamaşma ve yansımalara neden olmaması için gerekli kontrolün yapılması gereklidir

Yarı Dolaylı Aydınlatma

Bu sistemde aydınlatma aygıtından gelen ışığın % 60- 90 kadarı dolaylı sistemdeki gibi yukarı doğru yönlendirilir. Tavan ana ışık kaynağı gibi kullanıldığından, dolaylı sistemde dikkate alınması gerekli tavan ışıklığına, oda bitirmelerine ve bakım onarıma yönelik unsurlar bu sistem içinde

geçerlidir. Aşağıya yönelen ışık oranı dolaysız sistemlere göre arttığından kamaşma ve rahatsız edici yansımalara dikkat edilmesi gereklidir.

Dolaysız Aydınlatma

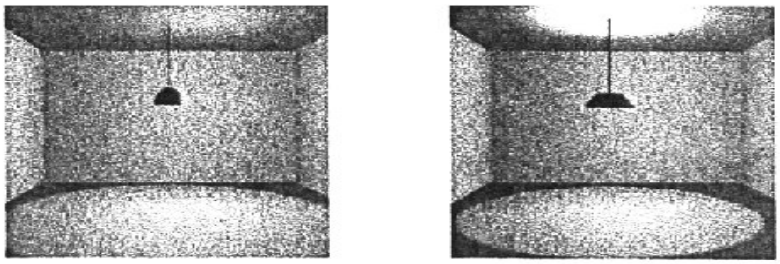
Aydınlatma araçlarından çıkan ışığın % 90- 100 oranında, doğrudan aydınlatılacak düzleme yollayan aydınlatma şeklidir. Dolaysız aydınlatmalarda keskin sınırlar ve sert gölgeler elde edilmektedir. Dolaysız aydınlatmalara en önemli örnek olarak spotlar verilebilir. Özellikle hacimli sanat eserlerinin aydınlatılmasında bu aydınlatma şekli uygulanmalıdır. Örneğin; heykel sergilerinde hacim ve gölgeler, bu aydınlatmayla belirgin olacaktır. Ancak spot uygulamaları resim ve posterlerde kullanılmamalıdır.

Yarı Dolaysız Aydınlatma

Işığı % 60- 90 oranında, aydınlatılacak düzleme yollayan aydınlatma türüdür. Bu aydınlatma şekline tavan aydınlatmaları örnek olarak verilebilir.

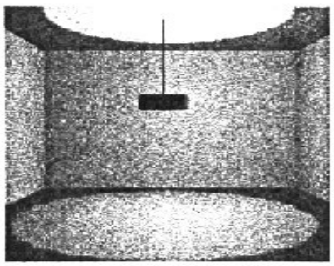
Karışık Aydınlatma

Aydınlatılacak düzleme ışığın % 40- 60 oranında doğrudan yayılmasını sağlayan aydınlatma şeklidir. Karışık aydınlatmalara tavan ve duvar yansıtıcıları örnek olarak gösterilebilmektedir [7].

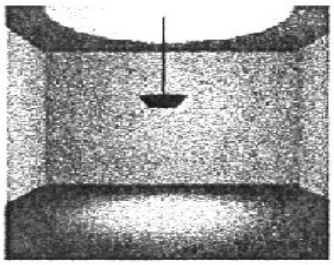


Dolaysız Aydınlatma

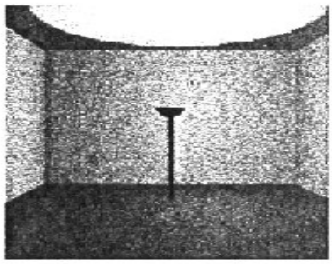
Yarı Dolaysız Aydınlatma



Düzgün Aydınlatma



Yarı Dolaylı Aydınlatma



Dolaylı Aydınlatma

Şekil 2.1. Yapay aydınlatma şekilleri [7].

2.3. Aydınlatmada Nicelik ve Nitelik

Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından da benimsenen tanımıyla, çevrenin ve nesnelerin gereği gibi görülebilmesini

sağlamak amacıyla ışık uygulamaktır. Gereği gibi görülebilmeyi sağlayan aydınlatmanın temelde; nicelik ve nitelik olarak iki önemli boyutu vardır. Aydınlığın niceliği, sayısal değer olarak gerekli aydınlık düzeyinin saptanmasıdır. Bu saptamada: Yapılan işin özelliği; çalışma süresi, hızı; çevre koşulları; çalışan kişilerin özelliği gibi etkenler önem taşır.

Görsel algılamada aydınlığın az ya da çok olması yeterli değildir. Çünkü, aydınlık düzeyleri, değişik ışık kaynakları, aydınlatma biçimleri, aydınlatma aygıtları seçerek, türlü aydınlatma düzenleriyle sayısız biçimde elde edilebilir. Fakat, önemli olan yapılan işin, kullanılan hacimlerin niteliklerine göre "nasıl" bir aydınlatma olması gerektiği sorusunun yanıtını getirecek düzeni oluşturmaktır.

Burada, ışığın rengi(tayf yapısı), doğrultusu, elde edilen aydınlıkta oluşan gölgelerin yumuşaklığı-sertliği, saydamlığı- karalığı gibi özellikler rol oynar. Örneğin, girintili-çıkıntılı bir nesnenin algılanmasında aydınlığın azlığı çokluğu değil, ışığın doğrultusu önemlidir. Renkli bir nesnenin doğru algılanmasında ise, ışık kaynağının tayf özelliği önem taşır. Bu durumda da aydınlığı arttırmakla doğru algılama söz konusu olamaz. Kısaca şu söylenebilir; lamba sayısını arttırmakla aydınlık artar, fakat bu, aydınlatmanın doğru yapıldığı anlamını taşımaz. Yani, aydınlık düzeyi ne kadar arttırılırsa arttırılsın, eğer aydınlığın niteliği açısından uygun koşullar getirilmezse iyi görme koşullarının oluşturulması olanaksızdır. Göz, değişik aydınlık düzeylerine uyum sağlar, ama aydınlığın niteliği açısından uygun olmayan koşullarda doğru görme yeteneğine sahip değildir [6].

2.4 Aydınlatmada Yüzeylerin Etkisi

Bir hacimde yapılan eylemlerle ilgili çalışma düzleminde uygun görme koşullarının sağlanması yanında, mekanı sınırlayan iç yüzeylerin, aydınlatma aygıtlarının (kimi zaman lambaların) ve mobilyaların yüzey özellikleri, buna bağlı olarak görünürlükleri (ışıklılıkları) ve yüzeylerin birbirleri ile ilgili ışıklılık

ve renk karşıtlıkları ile de ilgilidir. Çünkü, insanlar bulundukları ortamlarda ne tür eylemlerde olursa olsunlar değişik bakış açılarına göre bu yüzeyler görme alanları içine girecektir. İç mekandaki yüzeylerin açık ya da koyu olması yani, üzerine gelen ışığı az ya da çok yansıtması (yansımanın niceliği); yüzeylerin parlak-donuk gibi doku özellikleri yani, yansımanın düzgün ya da yayınık olması (yansımanın niteliği); yüzeylerde renk kullanılması, yani yansımada seçicilik olması, yüzeylerin görme alanı içinde birbirini etkileme durumları görsel konfor oluşumunda olduğu kadar iç mimari biçimleniş yönünden de çok önemlidir. Dolayısıyla bu açıdan uygun koşullar oluşturulmadığı zaman başarılı iç mimari düzenler getirilemez denilebilir. Örneğin, ayna gibi parlak yüzeylerin ışığı yansıtmasıyla ilgili fizik özellikler iyi bilinmediği zaman iç mimaride yanlış kullanımlar olabilir. Oysa, doğrultulu yansıma yapan bu tür parlak (renkli ya da renksiz) yüzeylerin kendilerinin aydınlatılamadığının, görünürlüklerinin ise, yansıttıkları yüzeylerle ilgili olduğunun ve bunun bakış doğrultusuna göre de değiştiğinin bilinmesi, bu tür yüzeylerin kullanılmasında mimaride yararlanılacak durumlar getirir.

Donuk yüzeyler ise, üzerine gelen ışığı yayınık olarak yansıttıkları için, her doğrultudan kolaylıkla algılanabilirler. Bu tür yüzeylerin açık ya da koyu olması yüzeye gelen ışığın az ya da çok yansımasını sağlar. Dolayısıyla, aynı ışık altında aydınlatıldıkları zaman yansıtma çarpanları değişik olan bu yüzeylerin görünürlülükleri (ışıklılıkları) de ayrı olur. Bu nedenle hacimde kimi yüzeyler daha çok, kimi yüzeyler daha az ışıklı olarak algılanır.

Donuk yüzeyler için ışıklılık (=) aydınlık (x) yansıtma çarpanı (L=Exr/cd/m² nit) olarak belirlenir. Donuk (kireç badana gibi) ve parlak (ayna gibi) yüzeylerin yanında karışık yansıma yapan yüzeyler de (ipeğimsi ve cilalı yüzeyler gibi) söz konusudur. Bu yüzeylerin ışığı yansıtma biçimleri de değişik olur. İç mimaride görsel konfor yönünden, görme alanı içindeki yüzeyler arasında, ışıklılık karşıtlıklarının uygun sınırlar içinde tutulması gerekir.

Duvar, döşeme, mobilya ve benzeri gibi iç yüzeylerde renk kullanımı da söz konusu olduğuna göre, bu konunun hem aydınlatma tekniği, hem de iç mimari biçimleniş yönünden önemini vurgulamak gerekir.

Kent aydınlatma konularında ise, aydınlatılan türlü yapı, anıt, heykel ve benzeri nesnelerin yüzey özellikleri, hem görünürlüğün sağlanması, bir başka deyişle, yeterli ışıklılık düzeylerinin elde edilmesi hem de yüzey renklerinin algılanması yönünden önem taşımaktadır. Yukarıda iç yüzeyler için açıklanan donuk ve parlak yüzeylerle ilgili bilgiler kuşkusuz dış yüzeyler için de geçerlidir. Sınırlı ortamlar olan yapı içi aydınlatmasında iç yüzeylerden yansıyan ışıkların birbirlerini etkilemesi söz konusudur. Sınırsız ortamlarda yer alan kent öğelerinden yansıyan ışıkların birbirlerini etkilemeleri ise kimi koşullar için geçerlidir.

Bilindiği gibi renk, yalnızca bir takım kimyasal boyaların ya da yüzeylerin belli özellikleri değildir, insanda renk algılamasını doğuran ışıksal uyartıların da olması gerekir. Işık olmazsa renk görme olanaksızdır. Çünkü insan çevresindeki bütün nesneler ışıkla algılanabildiği gibi renkler de ancak ışık olduğu zaman algılanabilir. Bu nedenle, iç mimaride aydınlatma için kullandığımız lambaların (ışık kaynaklarının) tayf özellikleri çok önemlidir. Birbirinden ayrı lambaların tayf yapıları da farklı olduğu için, bu lambaların aydınlattıkları renkli yüzeyler, farklı renklermiş gibi algılanır.

Renk görmede çevre etkeni de önemlidir, çünkü aynı görme alanı içinde birbirinin aynı olan iki renk, değişik renkli çevre içinde ayrı renklermiş gibi algılanır. Çevre etkisi kalktığı zaman bu durum da ortadan kalkar. Hacimde renkli yüzeyler birbirine yansıdıkları zaman, yüzeylerin ve aydınlatan ışığın tayfına göre renklerde değişmeler olur. Bu olay, kimi zaman mimaride oldukça kötü görünüşler oluşturabilir. Bu nedenle, iç mimari biçimlenişte renk etkeninin üzerinde önemle durulması ve bunun aydınlatma ile birlikte düşünülmesi gerekir [7].

2.5. Mimari Tasarım Kriterlerinden Aydınlatma Tasarımı

Aydınlatma tasarımı bir anlamda mimari tasarım gibi gerçek gereksinimleri karşılamaya yönelik ve aydınlatma tekniğine dayalı olarak, özgün bir aydınlatma düzeninin oluşturulması biçiminde tanımlanabilir. Bu tanımda belli bir aydınlatma tasarımında konunun teknik yönü yanında sanatsal ve mimari yönü olmak üzere iki ayrı boyutunun olduğu açıkça ortaya konulmaktadır. Nasıl ki mimari tasarım belli aşamalarla gerçekleşirse, aydınlatma tasarımı da aynı biçimde onu izlemelidir. Bu aşamalar temelde sırasıyla;

-Ön tasarım
-Tasarım
-Uygulama Projesi

olarak ele alınır. Ardından ise uygulamanın gerçekleşmesiyle kullanım aşamasına gelinmektedir.

Ön tasarım mimari açıdan bir hazırlık evresi olup, mimari tasarım konusunun özelliklerine göre doğal ve yapma olarak tüm verilerin, konu ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin değerlendirildiği, her yönden belirli ilke kararlarının verildiği bir aşamadır. Konunun niteliğine göre bu aşamada aydınlatmaya yer verilir ya da verilmeyebilir. İlk aşamada elde edilen ilke kararları, işveren ve / ya da kullanıcı isteklerinin değerlendirilmesi vb. etkenler ile mimarın ortaya koyduğu kendi yaratıcı gücü ile oluşan özgün tasarım evresi, aydınlatma konusunun da konsept olarak gündeme gelmesi gereken dönemdir. Tasarım aşamasında aydınlatmanın olanaklarının bilinmesi mimari tasarıma da özgürlük sağlar. Uygulama projesinin hazırlanması aşaması ise, artık tasarımın gerçekleşmesine yönelik atılan bir adım olduğu için, soyuttan somuta geçişte tüm sorunların çözümlenmesi gereken bir aşamadır. Taşıyıcı sistem, malzeme seçimi, yapısal özellikler, yapı fiziği konuları, tesisat sistemleri gibi pek çok etken bu aşamada ayrıntılı olarak gündeme

gelmektedir. İşte bu aşama aydınlatma tasarımının olgunlaştırılarak proje hazırlanması gereken evredir.

Aydınlatma projesi hazırlanırken yapının mimari özellikleri ile birlikte işlevsel ve yapısal özelliklerinin incelenmesi, değişik işlevli hacimler için iç mimari ve tefriş gözetilerek aydınlığın niteliğinin belirlenmesi ve bunlara dayalı aydınlatma çözümlerini getiren düzenlerin oluşturulması ve gerekli aydınlık düzeyi hesaplarının yapılması gelmektedir. Tüm bu incelemeler sonunda gerekli lambalar, aydınlatma elemanları, bunların türü, gücü, konumları, sayıları, tefrişle ilişkileri, uygulama ile ilgili teknik bilgiler, gerektiğinde hazırlanan özel detaylar projede yer alır. Sonraki aşamada elde edilen verilere göre hazırlanan proje doğrultusunda elektrik tesisatı projesi hazırlanması gelir. Aydınlatma düzeni oluşturulurken aydınlatma çözümünü etkileyen durumlar varsa, mimari açıdan değişiklikler yapılması söz konusu olabilir. Aksi durumda uygulamaya geçildikten sonra geri dönüşler genelde pek söz konusu değildir.

Bugün elektroniğin getirdiği çeşitli olanaklar doğal aydınlatmanın kullanımı sırasında pek çok seçenek sunmakta, farklı aydınlatma düzenlerinin yaratılmasını da olanaklı kılmaktadır. Yaşam niteliği ve insan psikolojisi açısından da hoşa giden bu durum enerjinin uygun kullanımı yönünden de önem taşımaktadır [1].

3. DOĞAL AYDINLATMA

3.1. Doğal Işık

Güneş ışığı son derece yüksek bir konfordur. Bu ışık, yapıların güzel görünmesini sağlar ve iş verimini artırabilir. Binalardaki doğal ışık, elektrik kullanımını azalttığı gibi, elektriğin az tüketilmesi ile çevre kirliliğini de azaltmış olmaktadır. Bu faydası bile sadece kendi başına binalarda doğal ışığın kullanılması için çok önemli faktördür.

Doğal ışığın kontrolü zor olabilir. Yanlış uygulama haddinden fazla sıcaklık artışına, gözü rahatsız eden bir parıltıya ve mimari yapıya düzensizliğe neden olabilir. Maalesef doğal ışığın yanlış uygulamaları, başarılı yapılan uygulamalara göre daha fazladır. Binanın cepheleri çoğunlukla gün ışığını dikkate almaksızın tasarlanmaktadır. Bu yüzden günün hangi saati olursa olsun elektrik ışıkları yakılmak zorunda kalınır. Gün ışığının yararları göz ardı edilir ve ekonomik faydaları ve estetik görünümünden yoksun kalınır.

Doğal ışığın başarılı kullanımında yerler keyifli mekanlar haline gelir. Hatta aşırı kontrast , göz alıcı parlaklık istenmeyen sıcaklık ve çok yüksek ışıktan sakınılır. Bu bölümde başlıca yapılarda doğal ışığın kullanımı anlatılacaktır. Bina içlerinde elektrik ve gün ışığının bütünleşmesi ile keyifli mekan formları meydana gelir.

Doğal ışığın kullanımı etkileyicidir. İlk yargı onun uygunluğudur. Yapı içerisindeki aydınlatma için uygun nitelik ve nicelikteki ışık bölgenin iklim ilişkilerine göre seçilir.(bölgenin yapısına göre tasarım belirleme) Uygun gün ışığı, bölgedeki toprağın formu bitki örtüsü ve yapılara göre değişir. Doğal ışığın temel üç kaynağı vardır.

Gün Işığı: Gün ışığı buluttan geçerek, ya da bulutlu gök yüzünde kısmen yayılması

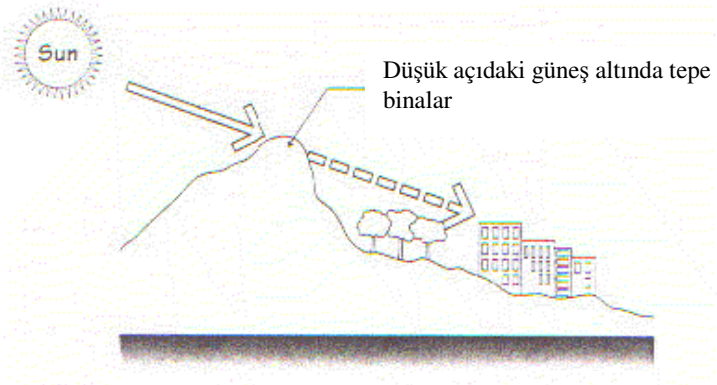
Güneş Işığı: Güneş ışığı bulutsuz ya da bulutlu havalarda direkt güneş ışığının gelmesi.
Dışarıdan Yansıyan Işık: Işığın doğal ya da insan yapımı yüzeylerden yansıması [8].

3.2. Güneş Işınlarından Yararlanılmasının Planlanması

Gün ışığından yararlanılmasında dikkat edilmesi gereken noktalar:

3.2.1. Topografya

Topografya gölgelemede ya da güneş ışığından yararlanma planlanmasında kullanıla bilinir. Ne zaman esaslı bir şekilde form olarak nerede bulunduğunu saptandığında ve bulunduğunda sirkülasyon modelleri bina kümeleri arasında güneş ışınlarının geçişini çözebilir sirkülasyon modellerini doğu batı eksenlerinde uzatmak güneş ışınlarının geçişini kolaylaştırır.

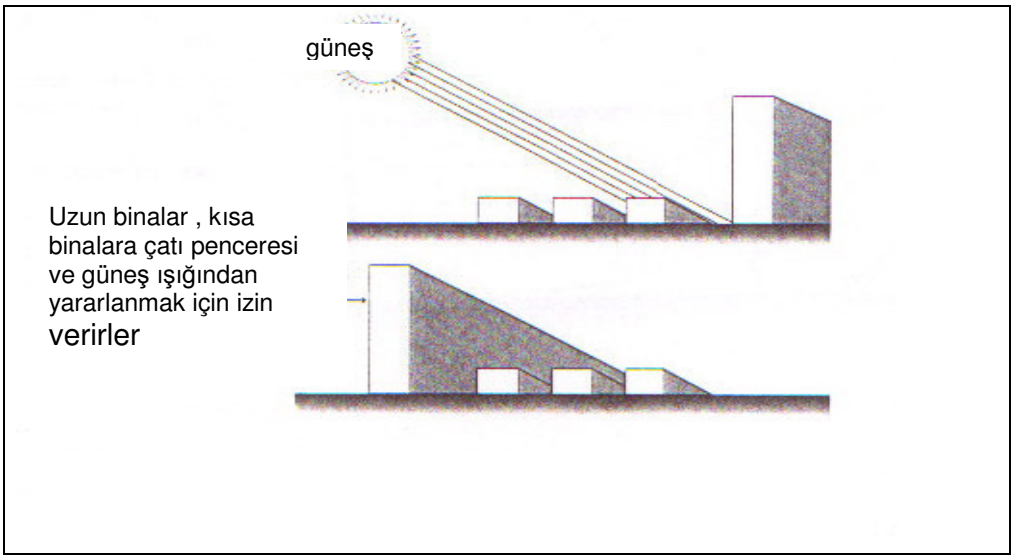


Şekil 3.1. Düşük açıdaki güneş altında tepe gölgesindeki binalar [8].

3.2.2 Kentsel Dizayn

Büyük binalar kendi aralarında ya da komşu binalarda sık sık gölgeleme yaparlar. Bu soğuk avlu yaratıldığında yada karanlık sorun olduğunda, kentsel caddeler oluşturulduğunda kıymetli bir şey olabilir. Birçok kentsel

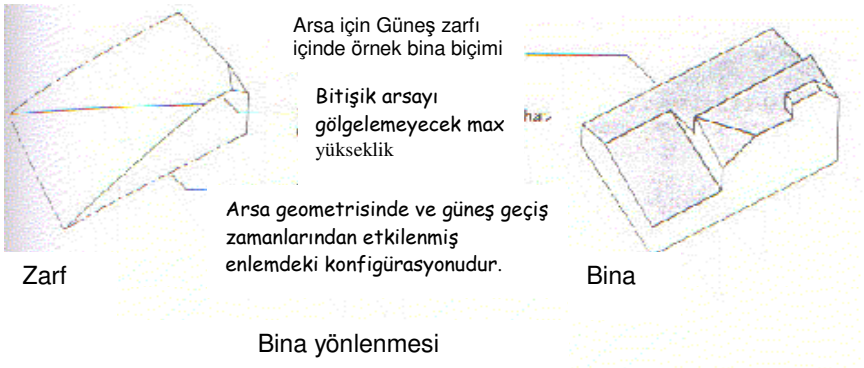
alanda kent bilim kanunları gün ışıklarını ya da güneş ışınlarının geçişini kümeleşen yapıların ihtiyaçlarının işleyişini düzenlemeyi kapsar. Kanunlar gökyüzüne olan bakış açısını artırmak için gün ışığı girişlerini belirtir.



Şekil 3.2. Uzun Binalar, kısa binalara çatı penceresi ve güneş ışığından yararlanmak için izin verirler [8].

3.2.3. Güneş zarfları

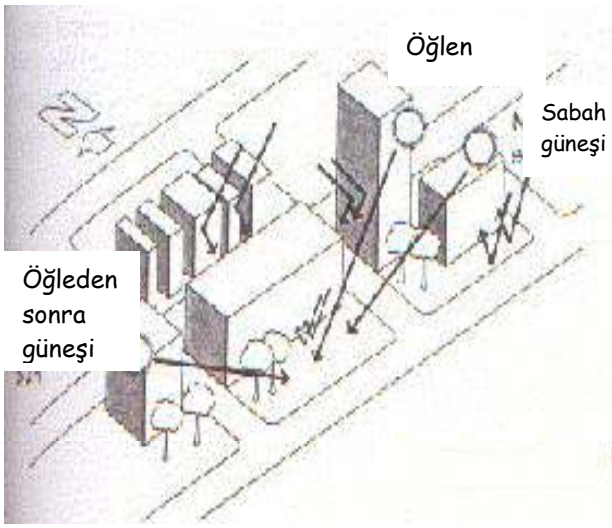
Solar zarflar bitişik siteler için güneş ışığına ulaşımın rahat sağlanmasında belirli bir site üzerinde inşa edilebilen hacmin max etmek için kullanılan 3 boyutlu dizayn yapısıdır. Solar zarfların tasarımında kullanılan temel element enlem, büyüklük, derinlik ve sitenin topografyasıdır. Günlük güneş ışığının istenilen zaman ve derinlikte bitişik sitelere gölge etkisi yaparak geçişini Profesör Rolph Knowles solar zarflar adı altında keşfetti.



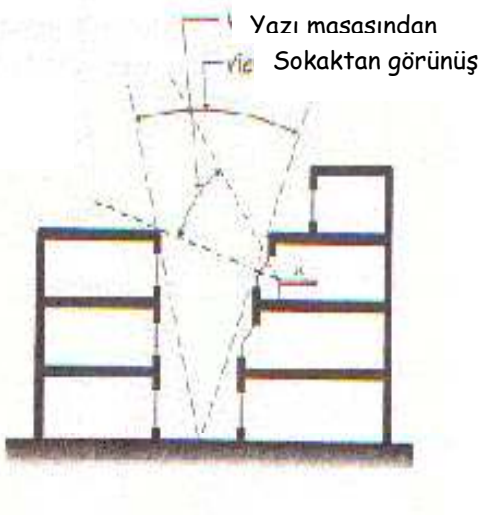
Şekil 3.3. Solar envelope (Güneş zarfları) [8].

3.2.4. Bina yönlendirilmesi

Güneşten fayda planlaması, daha doğrudan güneş ışığı ulaşımı ve gölge içerir. Şehir planları uygun bina yönünü belirleyebilir. Yerleşim tipik olarak Doğu-Batı ekseninde olur. Bu sayede doğrudan güneş ışığı kullanımı gölgeleme ve bitişik yer ve binalarda güneş ışığının yansıması kolaylaşır.

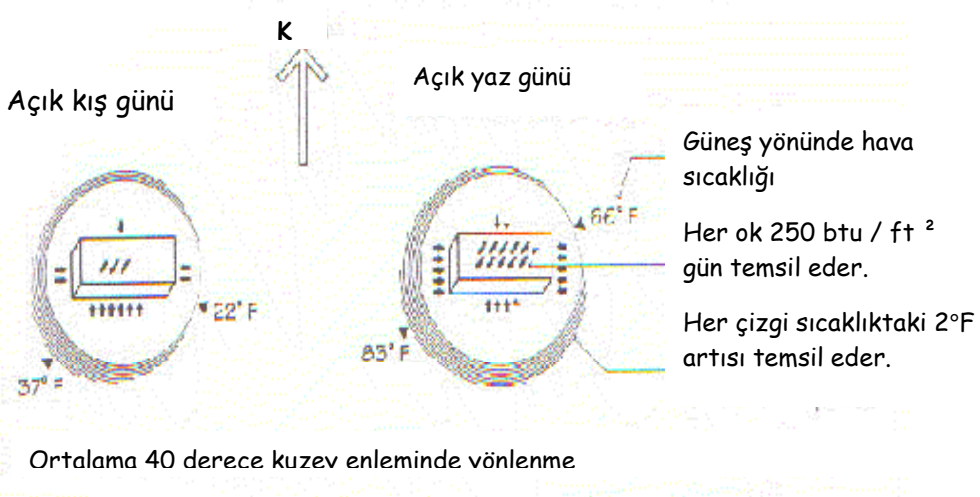


Şekil 3.4.Güneşli iklimdeki binalar ,güneş ışığının ön yüzlerinden direkt gelişine ihtiyaç duyar [8].



Şekil 3.5.Kapalı ortamdaki binalar gökyüzünün max. ‘’kesintisiz açı ‘’görünümüne ihtiyaç duyar [8].

Bina yönlenmesi binaların içindeki doğal ışığın kullanımı kolaylaştırır veya zorlaştırır. Bina yönü, gölge ve tekrar yükselen güneş ışığı için tehlikelidir. Fakat bu doğrusal olmayan güneş ışığı için daha azdır.



Şekil 3.6. Kuzey-Güney doğrultusunda yerleştirilmiş binalar [8].

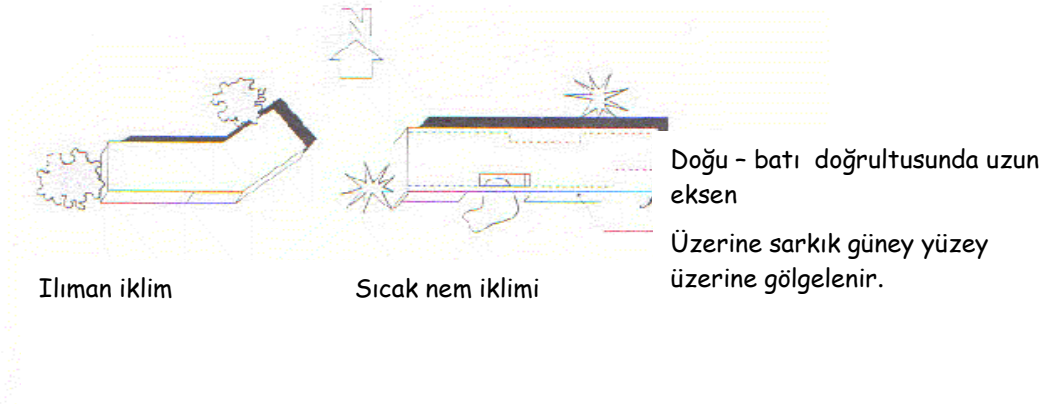
Kuzey –Güney doğrultusunda yerleştirilmiş binalar

Kuzeye ve Güneye uzun eksenli bina dönükleri genellikle öğle ve sabah güneşine çok fazla maruz kalırlar. Doğu ve Batı cephesi kış mevsiminden daha fazla ışığı yazın alır. Çünkü küçük açıdır. Güneş ışığı bu tür dönüklüklerde görünüşü bloke etmeksizin doğrudan güneş ışığını gölge etmek için çok zordur. Göreli olarak yatay aydınlatma düşey yüzeyler için aydınlatma seviyesi, binanın Doğu-Batı tarafına açılma için daha az tercih edilir. Özellikle bu dönüklük en iyi gün ışığının devamlılığını sağlar.

Doğu – Batı doğrultusunda uzanan binalar

Binalar doğu – batı uzun ekseni boyunca tam olarak nerede olacakları saptanarak çoğunlukla güney güneş ışınlarına maruz bırakılırlar. Bu genellikle çevreye uyum sağlayan binalarda tercih edilir. Kuzey yarım kürede kış iken, güney yükseltir. Büyük miktarda güneş ışını alır, güney yarım kürede akside doğrudur. Yüksek yaz güneşi dünya çatısında ve yüzeyinde

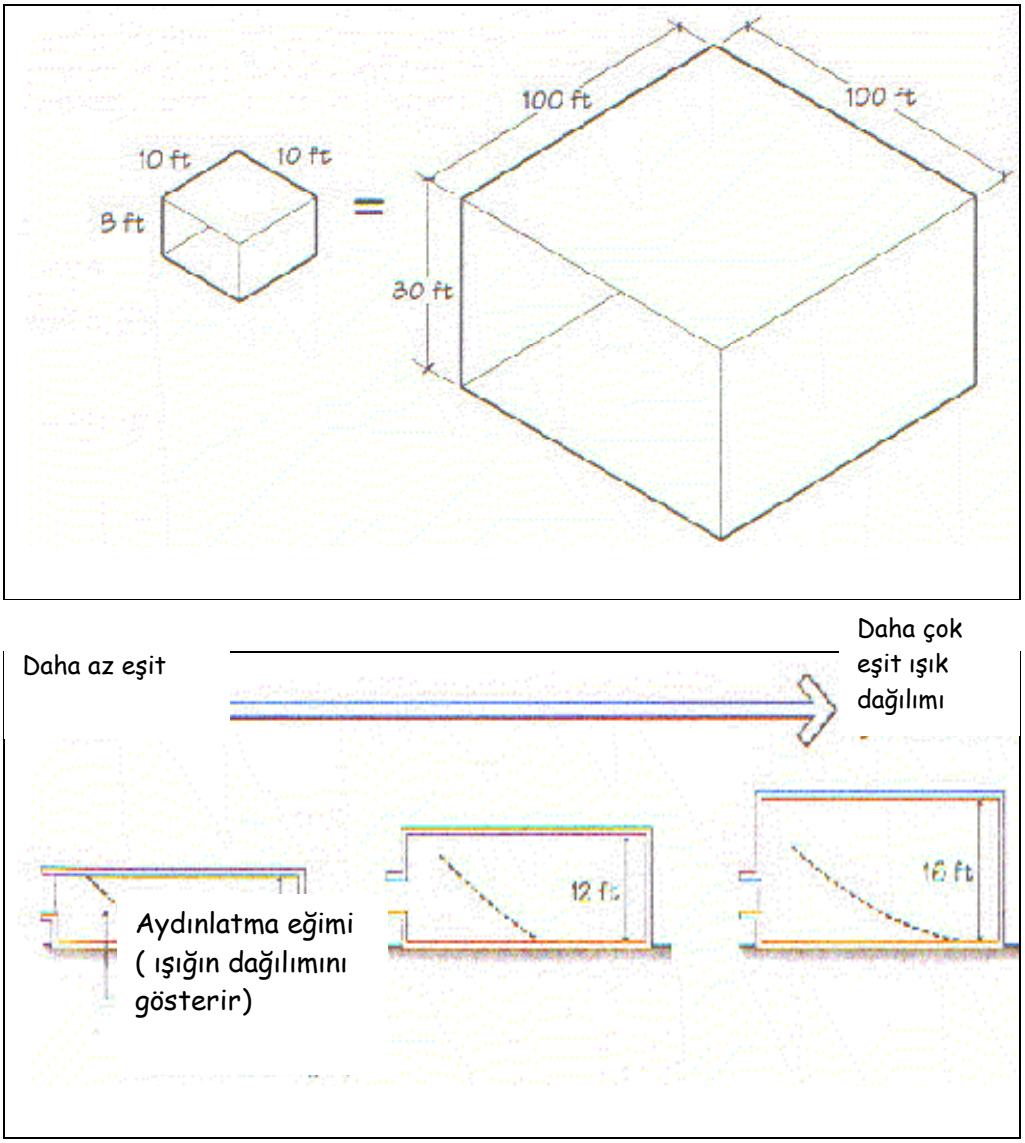
büyük etki yapar. Kuzey ve güneylerin kolay yatay çizgi oyunlarıyla sık sık gölgelenir. Birçok enlemlerde binaların kuzey yüzeylerinde güneşle ilgili bir etki yoktur, dolayısıyla güneş ışınını gölgelemek için bir yöntem gerekmemektedir. Çevreye alışma etkileri kuzey enlemlerde güneş açıları daha alçak olduğu için oldukça büyüktür. Büyük açılı güneş ışınları girerken kuzey ve güney yüzleri açarak yeryüzünü iyi bir şekilde aydınlatır. Kuzey ve güney yüzeyler değişik mevsimlere göre belirli miktar ışık alırlar.



Şekil 3.7. Doğu-Batı doğrultusunda yönlendirme [8].

3.2.5. Oda oranı

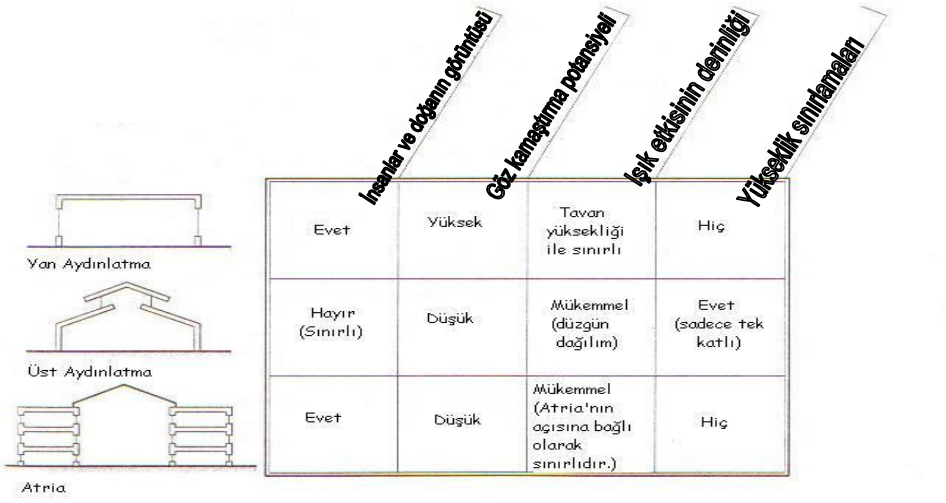
Ne kadar derinlikteki bir odada doğal ışıkla iyi bir aydınlatma yapılabilir? Oda oranında ışık dağılımı tespit edilir. Örneğin;10×10×8 ft yüksekliğindeki bir oda ile 100 × 100 × 80 ft odaya aynı oranda açılım, çevreye uyum ve yansıma verildiğinde aynı aydınlatma dağıtımına sahip olursunuz. Tavan yüksekliği artırılırsa ışık dağılımında artış olur. Tepe ışıklandırılması ve yan ışıklandırmalarda Bu oranı daha da arttırabilir [8].



Şekil 3.8.Oda oranlarına göre ışık dağılımı [8].

3.3. Doğal Işığın Binanın İçine Alınması

Üç temel form doğal ışığın içeri alınmasında kullanılır: düşey pencereler, tepeden veya atria. Farklı özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

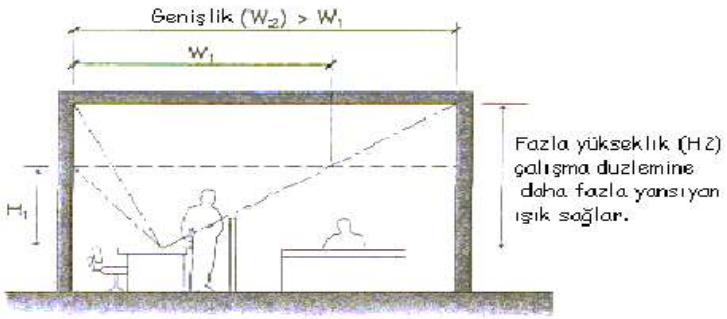


Şekil 3.9. Doğal ışığın binanın içine alınması [8].

3.3.1. Düşey pencerelerle aydınlatma

Düşey pencerelerle aydınlatma terimi açılımların yerini tarif eder. Bu açılımlar ışık yansıtıcı ve tutucu yüzeyler göz, kamaştırması ve fazla ısıya neden olması göz önünde bulundurularak mimariye entegre edilmelidir. Çoğu durumlarda tavan yansıtılan ışığın alınması için en iyi yüzeydir. Fazla yansıma ve görüntü engellenmemelidir. Tavan aydınlatmasının avantajları:

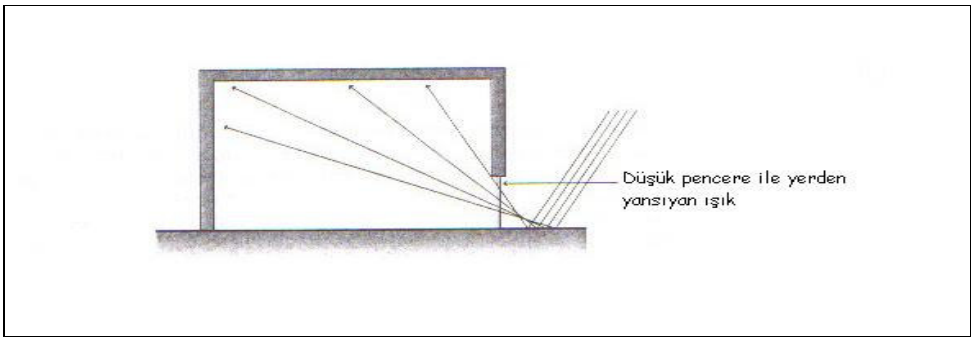
1.Hedef ve tavan mesafesi artar, bu da hedefin tavanı daha fazla görmesine yardımcı olur.



Şekil 3.10. Fazla yükseklik ile aydınlatma sağlanması [8].

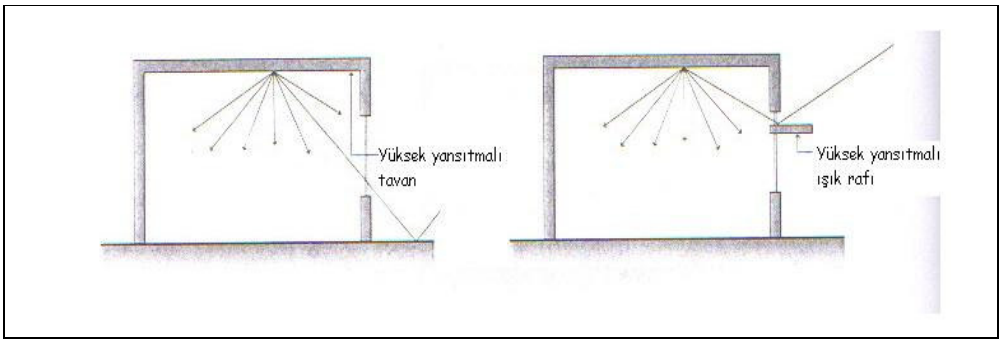
2.Işık kaynağı ile tavan arasındaki mesafenin artması dağılan ışığın tavanı aydınlatmasını sağlar.

3.Düşük pencere kullanarak tavana ışık yansıtılabilir fakat ışığın gözde kamaşmaya yol açmamasına dikkat edin.



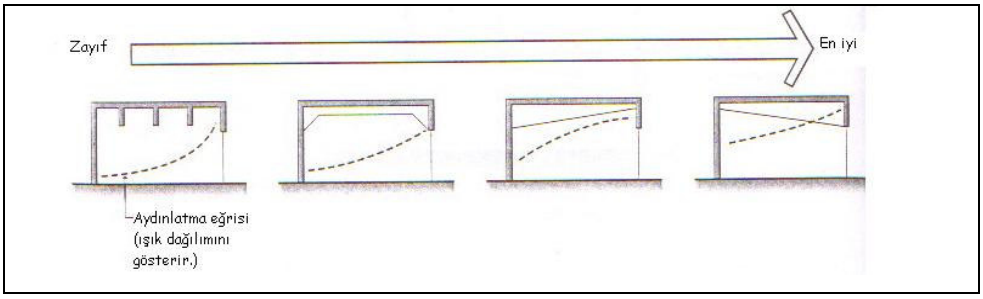
Şekil 3.11. Düşük pencere ile yerden yansıyan ışık [8].

4.Yüksek yansıtmalı yüzey kullanılan sistemler



Şekil 3.12.Yüksek yansıtmalı tavan ve ışık rafı [8].

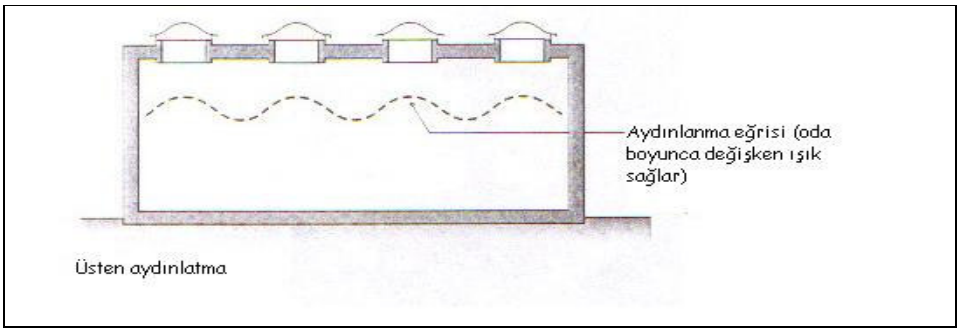
5.Tavanın yüzey alanı minimum düzeyde tutulmalı (maksimum efektif yansıma) ve yukarıya doğru hafif eğimli, fazla dik olmamalıdır.



Şekil 3.13. Aydınlatma eğrisi ve ışık dağılımı [8].

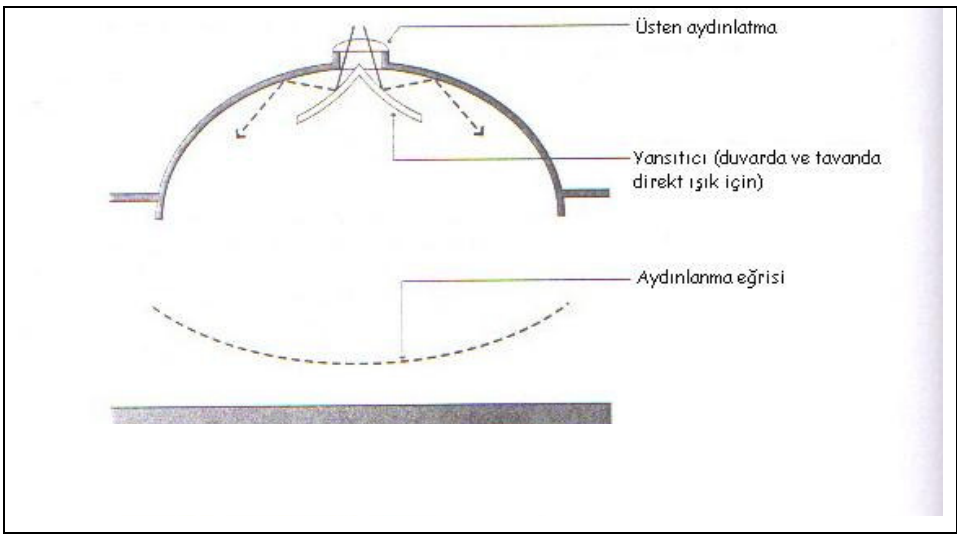
3.3.2. Tepeden ışıklandırma

Üstten ışıklandırma mimarlığın klasik bir temasıdır. Çatı pencereleri ve clerestories ışık aparatları olarak çok uzun bir geçmişe sahiptir. Tepeden ışıklandırma, yandan ışıklandırmadan pek çok önemli açılardan ayrılır. Parıltı için özellikle alçak güneş ışıklarında yandan ışıklandırmayla karşılaştırıldığında daha az potansiyel vardır. Ek olarak tepeden ışıklandırma, yandan ışıklandırmadan daha çok birimsel açılım alanına gereksinme duyar.
Tepeden ışıklandırma için açılımlar bina oryantasyonundan bağımsız olarak yerleştirilebilir ve tek yanlı alana daha derin ışık dağıtabilir. Bu tepeden ışıklandırmayı daha verimli kılar. Mesela çatı açılımları aynı büyüklükteki yanal açılımlardan yaklaşık üç kat fazla ışık verir. İhtiyaç duyulan yerlere açılımlar yerleştirerek fazla aydınlatma ve ısıtma, havalandırma ve klima sistemlerinde kötü etkileme olmadan en iyi dağıtım sağlanabilir.



Şekil 3.14. Üstten aydınlatma [8].

Şekiller, yüzey yansıtıcılar ve üstten aydınlanmalı alanların oranları kritiktir. Tavan yüksekliğini artırmak ışık dağılımını artıracaktır, böylece daha az açılıma ihtiyaç duyulacaktır.



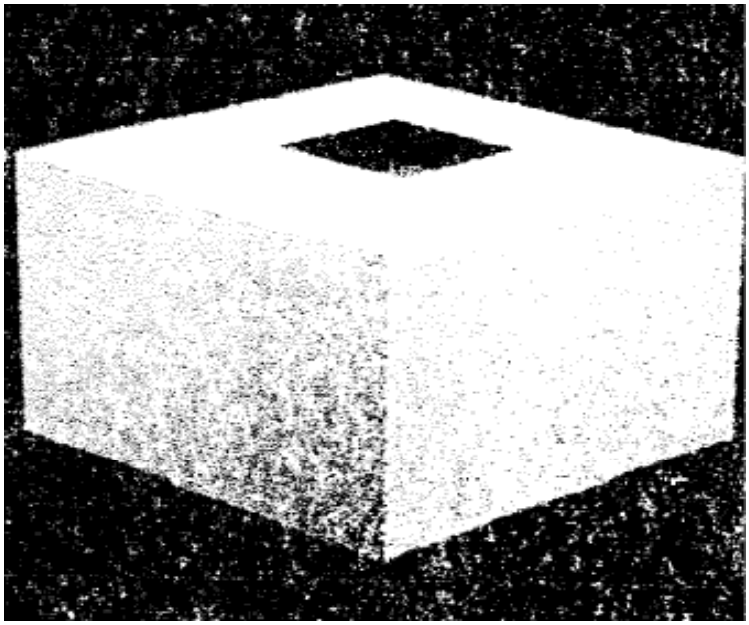
Şekil 3.15. Üstten aydınlatmaya örnek [8].

Işık en iyi dolaylı olarak kullanılır. Tepeden ışıklandırma için duvar gibi dikey elementler tipik olarak en iyi ışık alma yüzeyleridir. Tepeden ışıklandırmayla aydınlatılan duvarların rahatlığı neden sanatsal yapıları aydınlatmada sık kullanıldığını açıklar. Aydınlatılmış duvarlar ve yüzeyler yüksek yansıtıcılı olmalıdır ve gerekli görüldükleri yerlere yerleştirilmelidir. Bazı durumlarda tepeden ışıklandırmadan ışık, Kimbell Sanat Müzesi, Fort Worth, TX'de olduğu gibi tavana geri yansıtılabilir.

Işık açılımı ve bitişik yüzeyler arasında çoğunlukla büyük zıtlık vardır. Açılımın kalınlığını artırmak ve kenarını açmak bitişik parlak yüzeyler yaratacak, ışık dağılımını artıracak, kontrastı düşürecek ve kaynağın göze çarpan boyutunu artıracaktır. Bu şekilde, küçük açılımlar büyükler gibi rol oynayabilir [8].

3.3.3. Atrium

Gün ışığı atriuma girdikten sonra ilk olarak yan mekanların duvarlarını ve yer döşemelerini etkilemektedir. Bu nedenle bu yüzeylerin yansıtmaları mekan içerisindeki aydınlık düzeyine etki etmektedir. Işık kuyusu tarafında bulunan cam yüzeylerin alanları, yan mekanlardaki aydınlık düzeylerini etkiler. Işık kuyusuna bakan açıklıkların ve duvarların alanları, iç mekanlara ulaşan ışık miktarını etkiler. Üst katlar ağırlıklı olarak dolaysız gök ışığı alırken alt katlarda ışık kaynağı, ışık kuyusunu çevreleyen yüzeylerden gelen yansımalardır. Doğal olarak ışık kuyusuna bakan büyük açıklıklar, iç mekana daha fazla ışık ulaşmasını sağlar. Ancak, üst katlardaki büyük açıklıklar ışık kuyusu duvarlarında daha az yansıma yüzeyi bırakacağından,ışık kaynakları sadece iç yansımalar olan atriumun alt katları daha karanlık olacaktır. Ayrıca üst katlardaki doğal aydınlatmanın yüksekliğinin yan mekanları kullananlarda kamaşma problemi yaratması da söz konusu olabilir. Bütün bu nedenler göz önüne alınarak, atriumun farklı katlarında farklı alanlarda açıklıklar tasarlanması akılcı bir yaklaşım olacaktır [9].



Şekil 3.16. Atriumlu bina örneği [9].

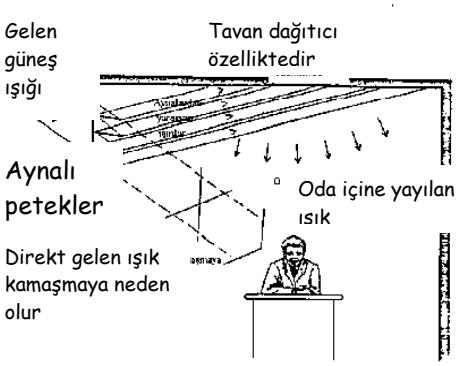
4.GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Elektrik enerjisinin aydınlatmada yaygın olarak kullanılmaya başlamasından önceki dönemlerde yapılmış yapılar incelendiğinde, bu yapılarda güneş ye gök ışığının hacim içine etkin şekilde alınabilmesi için ciddi çalışmalar yapılmış olduğu görülür. Daha sonraları, elektrik enerjisi ile aydınlatmanın, istendiği yerde istendiği kadar kolaylıkla sağlanabilmesi, eski yapılardaki bu özenin kaybolmasına neden olmuştur. Ancak günümüzde gelişmeye başlayan cevre bilinci, insanları tekrar pasif bir enerji tasarrufu yöntemi olan doğal aydınlatmanın etkin kullanımına yönlendirmektedir. Doğal aydınlatma sistemleri, oda içindeki gün ışığı dağılımını düzenlerler ve direkt gelen güneş ışığını kontrol ederek, çalışma düzleminde gereken aydınlık düzeyini sağlarlar. Bu sistemler pencereden giren güneş ışığı miktarını arttırmazlar, amaç sadece güneş ışığının kullanım verimini arttırmaktır. Güneş ışığının insan bünyesi üzerinde fizyolojik ye psikolojik pozitif katkıları vardır. Doğal aydınlatma ile aydınlatılan ortamlarda bireylerin çok daha verimli oldukları gözlemlenmiştir [10].

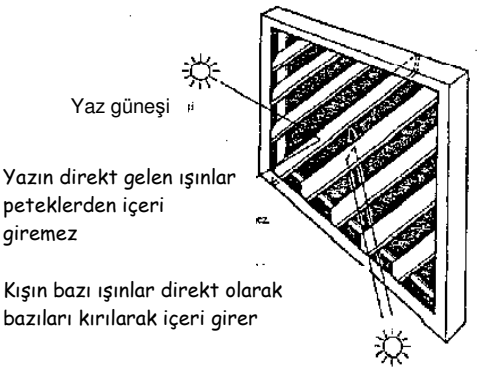
4.1 Aynasal Sistemler

Klasik aynasal sistemler, cam arasına yerleştirilen üç yüzlü aynasal parçacıklar yardımıyla ışığın yansıtıldığı sistemlerdir. Aynasal parçacıkları açısı, oda büyüklüğü ve şekline bağlı olarak, ışınların geliş yönü de göz önüne alınarak değiştirilebilir. Işınlar geliş açılarına göre oda içine belli bir açı ile alınırlar. Direkt gelen ve kamaşmaya neden olabilecek ışınlar, şekil 4.1. de gösterildiği gibi aynasal sistem etkisiyle tavana yansıtılırlar ve tavandan oda içine yansıtılırlar. Böylece kamaşma önlenir. Tavan renk ve malzemesi bu nedenle önemlidir. Tavan ışık yansıtma katsayısı yüksek malzemeden seçilmelidir. Işığın tavanda daha geniş bir alana yayılması için ‘aynalı ışık kepçesi’ sistemi kullanılır. Verim arttırmak istendiğinde, aynaların gün içinde ışığın gelişine göre konum değiştirmesini sağlayan motorlu sistemler

kullanılırlar. Bu sistemin genel olarak iki sakıncasından söz edilebilir. İlki hacmin içinden dışarısının görünmesini engellemesidir. Bu nedenle sistem camların sadece üst kısmında uygulanmaktadır. Diğer sakıncası ise bakımdır [10].



Şekil 4.1. Oda içindeki ışık yayılımı [10].



Şekil 4.2.Batıya bakan oda için Yaz - kış petek performansları [10].

Sabit Petek Sistemleri

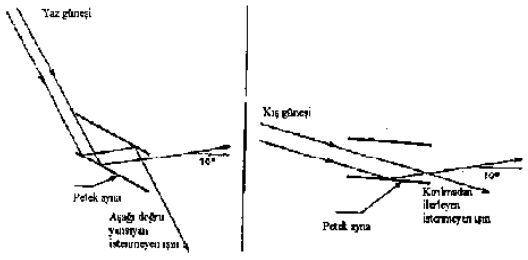
Sabit petek sistemlerinde tek, büyük ve düz yansıtıcı, yuvarlak veya küçük çok sayıda yansıtıcıdan daha iyi sonuç verir. Odanın arka tarafında daha yüksek parıltı seviyeleri sağlar ve tavanda rahatsız edici gölgeler oluşturmaz.

Kuzeye bakan pencerelerde yatay petekler en iyi sonucu verirler. Doğuya ye batıya bakanlarda diyagonal yerleştirilmiş petekler önerilirler. Petekler, Şekil 4.2' de görüldüğü gibi, yazın güneş ışığını yansıtırlar, kışın hacim içine sokarlar. Peteklerin içerde olması bakım acısından kolaylık sağlar. Güneş ışınları çok dik geldiğinde, tüm tavana yansımaz. Güneş ışınları çok yatay geldiğinde ise zebra etkisi oluştururlar. Bu nedenle hareketli petek sistemleri tavsiye edilir.

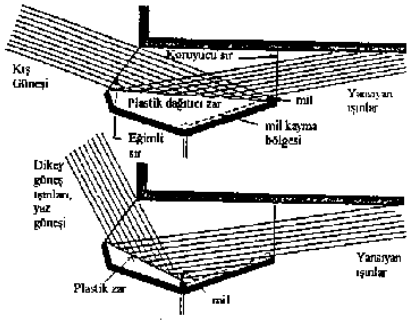
Hareketli Petek Sistemleri

Güneş ışığına bağlı olarak konumu ayarlanan petekler çok pahalı değildirler. Hareketli peteklerin kullanılma nedenleri direkt güneş ışığının etkisinden kurtulmak ve odadaki sıcaklık etkisini yok etmektir. Güneş ışığını içeri alan optimal konum, optimal sıcaklığı vermeyebilir. Peteklerin doğru konuma el ile getirilmeleri kolay değildir. Bu nedenle motorlu sistemler kullanılırlar.

Mil üzerine yerleştirilmiş petek sisteminin yarattığı sorunlardan biri Şekil 4.3. üzerinde gözlemlenebilir. Güneş ışığının yatayla 10^{0} lik sabit bir açı yapacak şekilde tavana ulaşması istendiğinde, kış aylarında güneş ışınları yataya yakın acılarla geldiğinde petekler çok dar kalırlar ve çalışma düzleminde zebra etkisi oluşur. Yaz aylarında, ışınlar dike yakın açılarla geldiğinde petekler çok geniş kalırlar ve ışınlar petekler arasında kırılarak, kullanıma elverişli güneş ışığının harcanmasına neden olurlar. Bu iki olayı dengeleyici bir açı saptanmalıdır. VALRA (Variable-Area Light-Reflecting Assembly) Değişken Alan Işık Yansıtma Sistemi bu soruna çözüm getirmiştir. Şekil 4.4 de görüleceği gibi, VALRA sistemi hareketli bir makaraya plastik yansıtıcı zar eklenmiş bir sistemden oluşur. Güneşi ışınları dik geldiğinde, zar eğimli kısa ayna görevi görür. Güneş ışınları yataya yakın açılarla geldiğinde ise makara zarı serbest bırakarak, daha geniş ve neredeyse yatay ayna oluşumunu sağlar. Bu sistem, uygulamalarında olumlu sonuçlar vermiştir [10].



Şekil 4.3. Hareketli ayna sistemlerinin problemleri [10].



Şekil 4.4. VALRA yaz-kış ayarı [10].

4.1.1. Reischtag (Yeni Alman Parlamentosu)

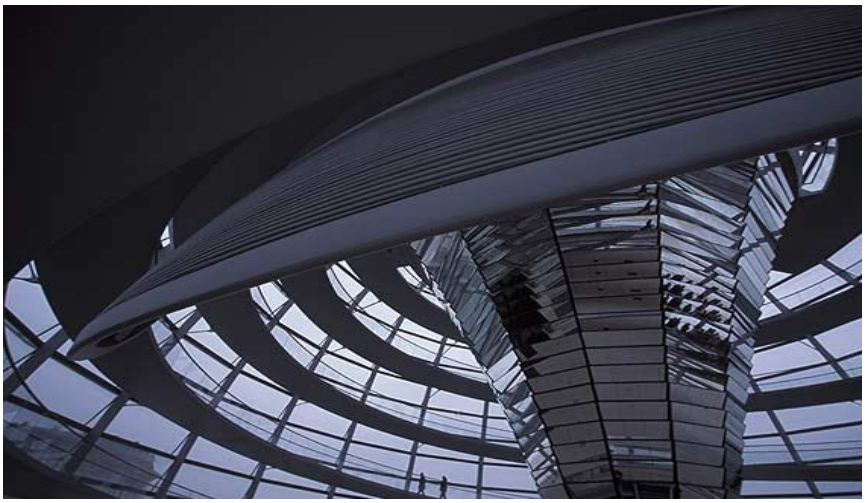
Yer: Berlin, Almanya

Mimar: Norman Foster

Bina Kullanım amacı: Parlamento Binası

*Bina Alanı ve Yapım Yılı:*1995 (yenileme)

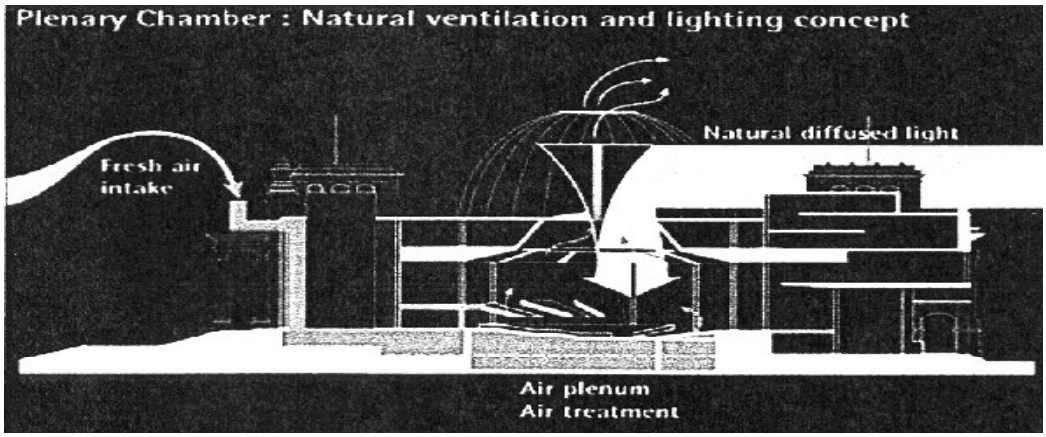
Aydınlatma Sistemi: Aynasal Sistem



Resim 4.1.Gün ışığını toplantı salonuna yansıtan aynasal sistem [11].

Resim 4.2. Doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak için ekolojik dengeler gözetilerek tasarlanan cam kubbe [11].

Foster, Reischtag'ın rekonstrüksiyonunda enerji üretimi ve dönüştürülmesiyle birlikte, gün ışığının geniş kullanımının ve doğal havalandırmanın uygulandığı bir sistem önermiştir. Bu sayede minimum miktarda enerji kullanımıyla, maksimum verim sağlanması amaçlanmıştır. Cam kubbe pek çok fonksiyonu yerine getiren, çoklu kullanım özelliğine sahip bir mekan gibidir. Eski yapının ortasında yer alan toplantı salonunu örten 36 m çapındaki bu şeffaf kubbe doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak için ekolojik dengeler gözetilerek tasarlanmıştır. Hem meclisi örten bir kabuk, hem de Foster'ın aydınlatma ve enerji stratejileri için anahtar bir unsur olan kubbe kentle saydamlık, şeffaflık ve geçirgenlik yoluyla ilişki sağlamakta; doğal gün ışığından yararlanılmasında ve doğal havalandırmada etkin bir rol üstlenmekte, aynı zamanda yapı için gerekli olan enerjiyi üreten bir merkez gibi çalışmaktadır [12].



Şekil 4.5. Doğal havalandırma ve gün ışığından faydalanma şeklini gösteren diagram [12].

Kubbenin merkezinde konkav, koniye benzer yapıda, yatay gün ışığını açılı aynalarını kullanarak meclisin içine yansıtarak bir ışık kaynağı gibi çalışan mekanizma bulunmaktadır. Bu işlem kubbenin iç yüzeyinde, güneşin izlediği yolu takip ederek solar ısı ve göz kamaştırıcı parıltıyı önleyen bir koruyucunun kullanımıyla birlikte işlemektedir. Kışın ve yazın ilk ve son günlerinde, gün ışığının az olduğu zamanlarda, koruyucu hareket ettirilerek

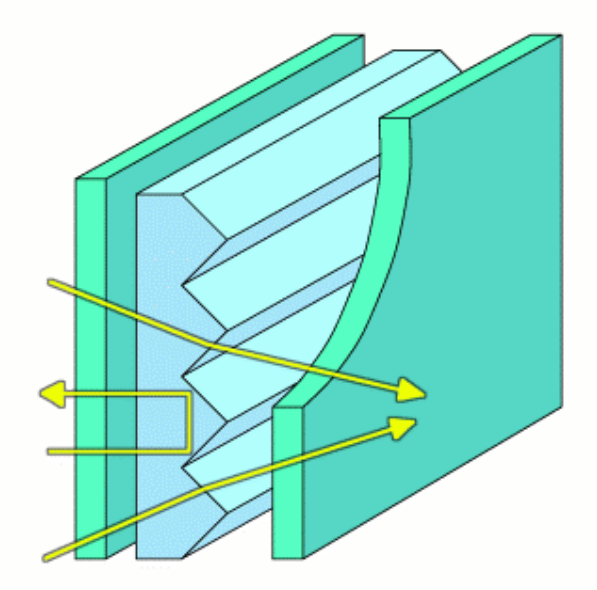
gün ışığından daha fazla yararlanma imkanından faydalanmaktadır. Kubbedeki hareketli gölgelendirme sistemini çalıştırabilmek için kubbenin üst yüzeyinde konumlandırılan fotovoltaik piller vasıtasıyla çalışan 100adet güneş modül paneli güç üretmektedir. Geceleyin işlem tersine döner ve meclisin oturum salonundaki suni ışık yukarı doğru yansıtılır. Aynaya çarpıp kırılan ışınlar,geceleyin etkili bir görüntü verir;bu sayede Berlinli'ler 'demokrasinin merkezi' olan parlamentolarının nerede olduğunu daha iyi algılarlar [12].

4.2. Prizmatik Sistemler

Prizmatik paneller, ince, düzlemsel, testere dişli açık akrilikten yapılmıştır. Ilımlı iklimlerde kullanılır. Gün ışığını ya kırmaya ya da dolaylı olarak göndermeye yarar. Direkt gün ışığını kırmada gölgeleyici bir sistem olarak, tepe penceresinde ise ışığı geçirip yayıcı olarak kullanılır. Birçok farklı uygulanma yolları vardır. İster sabit olarak, ister güneşi izleyen düzenekler şeklinde cepheler ve tepe pencerelerinde uygulanabilirler [13].

Şekil 4.6. Prizmatik sisteme gelen ışın yön değiştirir [13]

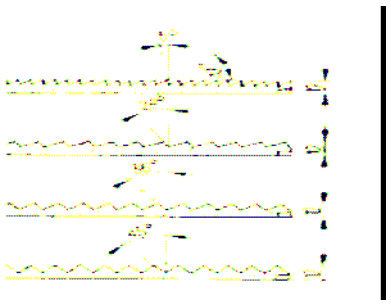
Doğrusal prizmatik panel, her birinin bir yüzeyi akrilik olan prizmalar sırasından oluşur. İki kırılma açısı vardır. Prizmatik paneller sık bakıma ihtiyaç duyar. Bunu ortadan kaldırmak için çift cam arasında kullanılırlar.



Şekil 4.7. Çift cam arasına yerleştirilmiş akrilik panel [14].

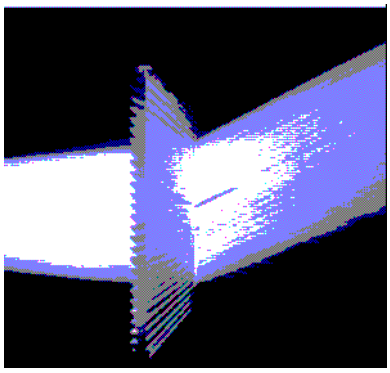
Güncel olarak, prizmatik panellerin yapımında iki farklı üretim işlemi uygulanır:

Enjekte kalıp yapma: Prizmatik paneller akrilik polimerden dört farklı biçimde üretilir.(farklı kırma açıları)Bazı paneller kısmen alüminyum film ile kaplanır. Her prizmanın bir yüzeyinde yüksek specular yansıtıcı vardır.



Şekil 4.8. Piyasada kullanılan prizmatik panelin dört şekli [13].

Asitle yakarak şekillendirme: Asitle yakma süreci, prizmanın yüzeyindeki bir milimetreden daha az aralıkların yapımında kullanılır. Sonuçta iyi görüş özelliği olan akrilik filmler elde edilir. Bu filmler çift cam takılı bir ünitenin içinde uygulanabilir.



Şekil 4.9. Doğrusal prizmatik panelin kesiti ve panelin ışığı yeniden yönlendirmesi [13].

Prizmatik paneller, sabit ve hareket edebilir biçimlerde kullanılırlar. Kullanılan günışığı stratejisine bağlı olarak, prizmatik paneller cam arasına sabit şekilde, iç ya da dış taraftan yerleştirilebilirler. Paneller saydamdırlar ama dışarıyı görmeyi çarpıtırlar. Paneller görüşe izin vermediği için genellikle ekstra görüş pencerelerine ihtiyaç duyulur. Prizmatik paneller iki farklı fonksiyona sahiptir.

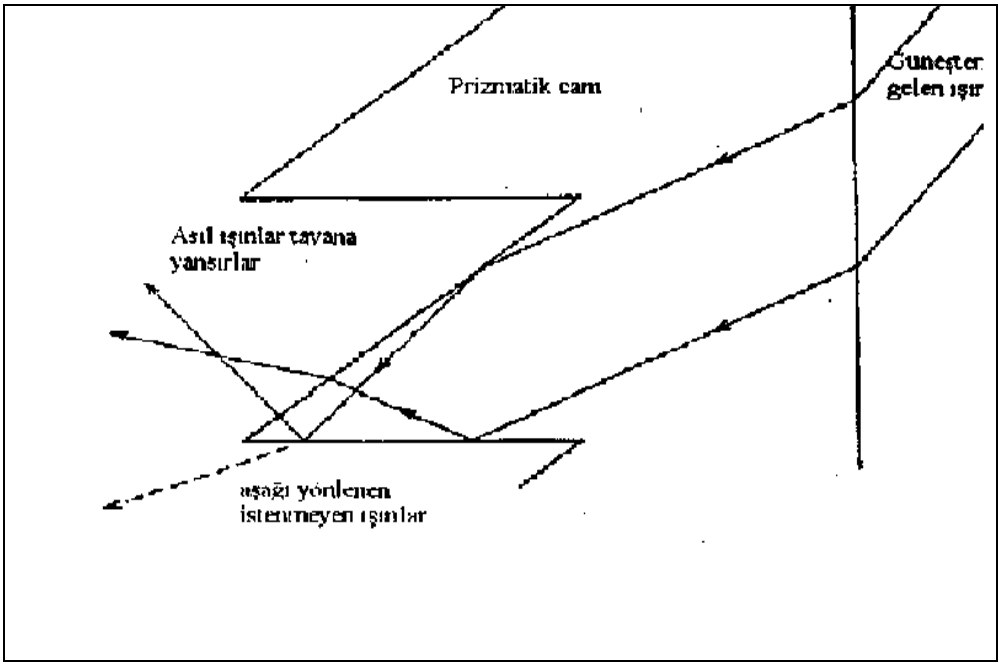
a-güneşi gölgelemek
b-günışığını yönlendirmek
Çatı ve cepheye ilişkin yerleşim özel uygulamaya bağlıdır [13].

Güneş ışığını yönlendirici prizmalar

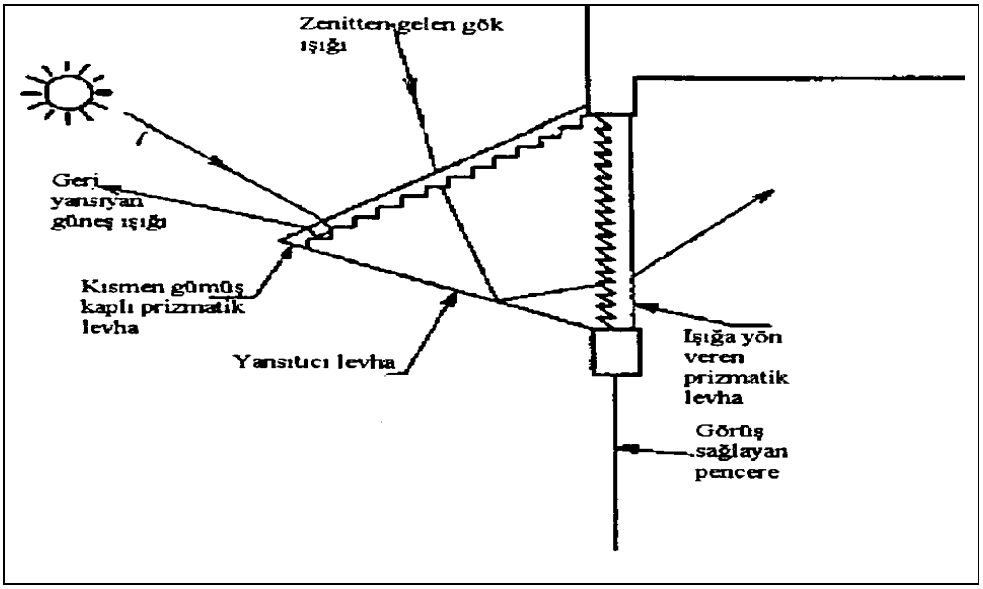
Güneş ışığını yönlendirici prizmalar aynasal sistemlerin prensipleriyle çalışırlar. Şekil 4.9. da gösterildiği gibi, ışığın odanın arka tarafına kırılarak ulaşmasını sağlayacak aynaların prizmatik pano ile değiştirildiği sistemlerdir. Prizmatik yapı iki ayrı panelin içinde olacağından bakım ortadan kalkar. Böylece her bir prizmanın tek tek bakımının yapılmasına gerek kalmaz. Verim aynasal sistemdeki kadar yüksek değildir. Güneşin konumunun değişmesinin yarattığı problemler de vardır. Güneş ışınları dike yakın geldiğinde, ışınlar aşağıya doğru saptırılırlar. Bunu önlemek için mevsime göre ayarlanabilen eğimli paneller önerilmektedir.

Güneş Işığını Dışarıda Bırakan Prizmalar

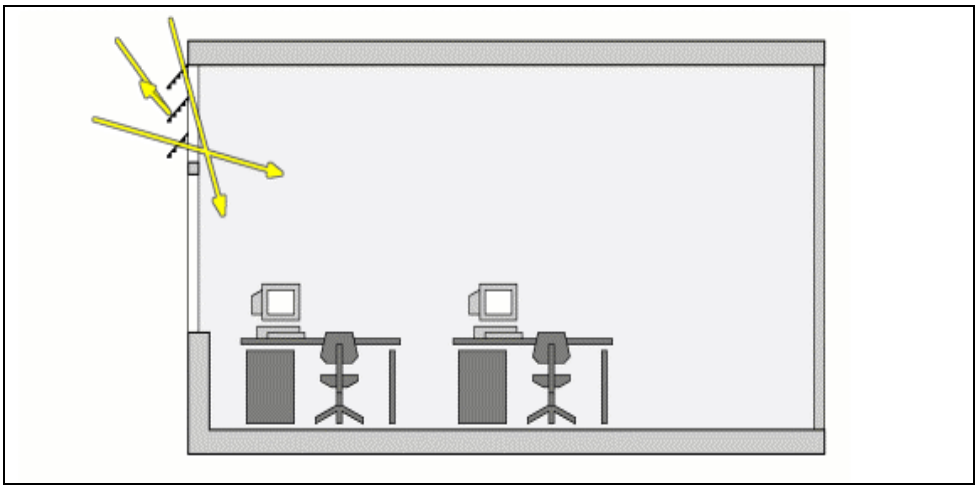
Bu sistem, zenite yakın bölgeden gelen gök ışığını geçirir, direkt güneş ışığını geçirmez. Eğimli prizmatik levhada her prizmanın bir yüzü gümüşle kaplanmıştır. Böylece direkt güneşten gelen ışınlar kırılarak dışarıya yönlenirler. Diğer ışınlar kırılarak tavana yollanırlar. Sekil 4.11. de her iki prizmatik levha da sabittirler. Hareketli prizma sistemleri de geliştirilmiştir. Hareketli sistemlerde eğimli levhanın güneş ışığını yansıtması için gümüş kaplanmış olması gerekmez. Işığı dağıtıcı yansıtıcı beyaz tavan yerine, ışığı çalışma düzlemine yönlendirecek basamaklı tavan kullanılabilir [10].



Şekil 4.10. Prizmatik panelde güneş ışığının yol alışı [10].



Şekil:4.11. Güneş ışığını dışarıda bırakan prizmalar [10].



Şekil 4.12. Prizmatik paneller güneşten korunmayı sağlarken güneş ışığını yönlendirerek iç mekanda kullanışlı aydınlatma da sağlar [15].

Prizmatik paneller güneşi gölgeleme amacıyla sabit biçimde kullanılırsa renk ayrılmasını önlemek için ek elemanlara ihtiyaç duyulur. Örneğin sistemin arkasındaki cam tabakasının asitle yakılması kısmen yayılmayı önleyebilir.

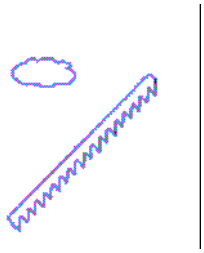
Gelen ışığı yeniden yönlendiren prizmatik paneller içeri giren parıldamayı bugünkü bulundukları teknoloji içinde önleyememektedirler. Dikey sabit

prizmatik paneller için yapılan bilgisayar analizleri, yılın bazı zamanlarında gelen ışınlardaki parlamaların kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Doğru profil kullanımı ve mevsimlik eğim ile aşağı doğru gelen ışıktan ancak sakınılabilir. Zamanla prizmatik panellerin gün ışığındaki etkileri daha iyi anlaşılmıştır.

Işığı yönlendiren prizmatik paneller, dağınık gelen günışığına ya da güneş ışığına rehberlik ederler. Bunlar:

Günışığını yayan paneller

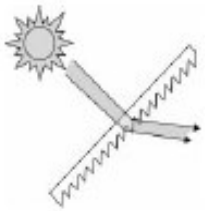
Prizmatik paneller, dışarıdan gelen ışığı yeniden yönlendirmek için cepheye dik düzlemde ve genellikle odanın tavana yakın üst yarısında kullanılırlar. Günışığını yayma işlemiyle aynı anda pencerenin parlaklığını da azaltırlar. Aynı anda hem ışığı yönlendirmesi hem de kamaşmayı engellemesi bakımından en kullanışlı panellerdir. Fakat, yine de güneşli cepheler için panellerin önüne ek gölgeleme elemanları gerekebilir.



Şekil 4.13. Gün ışığını yayan panel [13].

Güneş ışığının yönünü değiştiren paneller

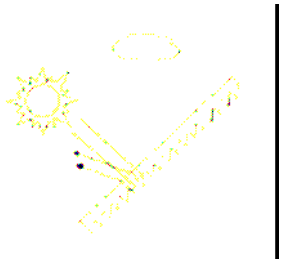
Prizmatik paneller aynı zamanda bir odanın içine doğrudan güneş ışığı almakta kullanılabilirler. Kamaşmayı engellemek, renk yayılımını düzenlemek ve mevsim değişikleri için paneller gereklidir.



Şekil 4.14. Güneş ışığının yönünü değiştiren panel [13].

Sabit güneş gölgeleme sistemleri

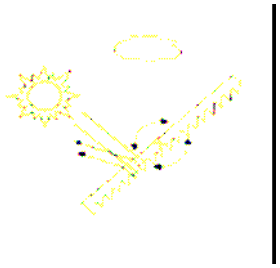
Bu tip paneller genellikle şeffaf çatılarda kullanılır. Paneller güneşin hareketine göre tasarlanır ve çift cam arasına yerleştirilirler.



Şekil 4.15. Sabit panel [13].

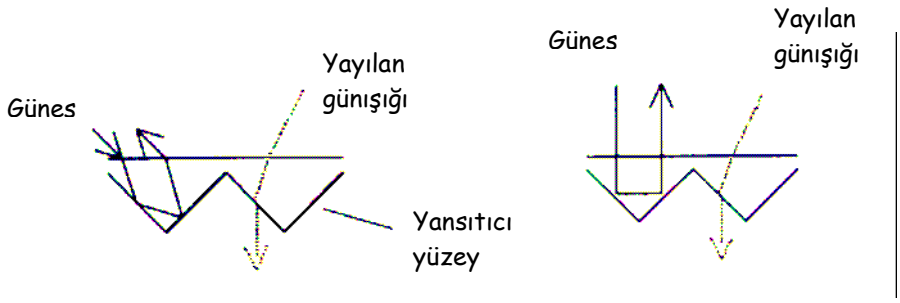
Hareketli güneş gölgeleme sistemleri

Bu uygulama için prizmatik paneller pencere panjuru formunda kullanılır. Çift camın önüne ya da arkasına dikey yada yatay olarak yerleştirilirler. Bu uygulama gök ışığı ya da kamaşma için değildir başka bir deyişle sadece güneş ışığını gölgelemek içindir.

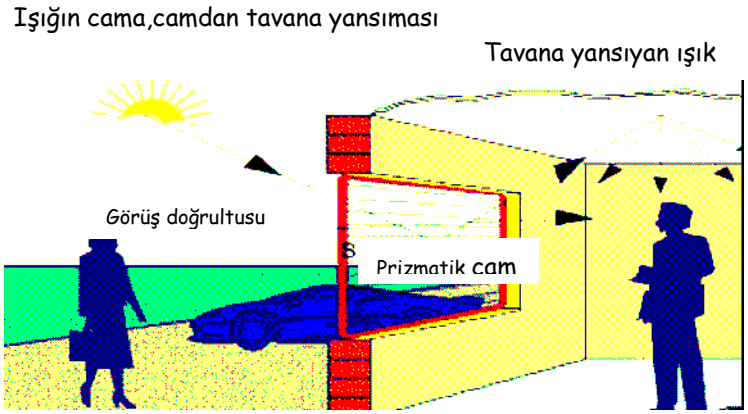


Şekil 4.16. Hareketli sistem [13].

Işığı yönlendiren prizmatik camların ana fonksiyonu kullanıldığı alanlarda doğal ışığı derinliklere kadar ulaştırmaktır. Prizmatik paneller yansıma ve kırılma özelliklerini kullanarak binanın içine giren günışığını kontrol eder. Sistem, değişik açılardan gelen ışığı düzenleyerek belirli açılardan ışık iletilmesini sağlar. Kırılma ve toplam iç yansıma iletilmiş ışınların yönünü değiştirir. Güneş ışığının binanın derinlerine işlemesi için prizmatik panellerin yüksek gelen güneş ışınlarını hizalayarak geniş menzile yayması gerekir. Kamaşma yaratan güneş ışığının ışığın gücünde düşüş yaratmadan maksimum giriş elde etmek için kırılma açısının 15 dereceden az olmaması gerekir. Bundan dolayı panelin performansı kırılma açılarına bağlıdır. Yüksek aydınlık düzeyi elde etmek için farklı coğrafyalar ve iklimlerde özel biçimli paneller istenilir [13].



Şekil 4.17. Sabit (sol) ve hareketli (sağ) güneş gölgeleme panellerinin davranış biçimleri [13].



Şekil 4.18. Prizmatik camdan ışığın tavana yansıması [16].

Resim 4.3. Hareketli Prizmatik sistemler [17].

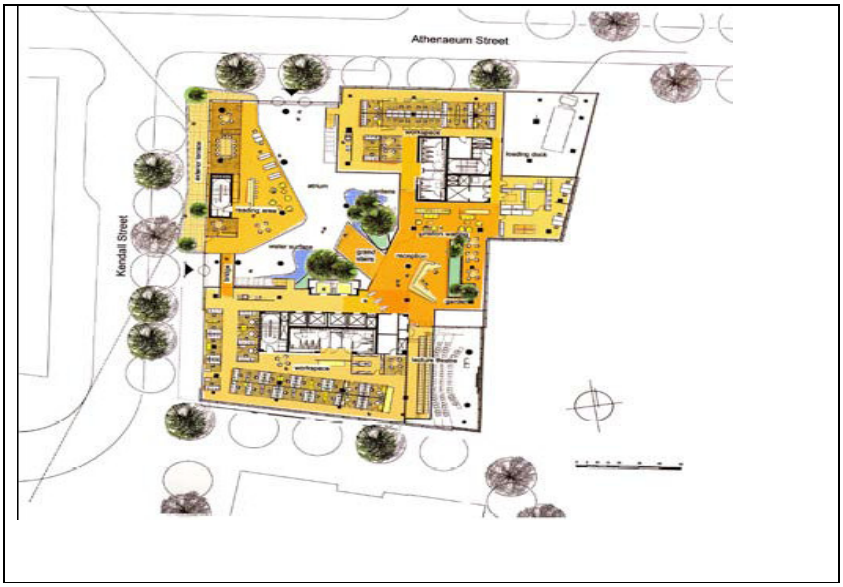
4.2.1. Genzym Merkezi

Yer: Cambridge, Massachusetts, 2004
Mimar: Behnisch&Partner
Bina kullanım amacı: Ticari ofis
Bina alanı ve Yapım Yılı: 32 000 m^2, 2004
Aydınlatma Sistemi: Prizmatik Paneller, Aynasal Sistemler

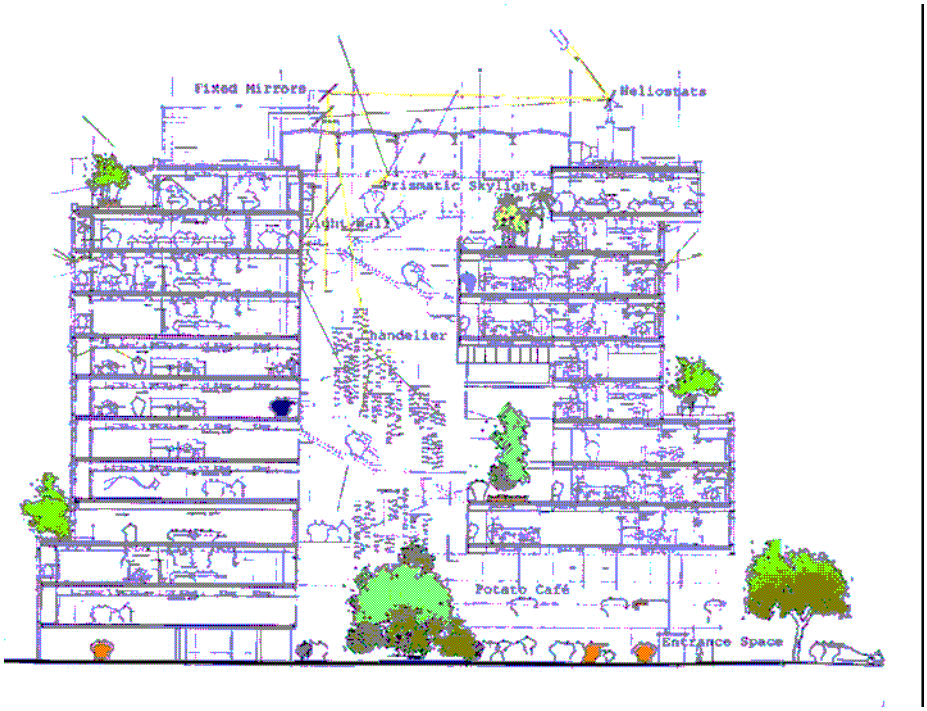
Resim 4.4. Genzym binası dış görünüş [18].

Gün ışığını en yüksek düzeyde kullanabilmek için bina geniş bir avlunun etrafında dizayn edilmiştir. Çatıdan alınan gün ışığı avluyu yeteri kadar aydınlatırken binanın çeşitli yerlerinde birçok doğal aydınlatma yöntemi kullanılarak binanın her noktasına günışığı girmesi sağlanmıştır [19].

Resim 4.5. Avludan görünüş [18].



Şekil 4.19.Binanın yerleşimi [18].

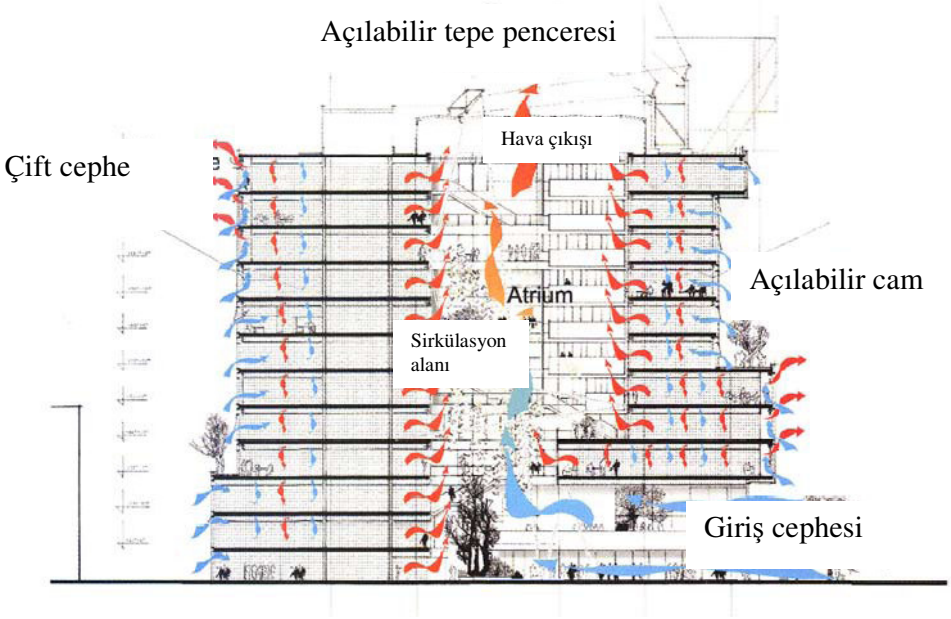


Şekil 4.20. Doğal ışık için avlunun çatısında heliostat ve aynasal sistemler kullanılmıştır [18].

Çatıda daha uzakta bulunan sabit aynalar ışığı prizmatik panjurlara yansıtırlar. Pencerelerdeki panjurlar elen güneş ışığını yönü ve kamaşma etkilerine göre hareket ederler. Direkt gün ışığı aynalar sayesinde geri yansıtılarak atriumun içine girer. Avluya asılan prizmatik paneller sayesinde içeride ışıktan bir duvar örülmüş hissi yaratılır.

Dıştaki cam duvarlara yansıyan ışık motorlu güneşlikler ile içeriye tavana yansıtılır. Tavanda bulunan prizmatik paneller sayesinde de ışık duvarlara yansır.

Binanın cephesinde bulunan panjurlar ofislerin içine gün ışığı alabilmek için sürekli güneşi takip ederler. Binadaki yapay aydınlatma sistemi tamamıyla ofislere doğal ışığın girişine göre ayarlanmıştır [20].



Şekil 4.21. Binada kullanılan doğal aydınlatma sistemlerinin dağılımı [18].

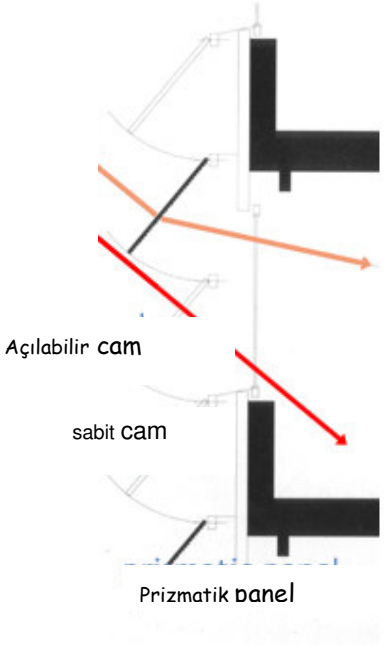
4.2.2. CNA-SUVA Binası

Yer: Basel, İsviçre
Mimar: Herzog and Demeuron
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina alanı ve Yapım Yılı: 3150 m2, 1993
Kullanılan aydınlatma sistemi: Çift cam içinde prizmatik panel

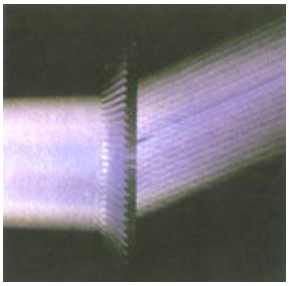
İsviçre'deki ofis binasının prizmatik panellerin binanın dış cephesine eklenmesi ile yenilenmesi projesidir. (1993)

Resim 4.6. Binanın cepheden görünüşü [21].

Çift kabuklu cephe yazın güneşin optik kontrolünü sağlar, kışında ısı kaybını engeller. Bir kat yüksekliğindeki çift kabuk üç kesite bölünebilir. Üst bölüm, güneşin hareketine göre otomatik olarak kendini ayarlayan entegre prizmatik panellerden oluşan yalıtıcı camdan yapılmıştır. Bu panel iki fonksiyona sahiptir: Dışardan dik gelen güneş ışınlarını yansıtmak ve ışınları istenilen doğrultuda yönlendirip içeriye almak.



Şekil4.22. Cephe sisteminin detayı [22].



Şekil 4.23.Panelden ışığın yansıması [22]

Görüş penceresi açık yalıtıcı camdan yapılmıştır ve gün boyunca el ile hareket ettirilebilir. Aşağıdaki pencere, ısı ya da ışık ihtiyacına göre otomatik olarak kontrol edilir [21].

Katlardaki paneller 1.70 m genişliğinde ve 1 m yüksekliğindedir. Camdaki her bir bölüm üç yatay sıradan oluşur. Ve Her parça kendi başına hareket edebilir. Üst panel güneşin açısal yüksekliğini otomatik olarak ayarlamak için entegre prizmatik paneller ile yalıtıcı camdan yapılmıştır.

Pencere düzeyindeki camlama bantı açık yalıtıcı camdan yapılmıştır ve gündüz kullanıcı tarafından el ile kontrol edilebilir. Üçüncü camlama bantı ise pasif güneş sisteminden yararlanmak için tasarlanmıştır ve güneşin hareketlerine göre otomatik olarak hareket eder [22].

Resim 4.7. Pencere detayı [19].

4.2. 2. Urgencies Hastanesi

Yer: Linz, Avusturya
Mimar: Moser Mimarlık Mühendislik
Bina Kullanım Amacı: Hastane Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 2004
Aydınlatma Sistemi: Prizmatik Panel

İki cepheli ve beş katlı binada 160 hareketli prizmatik panel kullanılmıştır. Bu sayede odaların derinliğine kadar günışığı ulaştırılmış, hoş, doğal bir aydınlatma ortamı sağlanmıştır [23]

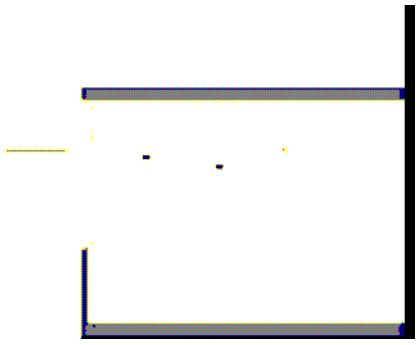
Resim 4.8. Binanın cephesi [23].

Resim 4.9. Binanın görünüşü [24].

4.3. Işık Rafı

Işık rafı mısırlılardan beri bilinen klasik doğal aydınlatma sistemidir. Işık rafı, gökyüzünden gelen ve yansıyan ışınlara kalkan görevi görerek, üst yüzeyde ışığa gölge yapmak ve yansıtmak için tasarlanır.

Işık rafı, genellikle yataydır ya da, pencere cephesinin dışına ve içine yataya yakın şaşırtma yapılarak yerleştirilir [13].

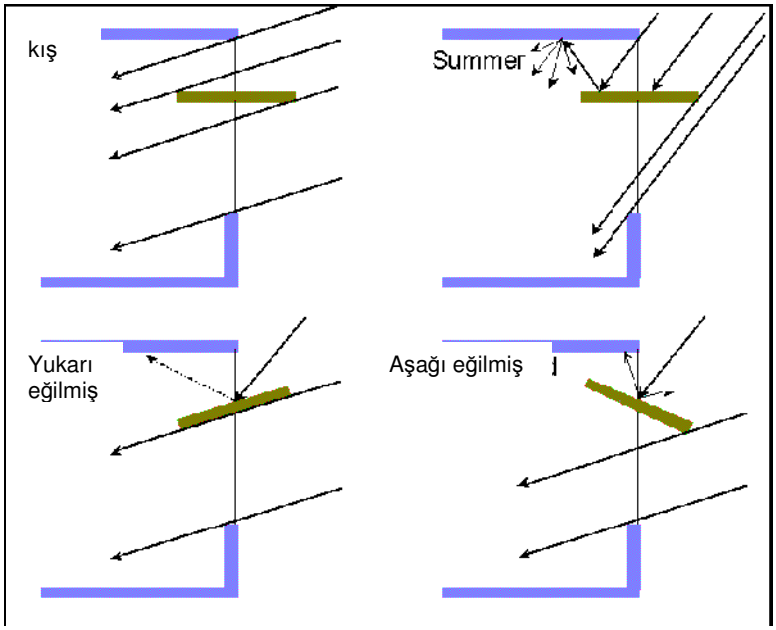


Şekil 4.24 Işık rafı [13].

Işık rafı, göz düzeyinin üstüne yerleştirilir. Görüş alanını pencerenin altında kalacak şekilde ikiye böler. Gelişen optik sistemler sayesinde ışık rafları binanın derinlerine kadar günışığı girmesini sağlarlar. Işık rafı tipik yerleşimi sayesinde zararlı ışınlarında içeriye girmesini engeller. Zararlı ya da fazla gelen günışığı ışık rafı sayesinde tavana yansır.

Resim 4.10. Yarı geçirgen çift ışık rafı yansımayı camın dışında bırakır [13].

Işık rafları mimari ve strüktürel tasarımı etkilerler. Işık rafı yüksek tavana ihtiyaç duyar ve bu ihtiyaç tasarımın başında düşünülürse raflar görevini daha etkili yerine getirebilir. Işık rafları, her pencerenin yönlenmesine, her odanın biçimine ve her binanın enlemine göre özel olarak dizayn edilmelidir. Doğrudan güneş ışığı alan iklimlerde uygulanabilirler. Bu sayede kuzey yarımkürede güney yönü, güney yarımkürede kuzey yönünde derin mesafelere ışık iletmede uygulanabilirler. Doğu, batı yönlerinde ve kapalı gökyüzünün hakim olduğu iklim tiplerinde ışık raflarının performansı iyi değildir.



Şekil 4.25. İç ve dış ışık rafları [13]

Üstteki kesitte görülen iç ve dış ışık rafları yaz ve kış boyunca gelen günışığını yönlendirir.

Alttaki kesitte yukarı doğru eğilen ışık rafı ve aşağı doğru eğilen ışık rafı ve ışığın nasıl yansıdığı görülmektedir.

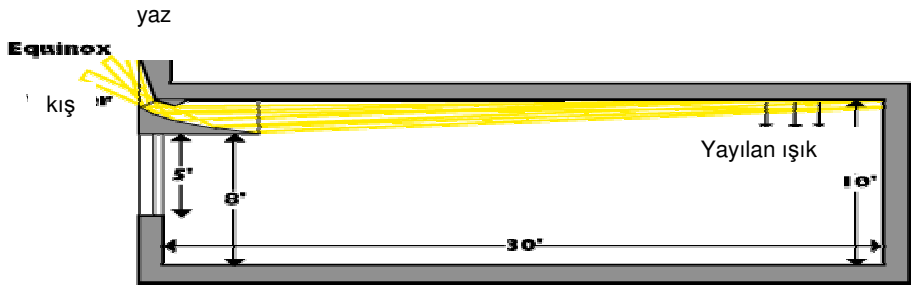
Kışın tek başına ışık rafı parıltıyı yeterli derecede kontrol edemez. Cepheye yerleştirilen ışık rafının (iç, dış yada kombine edilmiş) derinliği her zaman günışığı ve gölgelendirme arasındaki uzlaşmayı sağlar. Gelen ışığı yeniden yönlendiren ve yansıtan iç ışık rafları iç mekana gelen ışığın miktarını da azaltır.

Güneye bakan odalar için(Kuzey yarım kürede) iç ışık rafının derinliği kabaca tarif edilirse, pencere kirişinin yüksekliğine eşittir. Işık rafları pencere cephesine paralel hareket eder ve gölge alanı oluşturur. Böylece pencere yakınındaki günışığı düzenini ayarlar. Dış ışık rafının tavsiye edilen derinliği

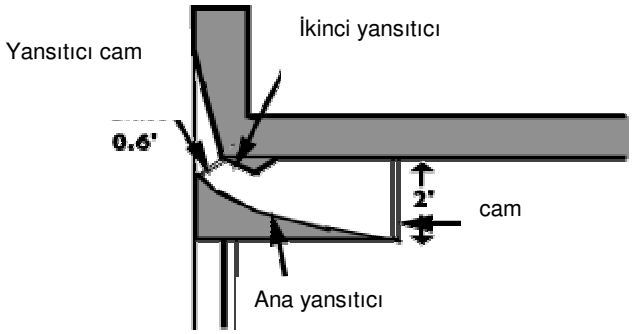
kabaca üstte kendi yüksekliğine eşit olan çalışma düzlemidir. Cam yüksekliği ve ışık rafının derinliği bölge ve iklim özellikleri dikkate alınarak seçilmelidir.

Alçak bölgelerde iç ışık rafı derinliği direkt gelen günışığını engellemek için uzatılabilir. (Şekil 4.19)Yüksek bölgelerde doğu veya batıya bakan odalarda içeri giren direkt güneş ışığı yüzünden ışık rafı ile tavan arasındaki boşluk boyunca ek gölgelendirme araçlarına ihtiyaç duyulabilir. Işık rafının derinliği artırılarak sorun çözülebilir. Fakat bu seferde günışığının içeri girişi ve dışarı görüşü azalır. Işık rafı aşağı doğru eğilerek pencere çevresi gölgelendirilir ve tavana yansıyan ışık miktarı azaltılır. Yukarıya doğru eğim yansıyan günışığının içeri girmesini artıracak ve gölgelendirmeyi azaltacaktır. Yatay ışık rafı, genellikle gölgelendirme gereksinimi ile günışığı dağıtımı arasında en iyi uzlaşmayı sağlar.

Tavan, ışık rafı sisteminde ikinci önemli unsurdur. Çünkü ışık önce ışık rafı tarafından tavana yansıtılır sonra tavandan oda içine yansıtılır. Bu nedenle tavanın yüzey tesviyesi, yumuşaklık ve eğim özellikleri önemlidir. Tavan odanın içine yansıttığı ışık ile ayna yüzeyi vazifesi görürken ışık rafı ile tavan arasında parıltı oluşturabilir. Parıltıdan kaçınmak için tavan beyaz ya da açık renklere boyanır. Işığın içeri girişi aynı zamanda tavan eğimine bağlıdır. İçeri giren daha fazla ışık sayesinde derinlik görünüşü artar. Düz bir tavanda içeri giren ışık pencerenin yakınındaki boşluğa yansır. Bu da daha az ışığın içeri alınması demektir [13].



Şekil 4.26. İç ışık rafından ışığın tavana yansıması [25]



Şekil 4.27. Güney cephede ışık rafı kesiti [25]

4.3.1. Lockheed Binası

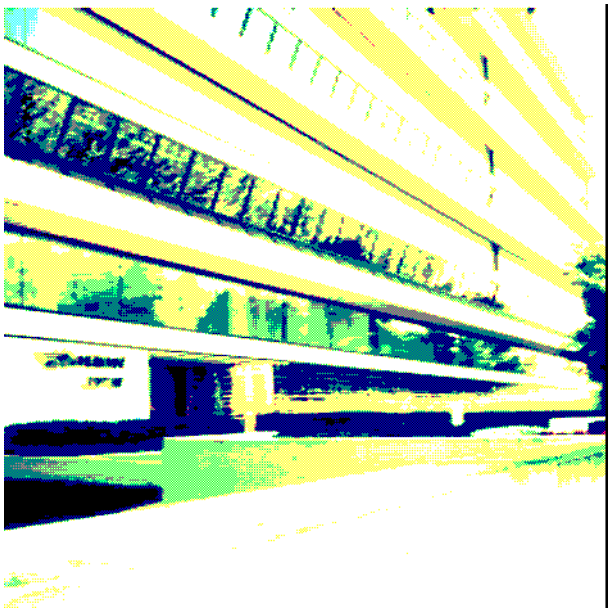
Yer: Sunnyville Kaliforniya

Mimar: Lee Windheim

Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası

Bina alanı ve Yapım Yılı: 54 300 m2

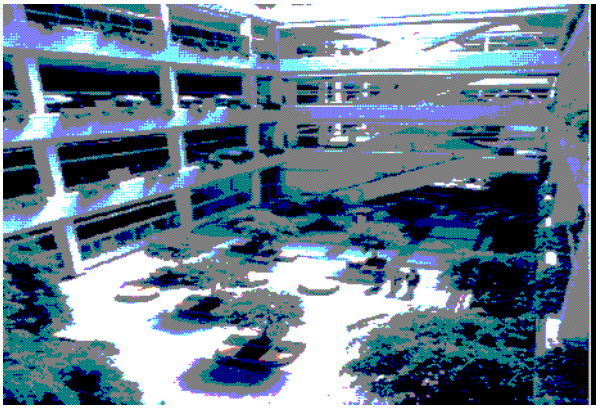
Aydınlatma Sistemi: Işık Rafı



Resim 4.11. Binanın cephesinde ışık raflarının görünüşü [26]

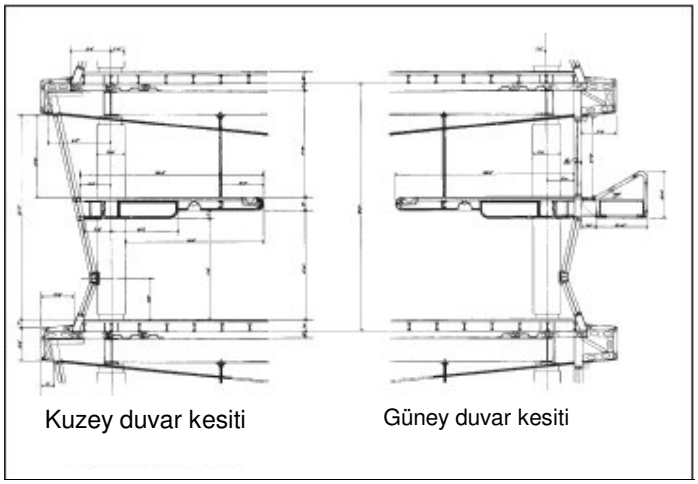
Günışığı tasarımında, doğrudan güneş ışığını ortadan kaldırmak ve ofis boşluğu içine dağınık gün ışığını derine getirmek ve pencereye yakın çalışma alanlarında parlaklığı küçültmek için ışık rafı kullanılmıştır. Binanın planı, pencere yön yerleşimi, camlamaların tipleri, tavanlar ve litetrium (binanın ortasında bulunan avlu) bu hedefleri başarmak için entegre planın bütün kısmıdır. Mimarlar, bina yapılmadan önce küçük ölçekli kalıplar ile tasarım fikirlerini test etmişlerdir. Tavanın eğimi ile birleşen camın yüksekliği içeri giren günışığının anahtarını oluşturur. Binanın doğu ve batısında hiç cam yoktur. Binada yapay aydınlatma ve fotosel algılayıcıları günışığı ile birleştirilerek kullanılmıştır.

Tavanın eğimi, çalışma alanına yansıyan günışığını güçlendirmek için yardımcı olur. Ofislerin yer aldığı kuzey ve güney cepheler boyunca ışık rafları uzanır. Gelen ışın ışık rafının ve tavanın iyi yansıtıcılığı sayesinde binanın derinlerine kadar girer. Güney cephedeki dış ışık raflarının binadan uzantısı 1,2 m dir. Dış ışık raflarının her biriyle tavan arasında günışığını daha iyi içeri yansıtabilmek için 30 derecelik bir açı vardır. Kuzey ve güney pencere alanları ile güneyden gelen ısı kazancı mimarlar tarafından dikkatle hesaplanarak dağınık gelen günışığı ışık rafları ile ayarlandı ve parlaklık azaltıldı. Kuzeyde yüksek camlar çalışanlar için problem yaratabileceğinden buraya iç ışık rafları yerleştirildi [26].

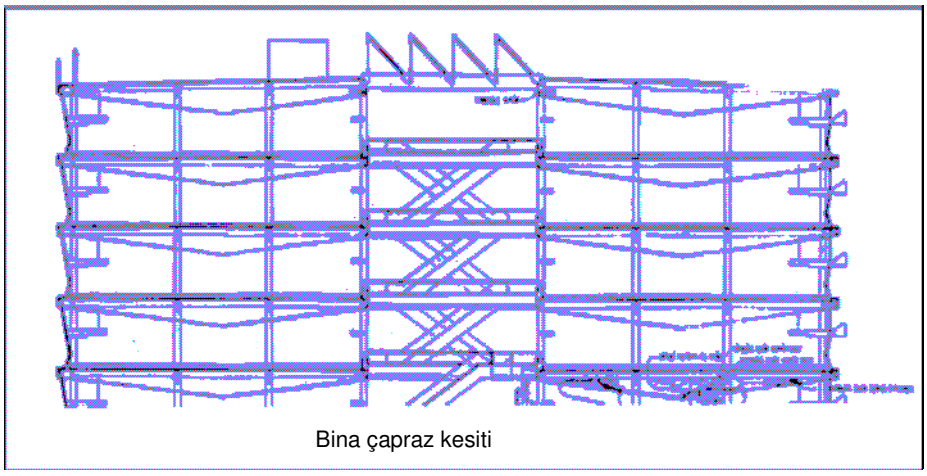


Resim 4.12. Litetrium [26].

Binanın merkezindeki ‘litetrium’ geniş bir açıklık duygusu yaratır. Bu sayede çevresindeki ofis alanlarına günışığı sağlanır.



Şekil 4.28. Kuzey ve güney duvar kesitleri [26]



Şekil 4.29.Binanın çapraz kesiti [26].

4.3.2. Terasen Gaz Operasyon Merkezi

Yer: Vancouver, İngiltere
Mimar: MCM Mimarlık
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 1600 m^2 , 2000
Aydınlatma sistemi: Işık Rafı [27]

Binaların, bulundukları yerleşim alanlarını en iyi derecede kullanması sağlanarak ve aynı zamanda düşük açılı doğu ve batı güneşini azaltacak şekilde konumlandırılmıştır.
Doğu ve batı güneşine maruz kalan bu yapıların ısı kazanımını en aza indirmek için açılı ısı emici güneş ekranları kullanılmıştır. Güneyden direkt gelen güneş ışığı gölgelenmiş ve ışık rafları dolaylı günışığını maksimize etmek için kullanılmıştır. Kuzey cephe ise günışığını yayabilmek için bir avantaj olarak kullanılmıştır. Maksimum fayda için fotosensörler yerleştirilmiştir. Işık rafları hafif ve beyaz yapılmıştır. Pencereler ışık raflarıyla beraber koordine edilmiştir [28]

Resim 4.13. Işık raflarının cephede yan görünüşü [28].

Resim 4.14. Işık Rafının pencere detayı [28].

Resim 4.15. Binanın görünüşü [28].

Bina cepheleri farklı yönlerde farklı şekillerde tanımlanmıştır. Panjurlu gölgeleme tüm güney cephe için kullanılır. Kuzey cephede gölgeleme elemanı kullanılmaz. Kuzey cephede hareketli camlardan oluşan giydirme cephe kullanılmıştır [29].

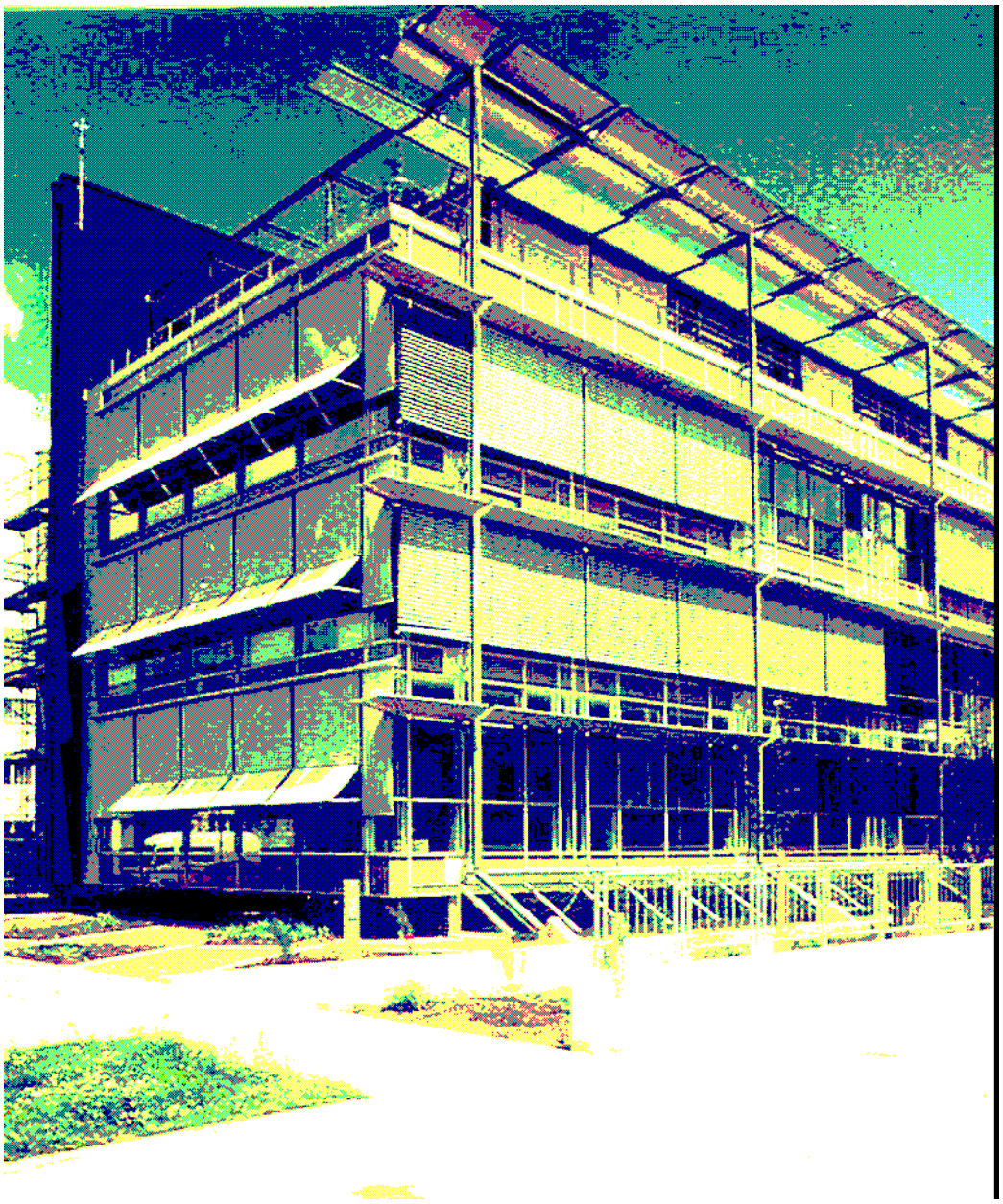
Resim 4.16. Güney cephenin içinde ışık rafının görünüşü [29].

4.3.3. Wat-Karlsruhe Binası

Yer: Almanya
Mimar: Günther Leonhardt,Studgart
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina Alanı ve Yapım yılı: 3124 m2
Aydınlatma Tasarımı: Işık Rafı

Binanın tasarım aşamasında, günışığı ve gölgelendirme sistemi için dört alternatif dikkate alınmıştır. Bunlar, dış prizma paneller içte prizma panjurlar ve hareketli prizma panellerdir. Fakat sonunda üst pencerelerin altına ışık rafları konulmasına karar verilmiştir. Işık raflarının daha ucuz ve etkili ışık vermesi seçimi kolaylaştırmıştır. Dışarıdaki sabit yatay kapaklar yaz aylarındaki fazla günışığının içeri girmesini engeller. İçerideki hareket edebilir kapaklar gelen ışığı ayarlamak için yukarı doğru eğilebilirler. Çalışma alanlarında tavana gelen ışığı daha iyi yansıtmak ve kötü aydınlatmayı engellemek amacıyla ışık rafları yatay konumda daha aşağıya yerleştirilmiştir. Pencerelere ve cepheye entegre edilen veri kayıt üniteleri

sayesinde dış yatay paneller control edilebilir. Böylece ışık rafları ve dış panjurlar içteki pencerelerin de kolayca havalandırma yapmasını sağlarlar. Kızıl ötesi taşınabilir anahtar, günışığı önceden belirlenen düzeye geldiğinde yapay aydınlatmayı kapatabilir [30]



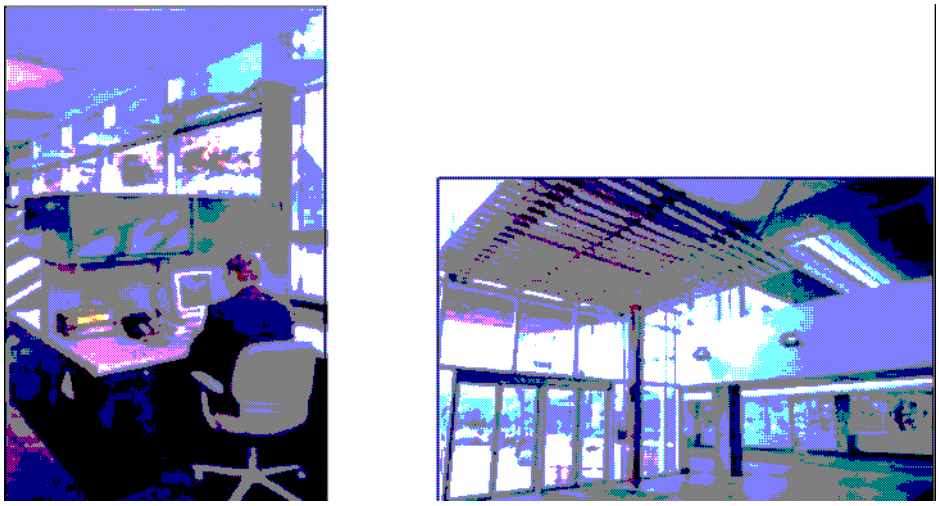
Resim 4.17. Güney cephe, ışık rafları ve hava kolektörleri [31]

4.3.4. Surrey Vergi Binası

Yer: Surrey, İngiliz Kolombiyası
Mimar: Busby ve ortakları mimarlık
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 11 043 m^2, 1998
Aydınlatma Sistemi: Işık Rafı [32]

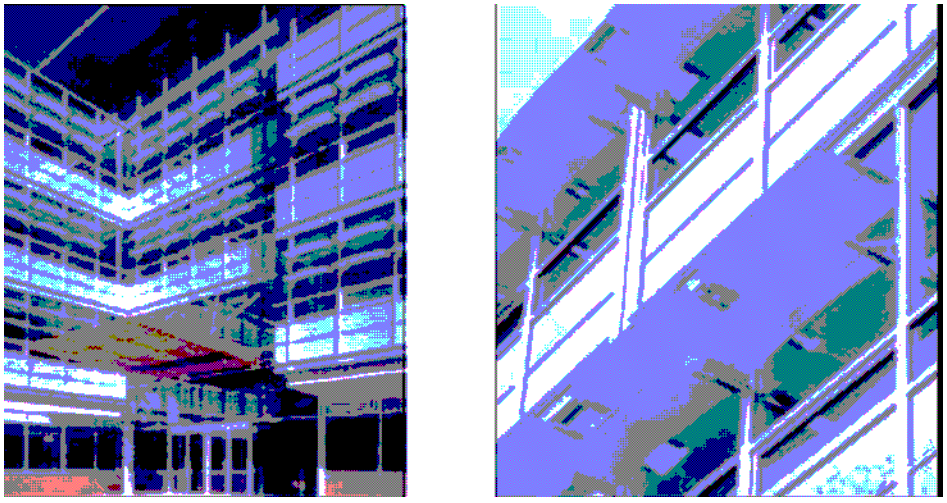
Resim 4.18. Surrey Vergi Binası [32]

Gelişmiş bina tasarım teknikleri ile inşa edilen Surrey Tax center çalışanlara çalışma alanı esnekliği ve enerji sürekliliği konforu sağlamıştır. Beş katlı ofis binası şaşırtmalı kat planı ile günışığı kullanımını vurgular. Bu plan bina çevre uzunluğunu maksimum düzeye çıkarır ve bütün ofis alanlarına günışığı sağlar. Çalışma alanlarının %90 ın da cam ve doğal ışık vardır. Kullanılabilir kat alanı toplam kat alanının % 81 idir



Resim 4.19. Pencere planları ve günışığının içeri girişi [32]

Yüksek tavanlar ve geniş pencerelerle birlikte kullanılan ışık rafları günışığının kontrollü biçimde binanın derinlerine kadar girmesini sağlar. Sonuç olarak ışık rafları binanın ısı kazanımına yardımcı olur ve işletme masrafları düşer.



Resim 4.20.Güneş paravanı parıltının etkisini kontrol eder [32]

4.4. Işık Borusu

Işık borusu, uzun mesafelerde kullanılabilmesinden dolayı gelişmiş gün ışığı sistemleri arasında en teknolojik ve ilgi çekici olanıdır.

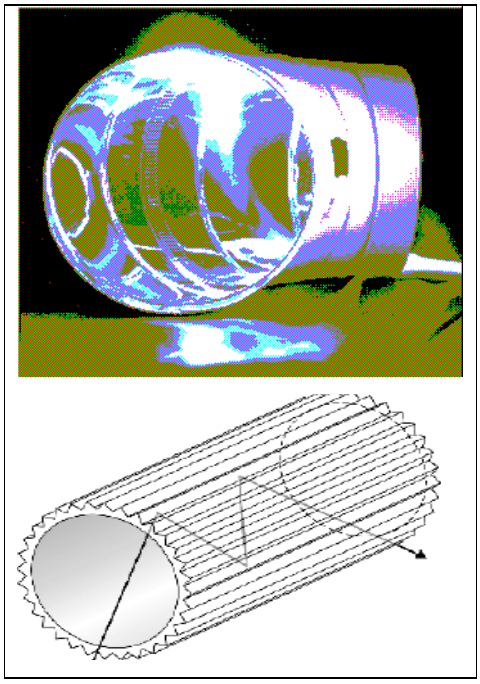
Temel olarak ışık borularının amacı biriktirdiği güneş ışığını binanın herhangi bir yerine kanallar yardımıyla ulaştırmaktır.

Sistem üç ana bileşenden oluşur:
-Toplayıcı diğer adıyla heliostat
-Taşıyıcı sistem
-Yayıcı

Resim 4.21. Işık borusu [33].

Pencere ya da çatı aydınlatması olmadığı durumlarda bile ışık borusu sayesinde odaya günışığı girebilir. Güneş ışığı ışık borusuna girmeden önce yoğunlaşmaya ihtiyaç duyar.

Heliostat, aktif ya da pasif aynalar ya da lensler yardımıyla nakil sisteminde yoğunlaşan güneş ışığını yayar. Aktif sistem, başlıca kaynağı olan güneş ışığına bağlıdır ve doğrudan güneş ışığını en yüksek büyüklüğe çıkarmak için güneşin hareketini izler. İzleme metodu algılayıcı ve monitörün içindeki saattir. Algılayıcılar ve içteki saat izleme yöntemini oluşturur. İç saat bulutlu ve gökyüzünün kapalı olduğu günlerde kullanılırken algılayıcı sadece havanın açık olduğu günlerde kullanılır. Işık taşıma sisteminin başlıca fonksiyonu dışarıdaki ışığı iç yayıcıya taşımaktır. Nakil sistemi birkaç bölüme ayrılabilir. Basit aynalı borular en temel biçimidir. Bu borular uzunluklar ile odanın içinde ışık yolu olarak yer alırlar. Örneğin içi aynalı yansıtıcı boru topladığı dağınık ışığı yansıtmak için içindeki yansıtıcıları kullanır.



Şekil 4.30. Işık yansıtıcı malzemeler: Gümüş kaplama, çok katmanlı film kaplama ya da prizmatik film kaplama [34].

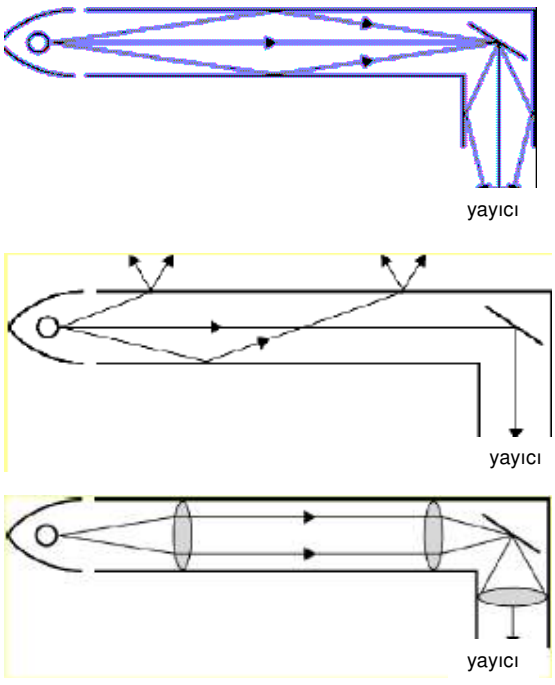
Borular, gelen ışığın doğrultusuna göre fonkisyonunu yerine getirebilir ve verim oranı borunun uzunluğuna bağlıdır. Yayıcılar, hedeflenmiş boşluk içine taşıma sisteminden çıkan ışığı dağıtırlar. Işık boruları günışığı olmayan bölgelerde verimsizdir. Bu yüzden yapay aydınlatmanın bazı türleri ile birlikte kullanılır. En az tutar ile en çok güneş ışığı ışık boruları sayesinde iç mekanlara ulaştırılabilir [35].

Işık boruları üç şekilde üretilirler:

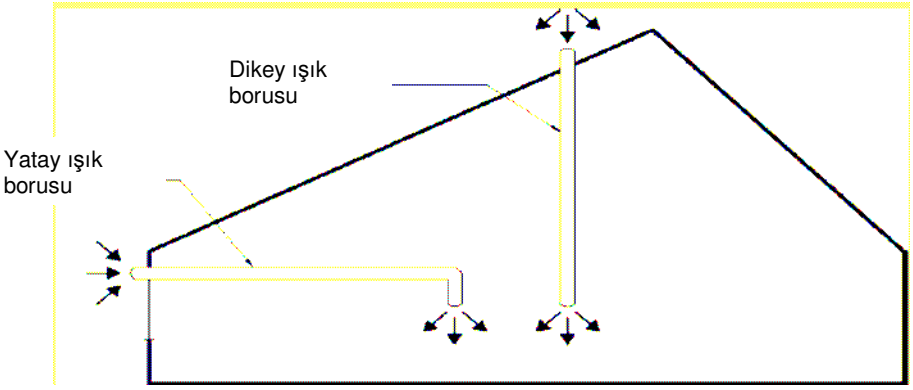
1-Ayna Yüzeyli Boru: Işığı yaymak için borunun iç yüzeyinde birçok ışık yansıması olmalıdır. Bir uçtan bir uca Işık iletimi yüzey yansıtımına dayalı bir fonksiyondur. Borunun genişliği ile yansıma karşılaştırıldığında, ışığın alacağı yol ne kadar uzunsa yansımaların sayısı da doğal olarak o kadar çoktur. Performans borunun içindeki aynaların yansıtımına duyarlıdır. Örneğin,300 mm çaplı boruda ışık 12 m ilerlemektedir.

2-Prizmatik Yüzeyli Boru: Bunlar, ışığı tamamen tutan ve borunun içine tekrar yönlendiren prizmatik yüzey tarafından tamamen yansıtılan yapılardır. Işık *prizmatik* yüzeyde toplam iki kez yansıtılır ve belirli açılarda ayna gibi iş görür. Bu yüzden dış yüzeyde akrilik veya polikarbonik madde kullanılır. Prizmalar eksene paralel olduğu zaman Aygıtlar ışığı borunun içine geri yönlendirirler.

3-Mercek (lens) sistemi: Bu sistemde toplayıcıdan ışık bir lens tarafından alınır ve aynaya nakledilir. Ancak bu sistem ile ilgili iki çekince vardır. İlk olarak lens ve ayna gibi ışık yönlendirme malzemeleri, diğer sistemlerde kullanılan malzemelere göre daha pahalıdır. İkinci olarak optik işlemlerde yüksek seviyede ışık kaybı yaşanır. Örneğin temiz bir lens ışığın %92 sini geçirebilir ve yüzeyde kirlenme ile beraber ışık kaybı artar [36].

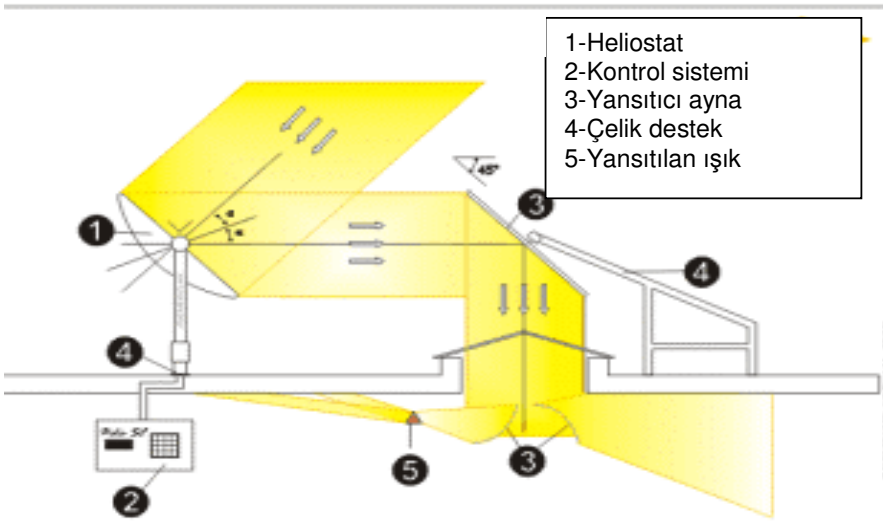


Şekil 4.31. Işığı kaynağa temel taşıma metotları [34].

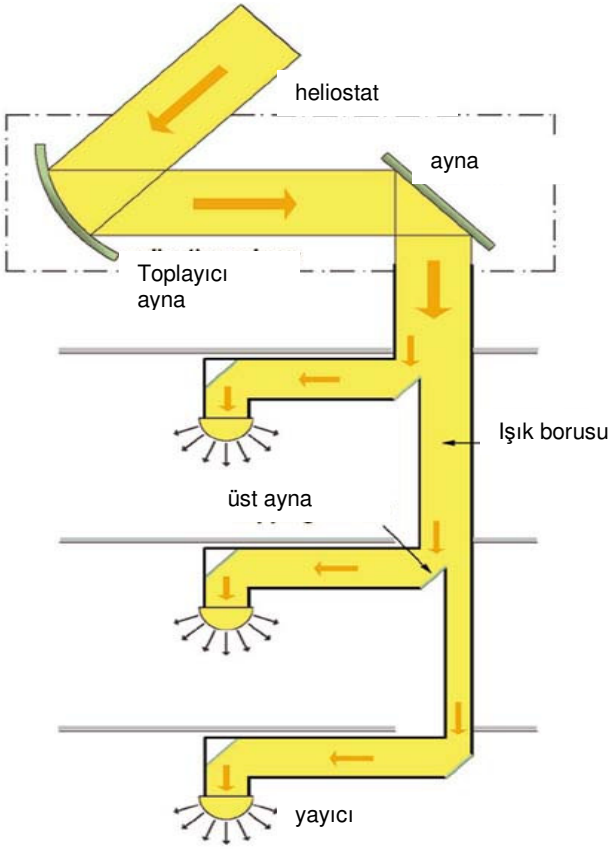


Şekil 4.32. Boru biçimindeki sistemler geleneksel camcılıkla aydınlatılamayan binaların da günışığından yararlanmasında kullanılır [34].

Sistemin verim oranı ışık borusunun iletmesine bağlıdır. Işığı iletilmesi, boruların uzunluğu, ışığın geliş açısı ve dağılacağı alanın genişliğine göre değişir. Bundan dolayı ışığın yoğunlaşması çok önemlidir. Boruların bakımı ve temizliği verimleri için çok önemlidir [37].



Şekil 4.33. Heliostat düzeni [37].

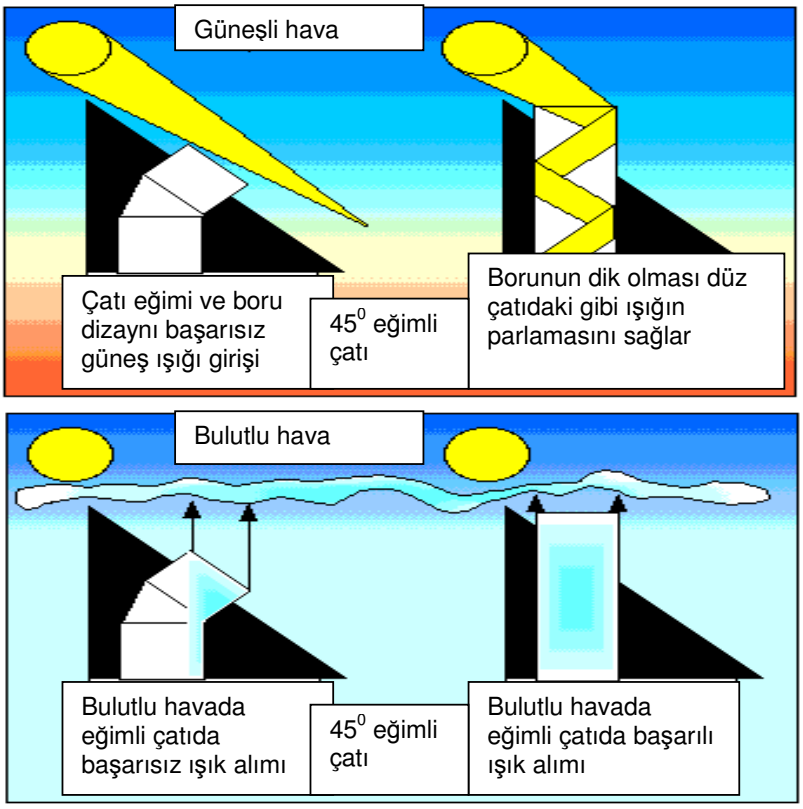


Şekil 4.34. Işık borusu sistemi [37]

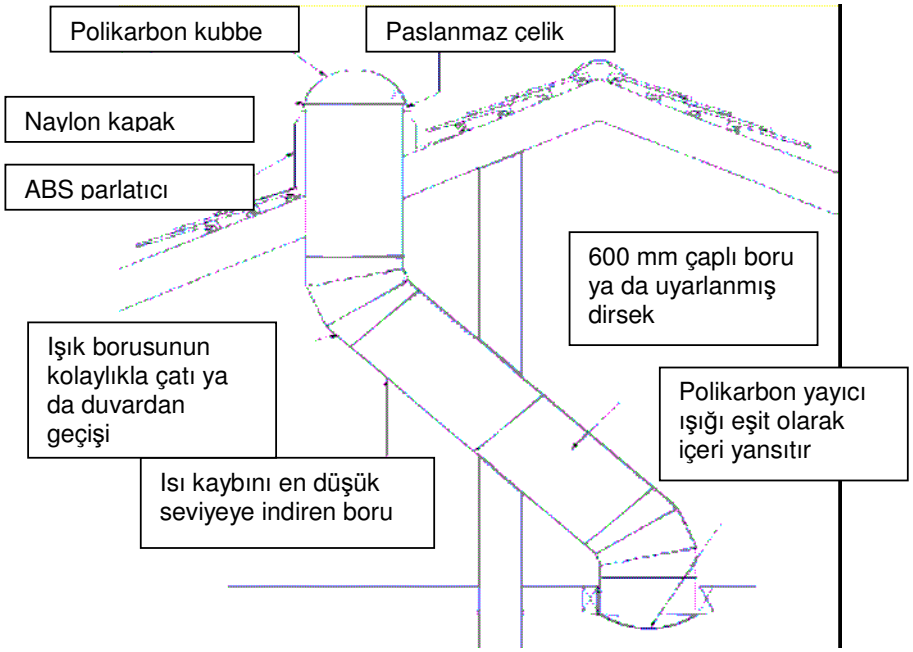
Sistemin verim oranı ışık borusunun iletmesine bağlıdır. Işığı iletilmesi, boruların uzunluğu, ışığın geliş açısı ve dağılacağı alanın genişliğine göre değişir. Bundan dolayı ışığın yoğunlaşması çok önemlidir. Boruların bakımı ve temizliği verimleri için çok önemlidir [37]

Resim 4.22. Güneşi takip eden sistem [34].

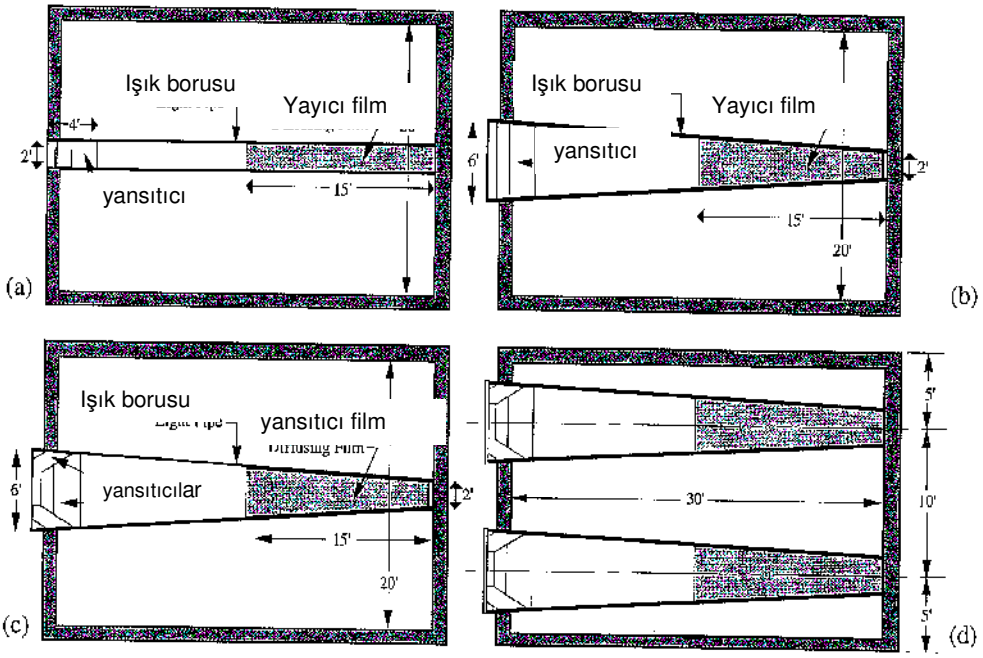
Resim 4.23. Çatı düzlemindeki sistem [34].



Şekil 4.35. Işık borusu sisteminin çatıda yerleşim şekilleri [38].



Şekil 4.36. Sistemin yerleşimi ve işleyişi [34]

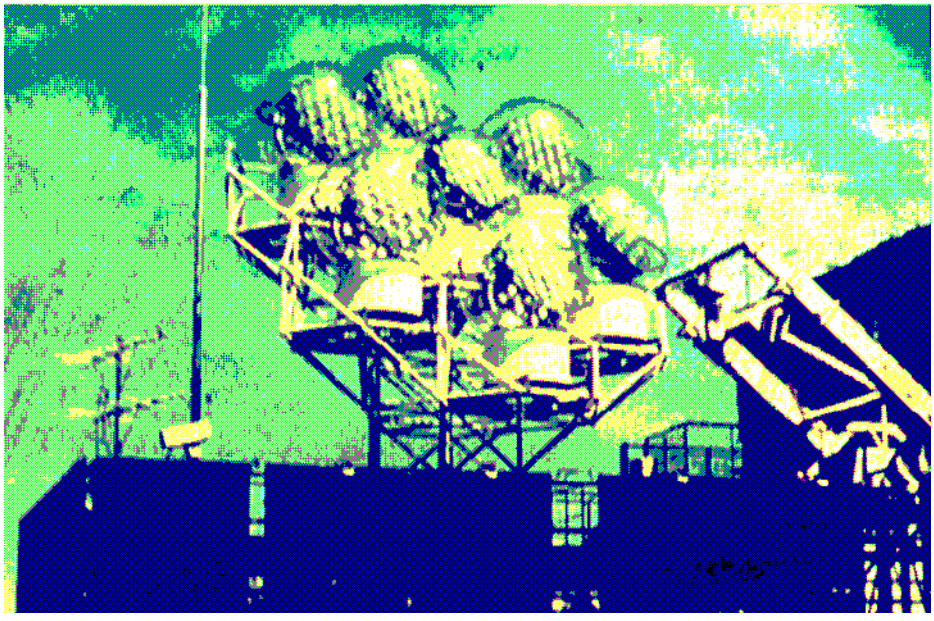


Şekil 4.37. Işık borusunun kat planlarındaki tasarımı [39].
a-genel görünüşü, b- merkez yansıtıcıdan görünüşü, c-köşeden görünüşü, d- köşeden ikizkenar görünüşü

Güneş ışığının ortama verdiği ısı boru ile üretim sürecinde dışarı alınır. Sonuç, serin bir aydınlatma yöntemidir. Güneşin en tepede olduğu saatlerde, geleneksel bir binada, iklimlendirme için maksimum elektrik sarfedilir. Oysa güneşin en tepede olduğu saatlerde ışık borusu sisteminin en verimli saatleridir ve iklimlendirme çalışma mekanizması ayarlanarak, fazla elektrik masraflarından kacılabilir. Güneş ışığı spektrumun tümüne sahip bir ışık olması nedeniyle, konfor açısından da tercih edilen aydınlatma uygulanmış olur. Işık borusu sisteminin başlıca üç parçası bulunur. Genelde çatıda bulunan ve güneş ışığını toplayan heliostat, ışık borusunun kendisi ve ışığı iç mekana bırakan vericidir [10]

Optik Lifli Sistem (Himawari)

Himawari Japonlar tarafından geliştirilmiş optik lifler aracılığı ile güneş ışığını binaların derinliklerine ulaştırabilen bir sistemdir. Himawari ayçiçeği sistemi, güneş ışığını toplar, UV dalga boyundaki ışınları ayırır ye güneş ışığını gereken her yere iletir. Kendi gücünü güneş pilinden alan Himawari sistemi, alıcıları sayesinde güneş ışığını takip eder. UV ve görülebilen dalga boyundaki ışınlar Fresnel merceğine ulaşırlar. Merceklerin renksel sapması, dalga boylarının odak uzunluğuna bağlı olarak değişir. Optik lif kablolar UV ve IR ışınlarını eleyerek 380- 780 nm arasındaki görülebilen dalga boylarını iletirler. Mercekler, ışınların % 2 kayıp ile 1/10.000 oranında demetlenmesini sağlar. Himawari saati güneşin konumunu hesaplar. Bulutsuz günlerde güneşin yeri alıcılar aracılığıyla, bulutlu günlerde de Himawari saati ile belirlenir. Gün bitiminde sistem kendini sıfırlar ve sabah güneşin doğuşuyla tekrar çalışmaya başlar. Bakım gerektirmez, güneşten enerji sağlanır. Yüzme havuzları, gökdelenlerdeki bitkiler, akvaryumlar üzerinde pek çok olumlu etkileri vardır [10].



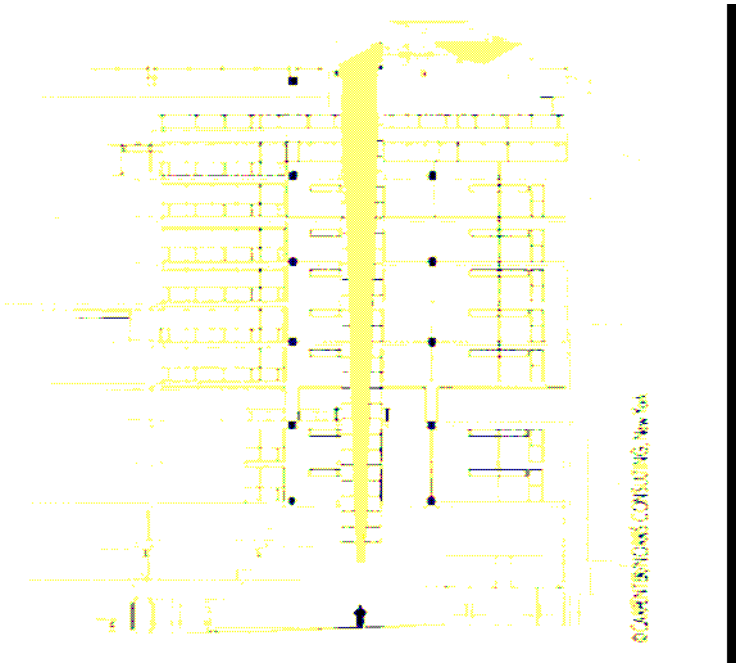
Resim 4.24. Himawari sistem [34]

4.4.1. Morgan - Lewis Brockuis Washington Binası

Yer: Washington, Amerika
Mimarlar ve ışık plancıları: Carpenter Norris Consulting
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 2001
Aydınlatma Sistemi: Işık Borusu

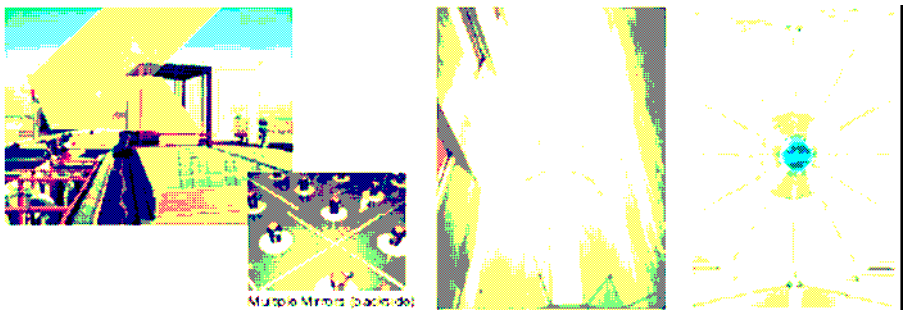
İki dar komşu cephenin arasına güneş ışığı indirilerek 14 katlı olan iki cephe arasındaki avlu ve odalar tamamıyla gün ışığı ile aydınlatılması tasarlanmıştır.

Binanın çatısında heliostat ve birçok aynadan oluşan sistem kurulmuştur. Heliostat günışığını izler ve paralel olan diğer aynalara yansıtır. Birçok aynadan oluşan sistem günışığını özel olarak üretilmiş ışık borularına indirir. Işık boruları böylece on dört katı birden günışığı ile aydınlatır. Gece boyunca da iç avlu ve her iki iç cephede gün ışığından faydalanabilir [40].



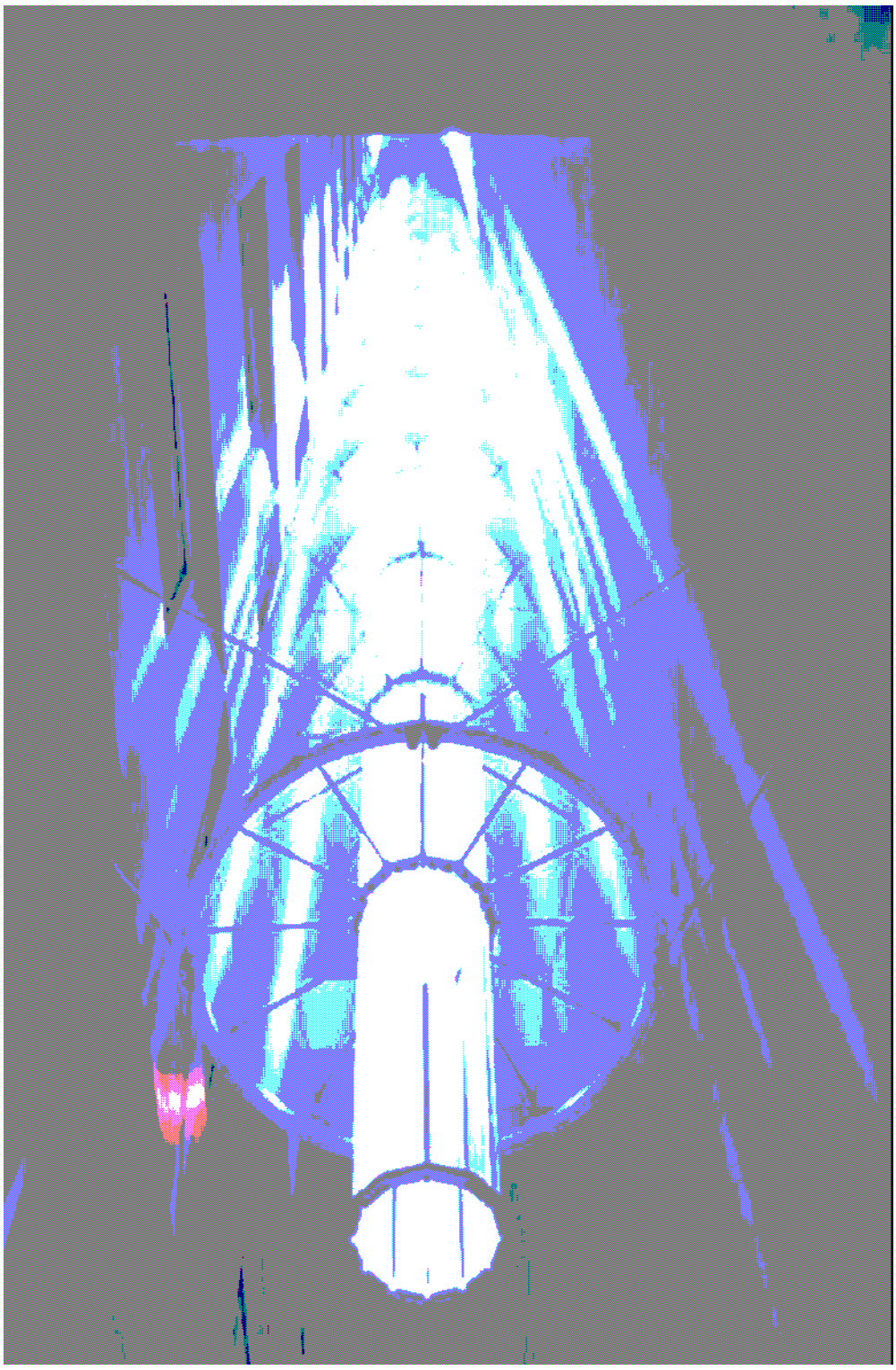
Şekil 4.38.Işık Borusu kesit [30].

Atriumun ortasında bulunan ışık borusu on iki çelik telle sarılarak alüminyum çerçeveye tutturulmuştur. Otuz altı metre kırılma konisi oluşturabilmek için eğilebilir tabakadan oluşan cam paneller kullanılmıştır. Eğimli yüzey boruya güneş ışığını uzunluğu boyunca verebilmek için kullanılmıştır [37].



Resim 4.25. Heliostat, aynalar ve ışığın boruya yansıması [30].

Resim 4. 26. Işık borusu görünüş [30].

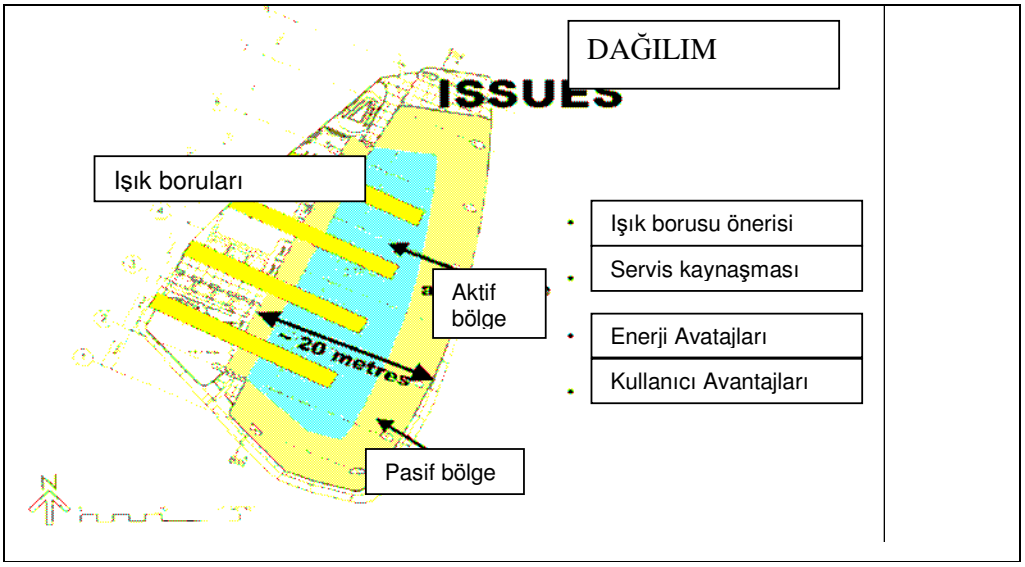


Resim 4. 27. Işık borusu detay görünüş [30].

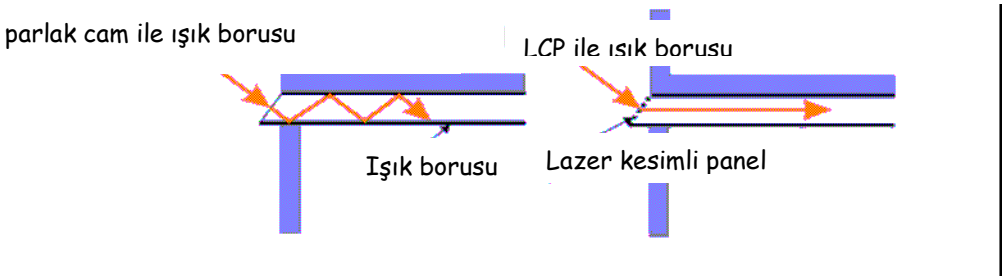
4.4.2. Water Front Binası

Yer: Kuala Lumpur, Malezya
Mimar: Ken Yeang
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 1996
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Aydınlatma Sistemi: Işık Boruları

Kuala Lumpur da ki ofis binasının derinliklerine kadar gün ışığı iletebilmek için, binanın batı cephesine dik, her kata dört adet ışık borusu yerleştirilmiştir. Işığın borulara yönlendirilmesini lazer kesim paneller sağlar [42].

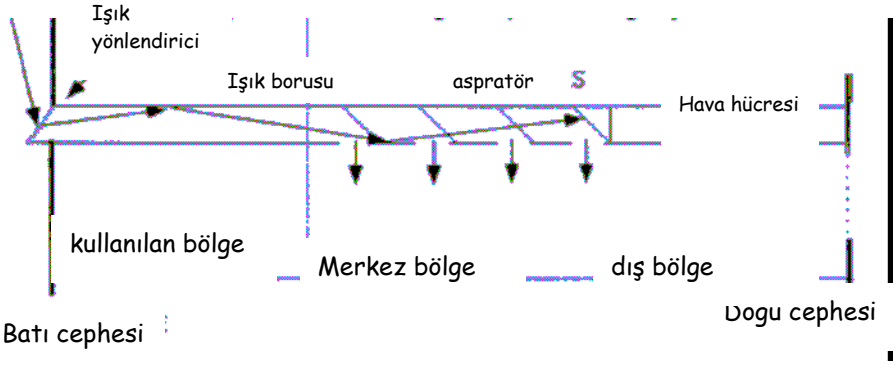


Şekil 4.39. Işık borularının binada yerleşimi [43].



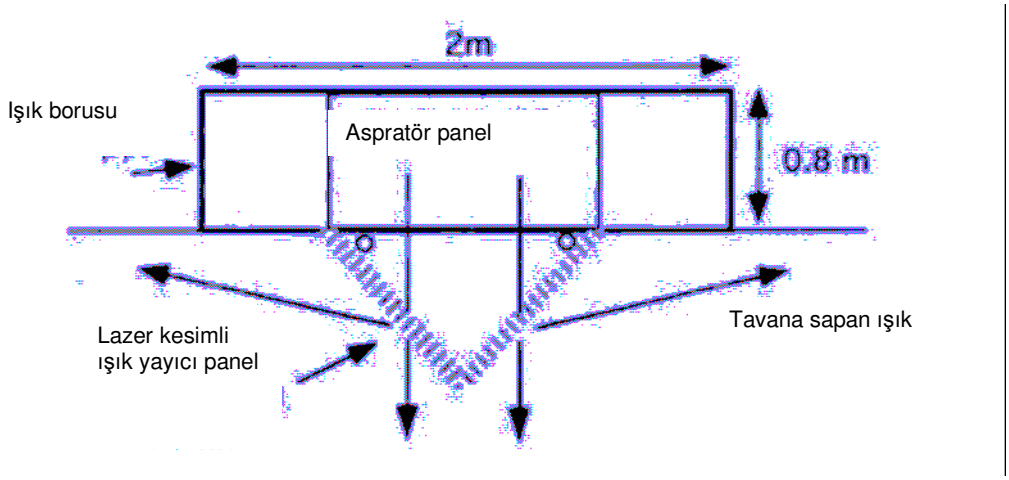
Şekil 4.40. Işık borusu kullanım seçenekleri [43].

Yüksek açılı gelen ışık yansımanın çok olması sebebiyle azalacak ve lazer kesimli panel, yansımayı azaltarak ışığın şiddetinin de azalmasını engelleyecektir [42].

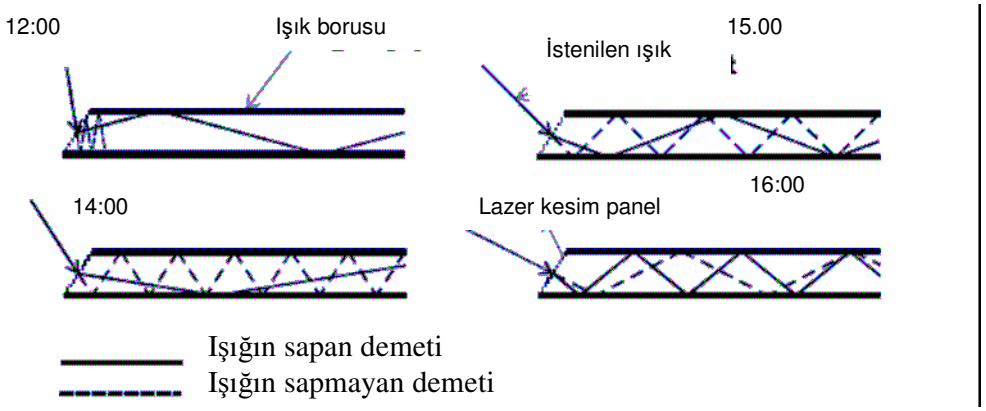


Şekil 4.41. Işık borusu kesiti [43].

Işık dağıtımı ve yayılımı kolektörler tarafından ışık borularına iletilir.

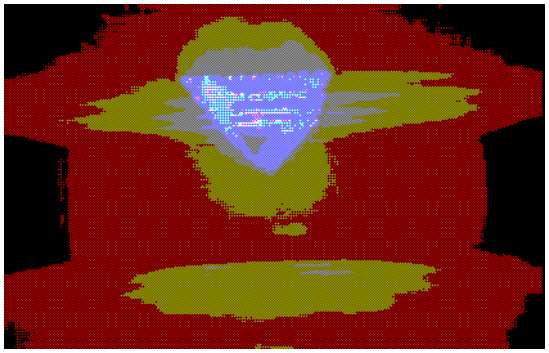


Şekil 4.42. Işık dağılımı(Işık ayırıcı aletlerin ve ışık borusunun çapraz Kesiti) [43].



Şekil 4.43. Farklı zamanlarda yansıyan ve yansımayan ışığın borunun içinde yol alışı [43]

Işığı daha geniş alanlara dağıtmak için ışığı ayıran lazer kesimli panel borulara bağlanmıştır. Bu panel sayesinde içeriye alınan ışık daha geniş alana yayılabilir. Bu ayırıcı panel tavandaki direkt ışığın odanın her yerine eşit dağılımını sağlar [42].



Resim 4.28. Lazer kesim paneller ile ışığın tavana yansıması [43].

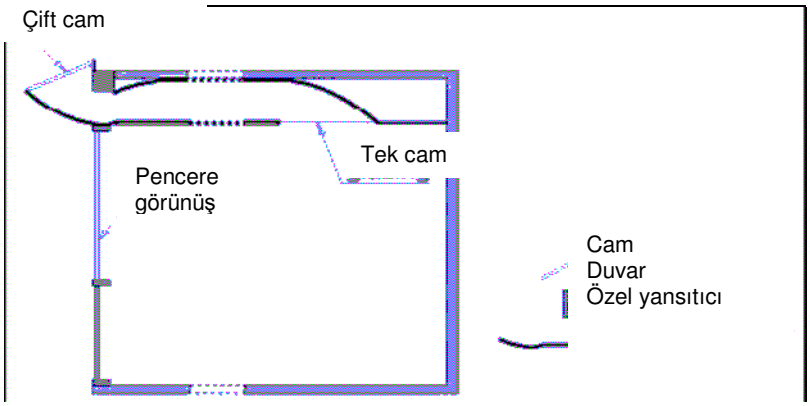
4.5. Anidolik Tavanlar

Anidolik tavan sistemleri, yaygın gün ışığını toparlamak için bileşik parabolik toparlayıcıların optik özelliklerinden yararlanırlar; ışığı odanın en arkasına kadar ulaştırabilmek için tavan yüzeyinin hemen altına, toparlayıcıya aynasal ışık borusu birleştirilmiştir. En önemli özelliği, bulutlu (kapalı) havalarda, yeterli günışığını odaya almaktır.

Anidolik tavanlar, asma tavanlar içinde, ışık borusu ile birleştirilmiş, gün ışığı biriktiren optikler içerirler.

Binanın dış tarafında anidolik optik toplayıcı, hava tabakasının en üst yüzeyindeki yayılmış ışığı toplar ve hapseder. Bu hava tabakası, bulutlu havanın en temiz alanından ışınları en verimli bir şekilde boruya çeker. Borunun çıkış deliğinden, odanın arka tarafından, herhangi bir geri dönüşüme mahal vermeden, parabolik yansıtıcılar, ışığı aşağı doğru dağıtır.

Tavanın altında onu boydan boya kaplayan, ışık borusu ile kaplanmış çoklu yansıtıcılar tarafından, ışık odanın içine ulaştırılır. Güneşli günlerde, ışığın direk nüfuz etmesine engel olmak için stor ile kontrol edilir ve gerekirse giriş camına bu stor konuçlandırılabilir. Anidolik Tavan sistemlerinin bütünü şematik olarak Şekil de görülmektedir [13].



Şekil 4.44. Anidolik tavanın şematik dikey kesiti [13]

Anidolik elemanlardaki yansıtıcılar, yansıma oranı; p=9 olan anotlanmış alüminyum yüzeyler içerirler. İstenilen optik kontrolü sağlamak için bu yüzeyler, şekilli çerçevelere yerleştirilmiştir. Yansıtıcı yüzeyleri temiz tutabilmek için kanallar cam ile kaplıdır. Pratik güneşliklerde sisteme düzgünce entegre edilebilir.

Anidolik Tavan sistemleri pencerenin yukarısında düşey düzlemde konumlandırılır. Çünkü dıştaki anidolik araç, yaygın gün ışığını, bulutlu günlerde odayı aydınlatmak için, yüksek optik verimlilikte toplar ve herhangi bir enlemde bile kullanılabilir. Güneşlikler parlamayı önlemek ve direk gün ışığının aşırı ısıtmasını önlemek amacıylada düzenlenebilir.

Şimdiki uygulamalarında, sistemin ilk amacı, kapalı havalarda yeterli gün ışığı sağlamaktır. Yeterli ışık akısı toplayabilmek amacı ile anidolik kollektörler, bütün oda yüzeyi boyunca uzatılmalı ve ışık borusu, odadaki asma tavanın üzerindeki boşluğu kaplamalıdır. Bu tür mekanlarda diğer hiçbir bina sistemleri veya strüktürel elemanlar, kullanılamaz. Eğer kullanılırsa, ışık performansı azalır. Bununla beraber, anidolik tavanların kullanımı diğer birçok bina bileşenlerine direk etki ettiğinden dolayı bu sistem kullanımı bina tasarımında ve planlanmasında bir koordinasyon gerektirir.

Bu sistem, en iyi bulutlu hava koşullarında binaların düşey yüzeylerinde ve direk günışığı girişinin sınırlı olduğu veya yüzey engellerinin bulunduğu alanlarda kullanılır. Tasarımı sırasında gerekenler:

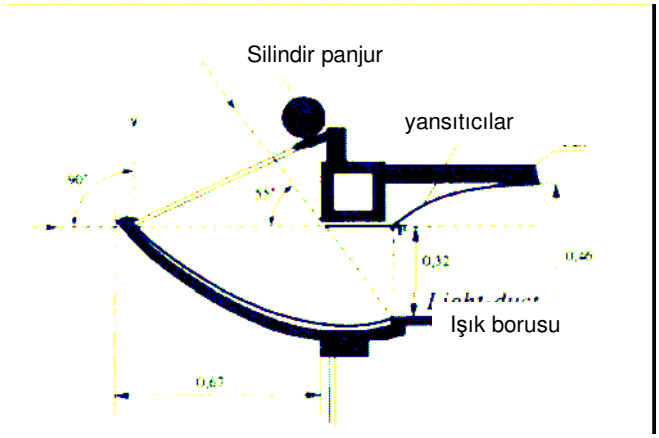
- Uygun gün ışığı, yeterli miktarda toplanmalı ve en kötü hava koşullarında özellikle de kış aylarında ışık borusu içine toplanmalıdır.
- Parlama riski, günışığını yüzeyden oda içine yönlendirerek en aza indirilmeli ve elektrik ışığı gibi, tavandan aşağıya dağıtmalıdır.
- Işık kanalının boyutları, uygun bina mekanı ile kıyaslanabilir olmalıdır.

Işığı kanalın içinde tavandan yukarı yönlendirmek, istenmeyen parıltı riskini de azaltır. Direk gün ışığı ana ışık kaynağı olduğunda, yüksek konsantrasyon

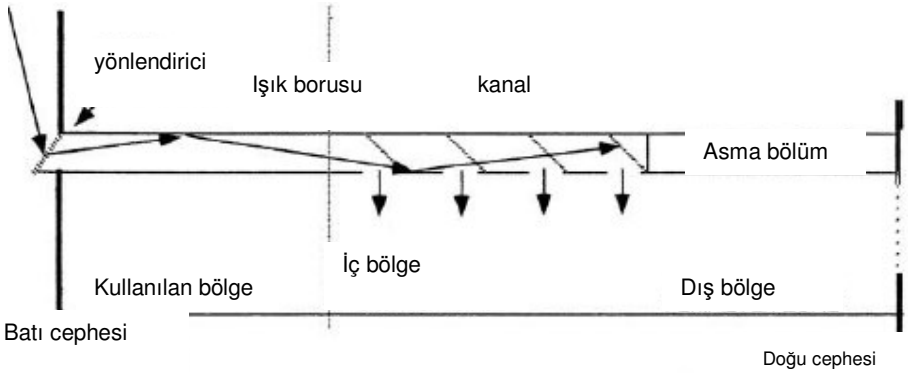
faktörü ortaya çıkar, bu da küçük boru sisteminin tavan doluluğu ile kaplanması gibi bir ortama izin verir.

Anidolik tavanlar, kentlerde kullanılabilindiği gibi kırsal alanlarda da kullanılabilir. Anidolik tavan sistemleri, güneş ışığını kontrol etmek için sağlanan düzgün gölgeleme sistemleri ile, gerek güzel havalarda gerekse de kötü hava koşullarında kullanılabilmektedir.

Anidolik tavan sistemleri, ticari, endüstriyel veya eğitim binalarında da kullanılmaktadır. Spesifik tasarım çözümleri, iklim ve enlemin değişikliğine göre çeşitlenmektedir. Yenilenme yapılan binalarda ise, bu sistem, eğer yeterli tavan boşluğu veya yüksek tavan var ise bu sistem kullanılabilir [13].



Şekil 4.45. Anidolik sistemin kesiti [44].



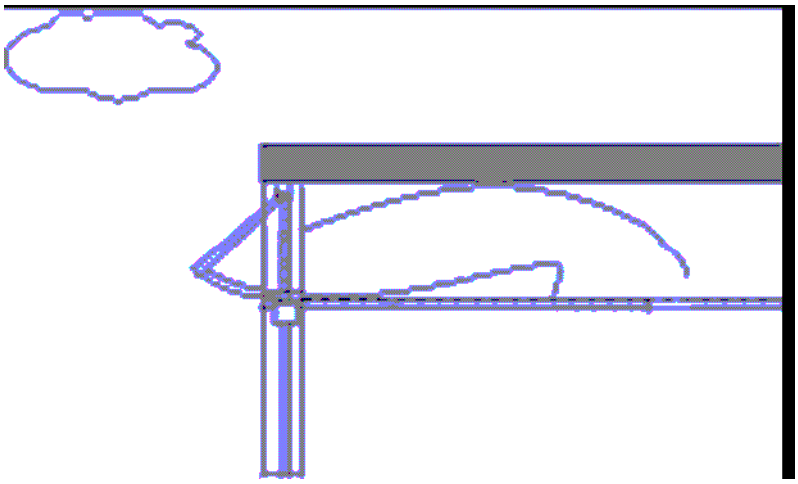
Şekil 4.46. Anidolik sistemde günışığının yol alışı [44].

Anidolik tavanlar aşağıdaki prensiplerle oluşturulmaktadır

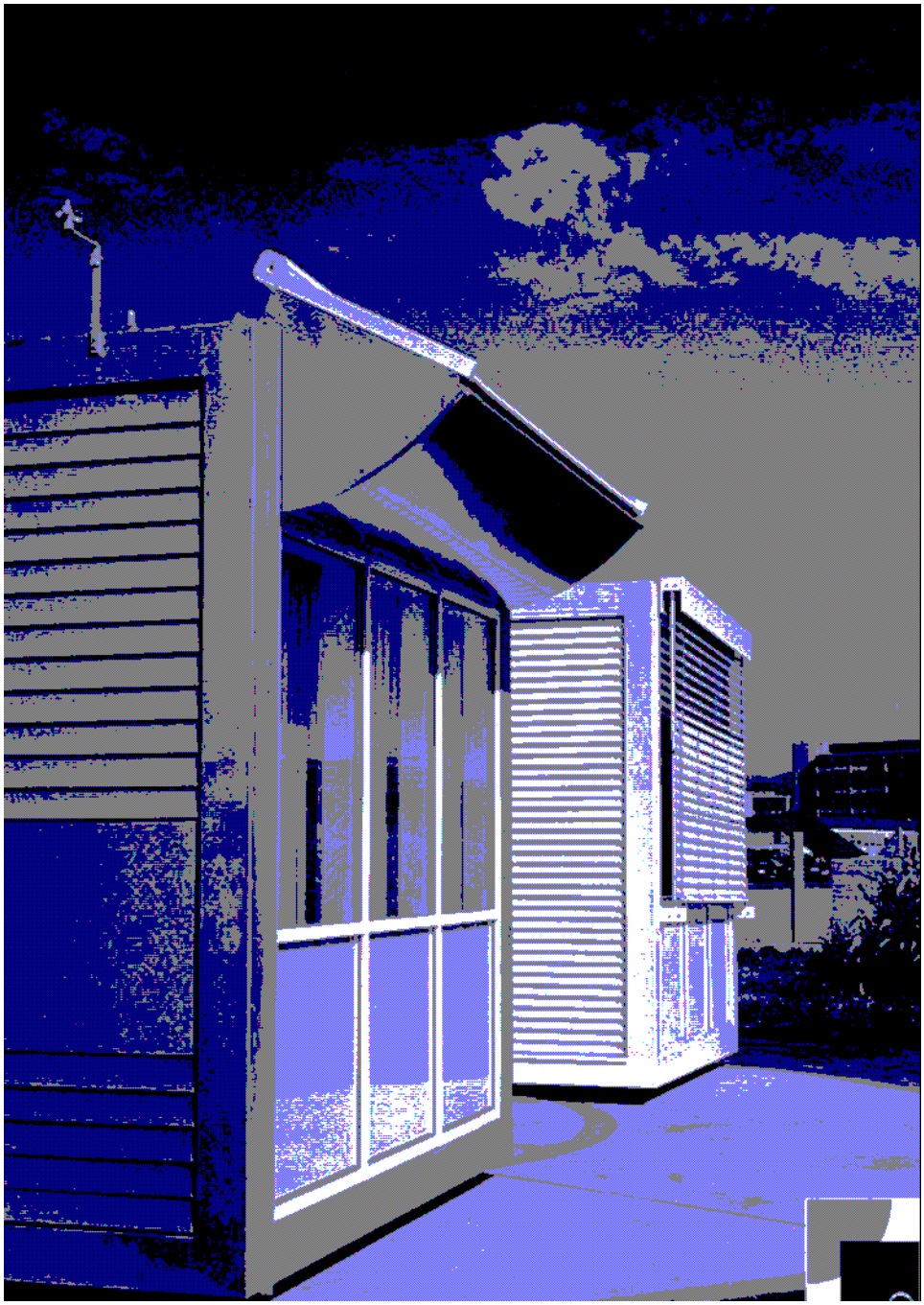
-Anidolik ışık kollektörleri, ışığı boru girişinde toplamak ve konsantre etmek için ışığın önünde tasarlanır ve yerleştirilir.

-Diğer anidolik araçlar, ışık aksını oda içinde dağıtmak için ışık borusunun sonuna yerleştirilir. Böylece aynı zamanda görsel kirlilikten de kaçınılmış olunur.

Eğer dış duvar, fazla yansımayı ve direk güneşi kontrol etmek için kullanılmışsa, el ile yapılan veya otomatik kontrol sistemleri gereklidir. Anidolik tavan sistemleri, hiçbir ek kontrol sistemine ihtiyaç duymaz. Temel anidolik tavan sistemleri, ekstra bir bakım gerektirmez. Normal atmosferik koşullarda, (özellikle fazla tozlu olmayan durumlarda) ve kentsel çevrede tipik hava kalitesi ile normal performans düzeyinde bakım yapmak için sistemin giriş camını temizlemek için sadece yağmur yeterli olmaktadır. Anidolik tavan sistemleri, hiçbir performansını kaybetmeksizin hemen hemen 3 yıl aynı şekilde kullanılabilir. Dış duvar, güneş kontrolü için yerleştirildiğinde ise bakım gerektirmektedir [13].



Şekil 4.47. Gün ışığının tavana girişi ve odaya yansıması [13].



Resim 4.29. Anidolik sistem modülünün önden görünüşü [13].

4.5.1. Leso Araştırma Binası

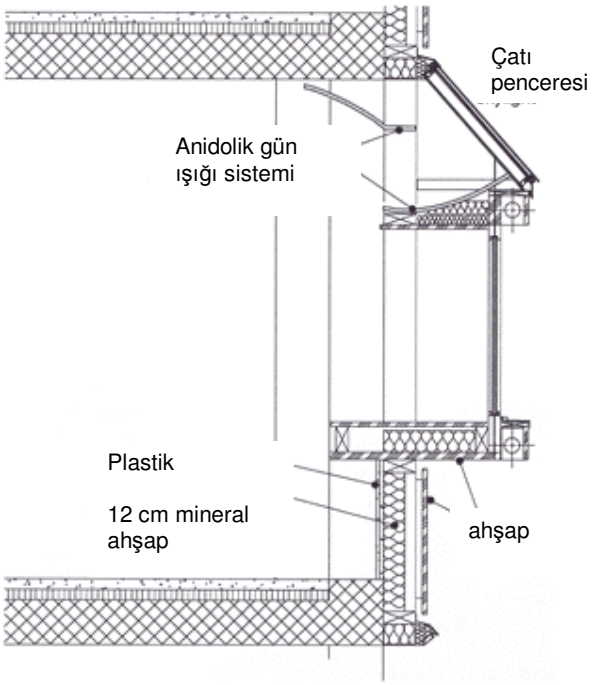
Yer: Lausanne, Fransa
Mimar: ACTE Mimarlık
Bina Kullanım Amacı: Araştırma Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 1988
Aydınlatma Sistemi: Anidolik sistem

Leso, güneşe ait pasif enerji performansını inceleme ve izleme olanağı sunan araştırma lojmanıdır. Ve gerçek ölçeklerde çalışmaları şart koşar. Yeni çıkan güneş enerjisi ile ilgili çalışmaları firmalar bu araştırma binasın ile birlikte test ederler.

Binanın güney cephesi 1999 yılında yenilenerek anidolik system uygulanmıştır.

Resim 4.30. Binanın cephesine Anidolik sistemin monte edilmesinden sonraki görünüşü [44].

Sürdürülebilir Anidolik cepheyi güçlendirmek ve kurmak amacıyla, güneş enerjisi ve bina fizik laboratuarının yeni cephesi iyi bir deneme örneğidir. Orijinal cepheyle karşılaştırıldığında, parıltı ve aydınlığın Anidolik cephe elemanları sayesinde homojen bir duruma geldiği ve binanın derinliklerine kadar günışığı ulaştırılabildiği gözlemlenir [44].



Şekil 4.48. Binanın dışından Anidolik sistemi gösteren dikey kesit [44].

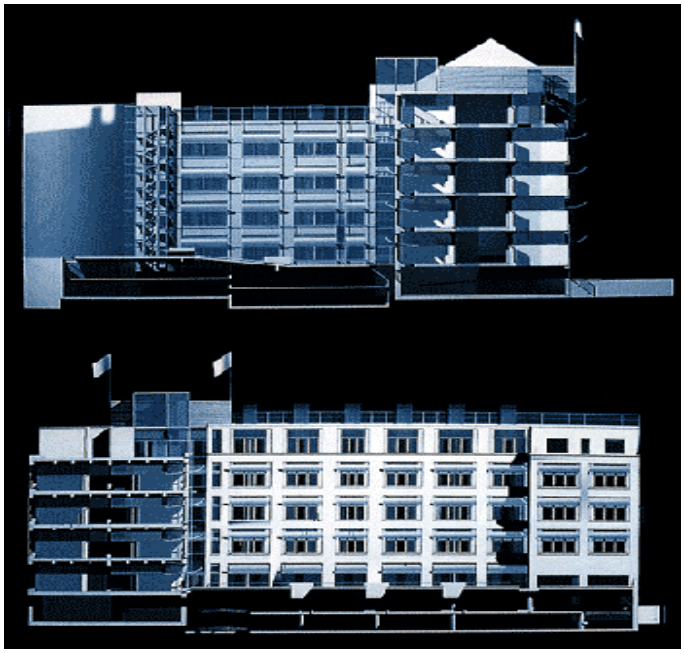
5.5.2. Caisse Conge Binası

Yer: Brüksel, Belçika
Mimar: Philip Samyn ve Ortakları
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 4695 m^2, 2002
Aydınlatma Sistemi: Anidolik Sistem

Binanın yenilenmesinde günışığının içeri alınması da planlanmıştır. Bunun için anidolic zenital kollektörlerden yararlanılmıştır.

Resim 4.31. Avludan binanın görünüşü [44].

Binada uygulanan anidolik sistemin gün ışığı performansı Belçika yapı araştırması kuruluşu tarafından onaylanmıştır. Kuruluş, anidolik zenithal sistemin derin odalar içine gün ışığını iletmesinin çok iyi olduğunu saptamıştır [44].

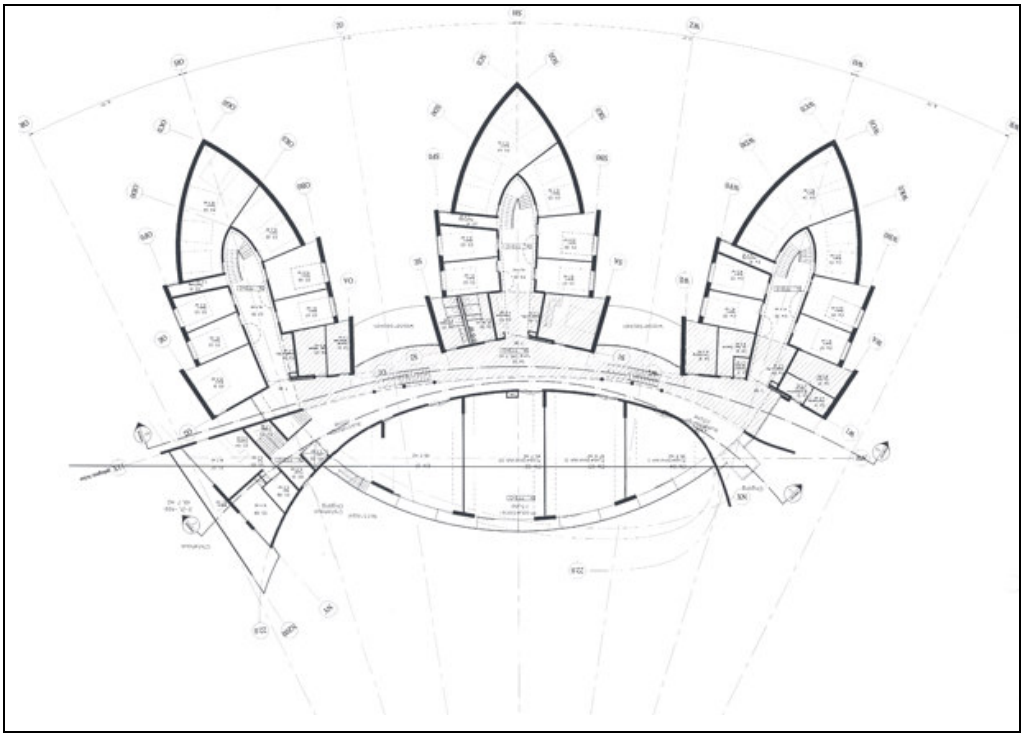


Resim 4.32. Anidolik zenithal sistemin cephede yarattığı görünüş [44].

4.5.3. Tekno Park

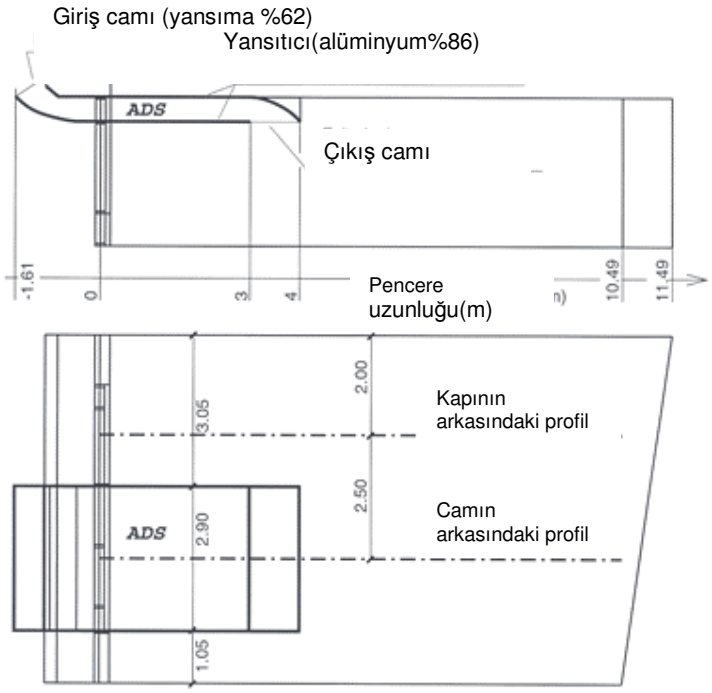
Yer: Siegen, Almanya
Mimar: Rau ve Ortakları
Bina Kullanım Amacı: Ofis Binası
Bina Alanı ve Yapım Yılı: 2002
Aydınlatma Sistemi: Anidolik Tavan

Geniş konferans salonun içine günışığı girmesini artırmak amacıyla, güneş enerjisi ve bina fizik laboratuarından, anidolik tavanın uygulanması için yardım istenmiştir [44].



Şekil 4.49. Tekno Park'ın planı [44].

Anadolik tavan tasarımı Tekno Park binasının Konferans salonu için yeniden geliştirilmiştir. Parlama performansları bilgisayar tarafından hesaplanmış; modüller test edilerek gün ışığını yansıtması onaylanmıştır.



Şekil 4.50.Yatay kesitte Anidolik tavanın dizaynı [44].

5 . SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleneksel cam tasarımları yaklaşık olarak pencerenin 6 m içerisine kadar ışık iletimi sağlayabilirler. Gün ışığı seviyesi pencereden uzaklaştıkça azalır. Bu yüzden odanın ön ve arka taraflarında elde edilen gün ışığı kazanç miktarları arasında orantısızlık vardır. Geniş odalarda elektrik enerjisi ile aydınlatma artarken, güneş enerjisi ile aydınlatma ya da ısı kazanımı azalmaktadır. Geleneksel doğal aydınlatma yöntemleri, kullanılan alanların dışında, binanın pencereden uzak daha içte kalan yerlerinin aydınlatılmasında yetersiz kalmaktadır.

Gelişen teknoloji, gün ışığını yansıtarak, yeniden yönlendirerek binanın daha derin alanlarına ulaştırmaya çalışmaktadır. Bununla birlikte, gelişen sistemlerin seçiminde ve tasarımında uygulayıcıya yol gösterecek sistemlerin belli başlı özellikleri seçim kriterleri ve tasarım kriterleri adı altında verilmiştir.

Gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerinin seçiminde gereken kriterler:

-Parıltıdan koruma
-Dışarıdan görünüm
-Işığı odanın derinliklerine iletme
-Homojen aydınlatma
-Potensiyel koruma
-İzleme ihtiyacı
-Kullanılabilirlik

Bu kriterlerin gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerine göre uygulanabilirlikleri Çizelge 5.1. de verilmiştir.

Yukarıda bahsedilen seçim kriterlerine bağlı olarak ortaya çıkan tasarım kriterleri ise;

-Yerleşim yeri

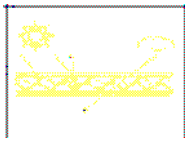
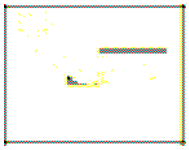
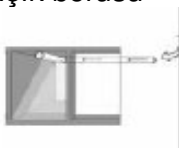
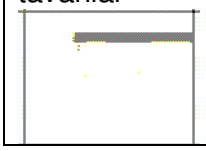
-Destekleyici elemanlar

-Fiziksel prensipler

-Kullanıldığı iklim tipleri dir.

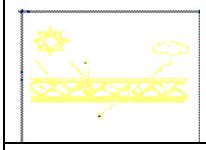
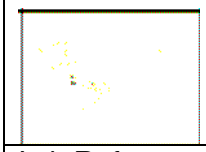
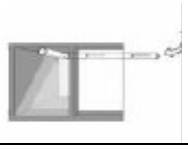
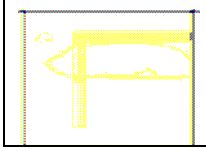
Bunların sistemlere göre detayları Çizelge 5.2. de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerinin seçim kriterleri

	Parıltıdan koruma	Dışarıdan görünüm	Işığı odanın derinliklerine iletme	Homojen aydınlatma	Potensiyel koruma	Izleme ihtiyacı	Kullanılabilirlik
Aynasal sistemler 	D	H	H	E	E	H	E
Prizmatik sistemler	D	H	D	D	D	E H	E
Işık rafı sistemi 	D	E	E	E	E	H	E
Işık borusu 	E	H	E	E	E	H	E
Anidolik tavanlar 	D	D	D	D	D	E H	T

D: Duruma bağlı, E: Evet, H: Hayır, T: Test süreci

Çizelge 5.2. Gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerinin tasarım kriterleri

	Yerleşim Yeri	Destekleyici Elemanlar	Fiziksel Prensipler	Kullanıldığı İklim Tipleri
Aynasal Sistemler 	Cam Çatılar ve Çatı pencereleri	Tavan	Işığı kırarak binadan içeri yansıtmak	Bütün İklimler
Prizmatik Sistemler 	Dikey Pencereler ve Çatı pencereleri	Tavan	Yayılan ışığı kabuk etmek Yayılan ve direkt gelen ışığı yönlendirmek	Sıcak İklimler
Işık Rafı Sistemi	Pencere Açıklıkları	Tavan	Yayılan ve direkt gelen ışığı yönlendirmek	Bütün İklimler Kapalı Gökyüzü
Işık Borusu 			Günışığını direkt binanın içine almak	Bütün İklimler Güneşli Gökyüzü
Anidolik Tavanlar 	Bina Cephesi	Tavan	Yayılan ve direkt gelen ışığı yönlendirmek	Pencerelerin cephedeki yatay yüzeyleri

Gelişmiş Aydınlatma sistemlerinin kullanımından sağlanan avantajlar

- Kapalı iklimlerin hakim olduğu yada kalabalık ve bitişik binalardan oluşan şehir düzeninde yeterli gün ışığının içeri girmesini sağlamaktadırlar.
- Değişik iklimler ve bina yönlendirmelerinde direk güneşe maruz kalan ve parıldamaya yol açan güneş ışığını faydalı hale getirip kullanılabilirliğini sağlamaktadırlar.
- Sıcak ve güneşli iklimlerde sistemler sayesinde kontrol edilen gün ışığı aynı zamanda soğutma çalışmalarına da yardımcı olmaktadırlar.
- Günümüze kadar binalar gün ışığından yararlanabilmek için ona göre tasarlanıyordu. Gelişmiş sistemler sayesinde -gün ışığını istenilen biçimde yönlendirmeleri - bina tasarımlarında da daha özgün olunabilmektedir.
- Binaların içine ve özellikle derinlerine girebilen gün ışığı işyerlerinde çalışma kapasitesinin artışını sağlamaktadırlar.
- Binaya gelen güneş ışığının tekdüzeliğini ortadan kaldırarak işlevini arttırırlar.
- Sadece gün ışığından fazla yararlanmayı değil aynı zamanda düzgün aydınlık düzeyi elde etmeyi sağlarlar.

Günümüzde kullanılmakta olan ve halen geliştirilen, test çalışmaları yapılan sistemler, ilk bakışta maliyet olarak pahalı görünseler bile uzun vadede kullanıcılara sağladığı enerji tasarrufu ile kar olarak geri dönecektir. Bununla birlikte gelişen teknoloji, kullanılan sistemlerin ya da sistemlerin yapımında kullanılan malzemelerin ekonomikliği için sürekli çalışmaktadır.

Bütün bu araştırmalar kapsamında ülkemizde hala uygulanmakta olan doğal aydınlatma yöntemlerine yeni bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır. Dünyada gelişen doğal aydınlatma teknolojisi ne yazık ki henüz ülkemizde kullanılmamaktadır. Türkiye, gerek coğrafi konumu gerekse farklı iklimlere sahip bir ülke olması nedeniyle bu çalışmada anlatılan sistemlerden ve gelişmekte olan teknolojiden faydalanabilir. Yapılan çalışma, anlatılan

sistemler ve incelenen örnekler, gelişen teknolojiyi takip etme ve ülkemizde de kullanılabilir hale getirme açısından bir öneri niteliği içermektedir.

KAYNAKLAR

1. Şerefhanoğlu, Sözen, Müjgan, 'Aydınlatma Tasarımında Mimar ve Elektrik Mühendisinin Rolü' , ***II Aydınlatma Sempozyumu***, Diyarbakır, 8-10(2003).

2.İnternet: İstanbul Teknik Üniversitesi Ergonomi Kulübü http://www.students.itu.edu.tr/~ergonomi/bilbank/insan2.html (2004).

3. İnternet: Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları. http://www.yfu.com/booklet-4.htm (2004).

4. Sirel, Ş, 'Aydınlatmanın Tanımı ve Şekilleri', ***Sistem Dekor Dergisi***, 1:12, Ocak (1991).

5. Sirel, Ş , ***Aydınlığın Niteliği Kitapçığı*** ,1 (1992).

6. Taşpınar, A.S., 'Mimaride Gün Işığı', ***ODTÜ Mim. Fakültesi Yayınları***, 15 (1977).

7.Şerefhanoğlu, Sözen, M, Mayıs, ***Arredamento Mimarlık Dergisi*** , 5:116 (2001).

8. Egan, M.D and Olgyay,V.W, 'Architectural Lighting 2nd ed', ***Mc Graw Hill***, New York, 88-125 (2001).

9. Özdamar, M. ve İnanıcı M. ve Yener C. 'Atrium , Mekanlarında Gün ışığı', ***II.Ulusal Aydınlatma Kongresi ve Sergisi***, İstanbul, 63-66 (1998).

10. Çetegen, D. ve Enarun, D., 'Doğal Aydınlatma Sistemlerindeki Yeniliklere Bir Bakış', ***III Ulusal Aydınlatma Kongresi ve Sergisi***, İstanbul,30-35 (2000).

11. İnternet : Foster ve ortakları. www.fosterandparners.com (2004).

12.Katırcı,U, 'High Tech'ten Eco ya Norman Foster' Y.Lisans, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** Ankara,114-115, (2002).

13.Daylight in Buildings :Asource book on daylighting systems and componenets,***IEA SHC Task 21***, ECBCS Annex 29,(2000).

14.İnternet : Lighting Systems. http://www.schorsch.com/kbase/prod/-redir/vertglas.html (2005).

15. İnternet: Prizmatik Panel. http://www.schorsch.com/kbase/prod/redir-/exterior.html (2005).

16. İnternet: Prizmatik Cam. http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/-synthlight/handbook/doc/chapter2.pdf (2006).

17. İnternet : Hareketli Prizmatik Sistemler.http://www.bomin-solar.de/ (2006).

18. İnternet : Genzym Center http://www.owlnet.rice.edu/~arch316/2005-genzyme.pdf (2006).

19. İnternet : Harvard Engineering and Applied Sciences http://people.deas.-harvard.edu/~jones/lab_arch/H_and_dM/translations/hdm_4/suva2.gif (2006).

20. İnternet :The American Instıtute of Architects http://www.aiatopten.org-/hpb/energy.cfm?ProjectID=274 (2006).

21. İnternet : High Performance Commercial Building Facade http://gaia.lbl-.gov/hpbf/casest_l.htm (2005).

22.Fontoynont,M.,'Daylight Performance of Building', ***Europan Commission*** , France,161-164, (1999).

23.İnternet : Bomin Solar Prizmatik Systems http://www.bomin-solar.de/Acrobat/-Prismalite/P_4215_UKH-Linz_2004.pdf (2005).

24. İnternet : Unfallkrankenhaus http://www.auva.sozvers.at/esvapps/page-/page.jsp?p_pageid=120&p_menuid=2073&p_id=6 (2006).

25. İnternet: Işık Rafları. http://eetd.lbl.gov/newsletter/cbs_nl/nl5/Envelope-.html (2005).

26. İnternet : Betterbricks http://www.betterbricks.com/LiveFiles/12/280/-Lockheed.pdf (2006).

27. İnternet: Advanced building http://www.advancedbuildings.org/_frames/-fr_t_lighting_light_shelves.htm (2005).

28. İnternernet : MCM Architecture http://www.mcmparchitects.com/portfolio-cfm/inc=hightech/ProjectID=50/CatID=3/cmd=next (2006).

29. İnternet: Case Studies in Canadian Sustainable Design http://www.arc-hitecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/sustain_casestudies/bcgas_-gallery.html (2006).

30.İnternet: Advenced Buildings http://www.advancedbuildings-.org/main_cs_surrey.htm#Basic%20Information (2005).

31. İnternet : IEA Solar Heating Cooling Program http://www.iea-shc.org-/-task23/download/CS_examples.pdf(2004).

32. İnternet : Daylighting Guide for Canadian Commercial Buildings http://www.enermodal.com/Canadian/pdf/DaylightingGuideforCanadian-BuildingsFinal6.pdf (2004).

33. İnternet: Işık Boruları. http://www.bartenbach.com (2005).

34. İnternet : Gelişmiş Doğal Aydınlatma. http://www.liv.ac.uk/abe/students/-modules/arbe211/innovative_daylight.pdf (2006).

35. İnternet: Gelişmiş Doğal Aydınlatma Sistemleri. www.squ1.com/site.html (2004).

36. Carter, D. J. ' Developmaents in tubular daylight guidance systems' ***Building Research&Information***,32(3),220-234 (2004).

37. İnternet: Ekolojik Building. http://www.egt.bme.hu/ecobuild/dayl/f4-_034.htm (2006).

38. İnternet : Işık Borusu. http://www.sunpipe.com/iz10.htm (2004).

39.İnternet : Advenced Optical Daylighting Systems. http://btech.lbl.gov-papers/38133.pdf (2006).

40.İnternet :Bomin Solar-Heliostat http://www.bomin-solar.de/Acrobat/-Heliostat/H-4158-USA-Washington-SLP-2001.pdf (2005).

41.İnternet: Hoarelea Sustainability Through Innovation http://www.hoarelea-.com/news/RJtechlight.pdf (2006).

42.İnternet :CS Design http://www.csdesign.epsa.uq.edu.au/filebase/10200-.Uqsdf/10341.Serving_in/10556.PapersAndP/notcontent/10598.-LightPipe.pdf (2006).

43. İnternet : CS Design http://www.csdesign.epsa.uq.edu.au/filebase/10200-.Uqsdf/10342.Projects/10646.Diffusion/notcontent/10681.Umno.pdf (2006).

44. İnternet: Solar Energy and Building Physics Laborotary http://leso.epfl.-ch/e/research_dl_anidolic_facade.html (2006).

EKLER

EK-1. Aydınlatma temel kavramları

1-Aydınlık

Aydınlık a/b gibi bir kavram olarak düşünülmelidir. Burada b yani payda, bir alanı; a yani pay ise, bu alana düşen ışığı (nicel olarak ışık akısını) gösterir. Genelde alan S, ışık akısı Φ simgeleri ile gösterilir.

2- Işık Akısı (Φ)

Işık akısı, alan gibi bir büyüklük, yani nicel bir kavram olup, birimi lümen (lm) dir. Böylece aydınlık niceliği birimi de lümen bölü metrekare (lm/m^2) olarak tanımlanmış olur. Mimarlıkla ilgili kılgısal hesaplarda çoğu kez söz konusu olan alanlar, ışık akısının düzgün yayılamayacağı kadar büyük olduğundan Φ/S ortalama bir değer olarak düşünülür ve söylenir.

lm/m^2 öteden beri lüks (lux) birimi ile de söylenir. Bu birimin simgesi lx tir; 1 lm/m^2 = 1 lx.

3- Aydınlık Düzeyi(E)

a/b gibi bir kavram olarak düşünülmesi gereken aydınlık, sayısal değerlerin (Φ/S) bir oranı gibi ele alındığında söz konusu olan, aydınlığın niceliğidir. Aydınlığın niceliği aydınlık düzeyi terimi ile anlatılır. Çoğu kez aydınlık kavramı, aydınlık düzeyi kavramı ile karıştırılır. Kolay anlaşılır ve hesaplanabilir olması gibi nedenlerle, aydınlığın bu nicel boyutu, hemen her zaman, sanki aydınlık kavramının tek belirleyicisi imiş gibi düşünülür.

4- Işıklılık(L)

Işıklılık birimi cd/m^2 (nit) dır. Yüzeylerin görünürlükleri (ışıklıkları) yüzeylerin yansıtıcılığına ve yüzeye gelen aydınlığa bağlıdır.(6)

Işıklılık=Aydınlık x Yansıtıcılık

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :ÖZTÜRK, Çiğdem

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 04.10.1970 İstanbul

Medeni hali : Bekar

Telefon : 0 (212) 540 61 89

Faks : 0 (212) 540 61 88

e-mail : cigdemmist@yahoo.com.

Eğitim

Derece	**Eğitim Birimi**	**Mezuniyet tarihi**
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü	2006
Lisans	Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü	2001
Lise	Bahçelievler Lisesi	1987

İş Deneyimi

Yıl	**Yer**	**Görev**
2001-2006	Öztürk Mühendislik Mimarlık	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kitap, Seyahat, Resim