

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA CEPHE OLUŞUMU VE BİNA EKONOMİSİ
AÇISINDAN GÜNEŞ KONTROL SİSTEMLERİNİN
İRDELENMESİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
MÜDÜRLÜĞÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar A. Sinan TİMOÇİN
(502971162011)**

104020 104020

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 Haziran 2001
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Haziran 2001**

Tez Danışmanı :

Prof.Dr. S. Mete ÜNÜGÜR

18.07.2001

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Mehmet Ş. KÜÇÜKDOĞU

18.07.2001

Prof.Dr. Cengiz GİRİTLİOĞLU

18.07.2001

HAZİRAN 2001

ÖNSÖZ

Bu çalışma boyunca bana yol gösteren ve fikirlerimin gelişmesinde en büyük yardımcım olan tez danışmanım Sayın hocam Prof.Dr. S. Mete Ünügür'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamda bilgilerini ve desteğini esirgemeyen Sayın hocam Prof.Dr. Mehmet Ş. Küçükdoğu'ya teşekkürü borç bilirim.

İlgisini ve desteğini görmekten mutluluk duyduğum Mak.Yük.Müh. Sayın Kevork Çilingiroğlu'na teşekkürlerimi sunmaktan onur duyarım.

Bu güne kadar bana sağladıkları ortam, gösterdikleri sevgi, güven ve akademik çalışmalarındaki desteklerinden dolayı en büyük güç kaynağım aileme ve çalışmamda ilgisini ve desteğini hissettiren Şenay Öztürk'e ve tüm dostlarıma şükranlarımı sunmaktan mutluluk duyarım.

Haziran 2001



Alper Sinan TİMOÇİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KISALTMALAR	i
TABLO LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KONUNUN TANITILMASI : GÜNEŞ KONTROLÜ	4
2.1. Güneşin Yörüngesel Hareketi ve Dünyaya Etkisi	4
2.1.1. Güneş Işınlarnının Geometrik Yapısı	9
2.1.2. Güneş Açıları	9
2.1.2.1. Esas Güneş Açıları	10
2.1.2.2. Türetilen Güneş Açıları	14
2.1.2.3. Eğik Düzlemin Açıları	17
2.2. İklim Bölgeleri ve Yapı Karakterleri	18
2.2.1. Sıcak Kuru Bölgeler	18
2.2.2. Sıcak Nemli Bölgeler	20
2.2.3. Ilıman Bölgeler	23
2.2.4. Serin Bölgeler	24
2.2.5. Kutup Bölgeleri	25
2.3. İklimsel Konfor Koşulları	26
2.3.1. İklimsel Çevre Etkenleri	26
2.3.2. Yapma Çevre Değişkenleri	26
2.4. Konfor Değerleri ve Diyagramları	28
2.4.1. İklim İnsan İlişkisi ve Konfor Sınırı	28
2.4.2. Sıcaklık	29
2.4.3. Nem	29
2.4.4. Hava Sirkülasyonu	31
2.4.5. Konfor Diyagramları	31
2.4.5.1. Bioklimatik Grafik	32
2.4.5.2. Gölge Hattı Diyagramı	33
2.4.6. Gölgeleme İstenen Dönemin Belirlenmesi (Olgay & Olgay Yöntemi)	34

2.5. Isısal Konfor ve Isı Transferi	35
2.5.1. İletim (Kondüksiyon)	37
2.5.2. Taşınım (Konveksiyon)	38
2.5.3. Işınım (Radyasyon)	38
2.5.4. Buharlaştırma (Evaporasyon)	39
2.6. Bölüm Sonuçları	39

3. PROBLEMİN BELİRLENMESİ: BİNA CEPHE OLUŞUMU VE BİNA EKONOMİSİ AÇISINDAN GÜNEŞ KONTROLÜ

3.1. Bina Cephesi Güneş Kontrolü İlişkisi	42
3.1.1. Ağaçların Güneş Kontrol Etkisi	42
3.1.2. Çevredeki Mevcut Binaların Güneş Kontrol Etkisi	46
3.1.3. Yapı Kabuğu Dışında Tasarlanan Elemanların Güneş Kontrol Etkisi	47
3.1.3.1. Yatay Gölgeleme Araçları	49
3.1.3.2. Düşey Gölgeleme Araçları	54
3.1.3.3. Karma Gölgeleme Araçları	57
3.1.3.4. Yapı Kabuğunda Tasarlanabilecek Yeşil Öğelerin Güneş Kontrol Etkisi	61
3.1.4. Güneş Kontrol Sistemlerinin Bina Cephe Oluşumundaki Etkisi	65
3.1.4.1. Yatay Gölgeleme Araçlarının Bina Cephe Oluşumuna Etkisi	65
3.1.3.2. Düşey Gölgeleme Araçlarının Bina Cephe Oluşumuna Etkisi	70
3.1.3.3. Karma Gölgeleme Araçlarının Bina Cephe Oluşumuna Etkisi	72
3.1.3.4. Yapı Kabuğunda Tasarlanan Yeşil Öğelerin Bina Cephe Oluşumuna Etkisi	75
3.2. Güneş Kontrolü Bina Ekonomisi İlişkisi	76
3.2.1. Pencerelerde Kullanılan Cam Türleri ve Isı Kazancı Etkileri	89
3.2.1.1. Cam	90
3.2.1.2. Gölgeleme Araçlarının Cam Üzerindeki Isı Kazancı Performansı	94
3.2.2. Gölgeleme Araçları ile Sağlanan Enerji Kazancının Hesaplanması	97
3.2.3. Gölgeleme Aracı Tasarımıyla Elde Edilen Enerji Tasarrufu	106
3.2.4. Bina Ekonomisine Yardımcı Güneş Kontrolü	108
3.2.4.1. Yapı Kabuğunda Yarı Korunumlu Bölgeler	108
3.2.4.2. Isınma ve Aydınlatma Düzeyi İhtiyacı Açısından Gölgeleme Aracı Tasarımları	110
3.3. Bölüm Sonuçları	112

4. ÖRNEKLEMELER	114
4.1. Örnekleme Çalışmasının Amacı ve Kapsamı	114
4.2. Örnekler	115
4.2.1. Open Üniversitesi - Milton Keynes / İngiltere	115
4.2.2. Carré d' Art - Nîmes / Fransa	118
4.2.3. Office Park - Leeds / İngiltere	123
4.2.4. Arizona'da Konut / ABD	125
4.2.5. El Panama Oteli / Panama	127
4.2.6. Büro Binası - Tokyo / Japonya	130
4.2.7. Alışveriş Merkezi - California / ABD	132
4.2.8. Büro Binası - Stuttgart / Almanya	134
4.2.9. Emprezas Graficas / Brezilya	136
4.2.10. Okul Binası - Phoenix / ABD	138
4.2.11. Sergi Pavyonu - Londra / İngiltere	140
4.2.12. Büro Binası / Cezayir	142
4.2.13. Büro Binası - Recanati / İtalya	143
4.2.14. İspanya'da Konut - Costa Brava, Girona / İspanya	146
4.2.15. Sarasota'da Konut - Florida / ABD	148
4.2.16. Caterpillar Endüstri Binası / Brezilya	150
4.2.17. Pansiyon Binası - Florida / ABD	153
4.2.18. Recklinghausen Konferans ve Tiyatro Salonu / Almanya	155
4.2.19. Building Research Establishment - Garston / İngiltere	157
4.2.20. Putney Heath Evi - Londra / İngiltere	158
4.2.21. Rue de l'Ourcq Apartmanı - Paris / Fransa	160
4.2.22. Sujbsized Konut Kompleksi - Paris / Fransa	161
4.2.23. San Diego'da Konut / ABD	163
4.2.24. Kütüphane Binası - Selestat / Fransa	165
4.2.25. Besançon Üniversitesi Kütüphanesi - Besançon / Fransa	167
4.2.26. Nothingam Üniversitesi Kampüsü - Nothingam / İngiltere	169
4.2.27. Finlandiya Elçilik Binası - Berlin / Almanya	170
4.2.28. Sunshine Coast Üniversitesi Kütüphanesi Queensland / Avustralya	172
4.2.29. Cy Twombly Sergi Salonu - Houston / ABD	175
4.2.30. İtalya'da Villa	180
4.2.31. Konut Bloğu Binası - Graz / Avusturya	182
4.2.32. Sao Paulo Fuar Merkezi - Sao Paulo / Brezilya	185
4.2.33. Valencian Television Yönetim Binası - Valencia / İspanya	188

Sayfa No

4.2.34. Rutherford Goldsmith Koleji / İngiltere	191
4.2.35. Canon Firması Yönetim Binası / İngiltere	192
4.2.36. Albert Camus Lisesi - Fréjus / Fransa	194
4.2.37. Médiathèque Kültür Merkezi - Orleans / Fransa	197
4.2.38. Columbia Üniversitesi Hukuk Fakültesi - New York / ABD	200
4.2.39. Araştırma Merkezi - Seibersdorf / Avusturya	202
4.2.40. Phoenix Merkez Kütüphanesi - Arizona / ABD	204
4.3. Bölüm Sonuçları	206
5. SONUÇLAR	208
KAYNAKLAR	212
EKLER	216
ÖZGEÇMİŞ	232



KISALTMALAR

ASHRAE	:	Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Topluluğu American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc.
CIBSE	:	Bina Servis Mühendisleri Birliği Enstitüsü The Chartered Institution of Building Services Engineers
HVAC	:	Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Heating, Ventilating and Air-Conditioning
VAV	:	Değişken Hava Hacimli Sistem Variable Air Volume
U-Vaule	:	Isı İletim Katsayısı Ultraviolet Value
R-Value	:	Isı Direnç Katsayısı Resistance Value
SC	:	Gölgeleme Katsayısı Shading Coefficient
CLTD	:	Soğutma Yüğü Sıcaklık Farkı The Cooling Load Temperature Difference
CLF	:	Soğutma Yüğü Faktörü Cooling Load Factor
SHGF	:	Güneşten Isı Kazancı faktörü Solar Heat Gain Factor
BTU	:	İngiliz Termal Birimi British Thermal Unit

TABLO LİSTESİ**Sayfa No**

Tablo 2.1. : Güneş ve Dünya ile ilgili değerler.....	5
Tablo 2.2 : Dünya - Güneş mesafesinin bazı günler için değeri	7
Tablo 2.3. : Atmosferde yükselme ve buna bağlı su buharı azalması (gr / m ³).....	30
Tablo 2.4. : Enlem derecelerine göre sıcaklık, nisbi nem ve su buharı basıncı Değerleri	31
Tablo 2.5. : Belirtilen bazı maddelerin ısısal iletkenlik özellikleri	37
Tablo 3.1. : New York kentindeki bir yapı kabuğunda biriken ısı yükleri (Kkal / saat).....	80
Tablo 3.2. : Yapma iklimlendirme sistemlerinin birim alana düşen yaklaşık ilk yatırım ve işletme maliyeti.....	81
Tablo 3.3. : Soğutma yükü (Kkal / saat).....	81
Tablo 3.4. : Yapı kabuğunun 1 m ² si için tasarruf miktarı	81
Tablo 3.5. : Günümüz itibariyle üretilen camların ısı ve ışık Geçirgenlik Değerleri.....	93
Tablo 3.6. : Pencere boyutundan kaynaklanan iç mekan ısı değişiminde hesaplanmış sapma miktarları.....	94
Tablo 3.7. : Aralıklı profillerle kurulan yatay gölgeleme araçları için Gölgeleme katsayıları (Louvred).....	98
Tablo 3.8. : Tek cam ve çift camlar için gölgeleme katsayısı (SC) değerleri (kumaş iç perdeli).....	102
Tablo 4.1. : Güney yarımküre için yönlere göre uygun gölgeleme araçları.....	173
Tablo A1. : İç gölgeleme aracı kullanılmış camların, Kuzey enlemi için soğutma Yüğü faktörü (CLF) değerleri	217
Tablo A2. : Maksimum ısı kazancı faktörü (SHGF) _{max} değerleri.....	218
Tablo A3. : Maksimum ısı kazancı faktörü Kuzey enlemi için değerleri (devamı).....	220
Tablo A4. : Gölgeleyen cam bölümlerin maksimum ısı kazancı faktörü.....	220
Tablo A5. : İç gölgeleme aracı kullanılmamış camın Kuzey enlemi için Soğutma yükü faktörü değerleri (SHGF) _{max}	221
Tablo A6. : Dış gölgeleme aracı kullanılmamış yapı kabuklarında oluşan gölge Hattı uzunluk ve genişlikleri.....	222
Tablo A7. : Camlarda ve kapılarda iletim yolu ile oluşan soğutma yükü dereceleri arasındaki farklar	231

Şekil 2.1. :	Samanyolu'nun galaksi düzlemine dik kesiti	4
Şekil 2.2. :	Dünyanın güneş çevresindeki yörüngesel hareketi	6
Şekil 2.3. :	Değişik zamanlarda dünyanın güneşe göre konumu.....	6
Şekil 2.4. :	Dünya - Güneş mesafesinin değişimi	7
Şekil 2.5. :	Gündönümleri ile gündüz ve gecenin eşit olduğu tarihlerdeki güneş hattı kesiti.....	8
Şekil 2.6. :	Dünyanın değişik noktalarındaki güneş hattı konileri.....	8
Şekil 2.7. :	Yaz ve kış aylarında güneş hareketi	9
Şekil 2.8. :	Gökküre üzerinde önemli görüş açıları.....	10
Şekil 2.9. :	Türkiye'nin enlem ve boylam haritası	11
Şekil 2.10. :	Deklinasyon açısı.....	12
Şekil 2.11. :	Deklinasyon açısının üç boyutlu anlatımı.....	13
Şekil 2.12. :	Güneş deklinasyon açısının yıl boyunca değişimi.....	13
Şekil 2.13. :	Yatay koordinat sisteminde türetilen güneş açıları.....	15
Şekil 2.14. :	Kesit üzerinde profil açıları.....	16
Şekil 2.15. :	Maske üzerinde profil açıları	16
Şekil 2.16. :	Eğik yüzeyin açıları.....	17
Şekil 2.17. :	Libya'nın ısı nem durumu.....	19
Şekil 2.18. :	Sıcak - kuru iklim bölgelerine ait tipik yerleşim örneği.....	20
Şekil 2.19. :	Sıcak - kuru bölgelere ait geleneksel yapı kabuğu.....	20
Şekil 2.20. :	Rüzgar akımına izin verecek şeklide açılmış yapı kabuğu.....	21
Şekil 2.21. :	Sıcak nemli bölgeye ait, yerden yükseltilerek hava akımlarına maksimum düzeyde açık tasarlanan yapı kabuğu.....	21
Şekil 2.22. :	Filipinler'e ait ısı nem durumu.....	22
Şekil 2.23. :	Ilıman iklime uygun geleneksel yapı kabuğu.....	24
Şekil 2.24. :	Kutup bölgelerine ait geleneksel yapı kabuğu.....	25
Şekil 2.25. :	Türkiye'nin Nisbi nem haritası.....	30
Şekil 2.26. :	Bioklimatik grafik.....	32
Şekil 2.27. :	İstanbul ve çevresi için gölge hattı durumu.....	33
Şekil 2.28. :	Güneş yörüngesi diyagramı üzerine, İstanbul ve civarı için bulunan en sıcak devre ve en az sıcak devrenin işlenmiş durumu ...	34
Şekil 2.29. :	Gün boyunca ısı transfer mekanizmasının çalışma prensibi.....	36
Şekil 2.30. :	Gece boyunca ısı transfer mekanizmasının çalışma prensibi.....	36
Şekil 3.1. :	Gözleme noktası ile ağaç arasındaki açıyı gösteren kesit.....	43
Şekil 3.2. :	Gözleme noktası ile ağaç arasındaki açıyı gösteren plan.....	43
Şekil 3.3. :	Ağaçlarla güneş kontrolü.....	44
Şekil 3.4. :	Bina çevresine güneş kontrolü amacına yönelik yerleştirilen ağaçların yaz aylarında güneş ışınlarına karşı güneşin doğuşundan batışına kadar saat saat gösterdiği gölgeleme etkileri.....	45
Şekil 3.5. :	Genişlik açıları.....	46

Şekil 3.6. :	Yükseklik açısı.....	46
Şekil 3.7. :	Güneş yörüngesi diyagramı.....	47
Şekil 3.8. :	Gölge eğrileri diyagramı.....	47
Şekil 3.9. :	Değişik tipteki gölgeleme araçları ve maskedeki karşılıkları.....	48
Şekil 3.10. :	Yatay gölgeleme araçları ve maskedeki izleri.....	49
Şekil 3.11. :	Yatay gölgeleme araçlarının ve oluşturdıkları maskenin üç boyutlu anlatımı.....	49
Şekil 3.12. :	Bir yatay gölgeleme elemanının kesiti.....	50
Şekil 3.13. :	Şekil 3.12.' de kesiti gösterilen yatay güneş kontrolü Elemanının cephesi.....	50
Şekil 3.14. :	Cephede kullanılan hareketli yatay güneş kırıcılar ile güneşin değişik saatlerdeki etkileri engellenmektedir. (Arthur Murray Stüdyosu , Miami).....	51
Şekil 3.15. :	Binanın kesiti.....	51
Şekil 3.16. :	Yatay gölgeleme araçları.....	51
Şekil 3.17. :	Yatay gölgeleme araçları (devam)	52
Şekil 3.18. :	Yatay gölgeleme araçları (devam)	53
Şekil 3.19. :	Düşey gölgeleme araçlarının maske ile anlatımı.....	54
Şekil 3.20. :	Düşey gölgeleme araçlarının maskelerinin üç boyutlu anlatımı.....	54
Şekil 3.21. :	Doğu ve Batı yönlerinde kullanılan düşey güneş kontrolü sistemi.....	55
Şekil 3.22. :	Hareketli düşey elemanların yapı kabuğundaki belirleyici etkisi.....	55
Şekil 3.23. :	Düşey gölgeme araçları.....	56
Şekil 3.24. :	Karma tip bir gölgeleme elemanının perspektifleri.....	57
Şekil 3.25. :	Karma gölgeleme elemanının plan ve kesiti	57
Şekil 3.26. :	Karma gölgeleme elemanının maskesi.....	57
Şekil 3.27. :	Karma kontrol elemanlarının maskelerinin oluşumu.....	58
Şekil 3.28. :	Yükseliş açısı (kesit).....	58
Şekil 3.29. :	Profil açıları (plan).....	58
Şekil 3.30. :	Güneş yörüngesi diyagramı	58
Şekil 3.31. :	Gölgeleme maskesi	58
Şekil 3.32. :	Karma gölgeleme elemanları.....	59
Şekil 3.33. :	Aynı gölge etkisini elde eden farklı tarzdaki gölgeleme elemanları.....	60
Şekil 3.34. :	Gölge maskesi.....	60
Şekil 3.35. :	Kış ve yaz güneşine maruz kalan bina kesiti.....	60
Şekil 3.36. :	Yapı kabuğundaki cam alanları saran yeşil elemanların yatay güneş kontrol elemanlarına asılmasıyla sağlanmış cephe karakteri.....	61
Şekil 3.37. :	Cephe kesit detayı.....	62
Şekil 3.38. :	Binanın Batı cephesinde değişik şekillerde tasarlanmış Asma bahçelerin (Hanging Gardens) güneş kontrol etkileri.....	63
Şekil 3.39. :	Bina normal kat planı	63
Şekil 3.40. :	Bina kesiti.....	63
Şekil 3.41. :	Cephedeki yeşil elemanlar ve yatay elemanlarının Oluşturduğu güneş kontrolünün belirleyici etkisi	64
Şekil 3.42. :	Güneş kontrol bitkilerinin iç ortam etkisi.....	64
Şekil 3.43. :	Smith koleji yurt binasında balkonların belirleyici güneş kontrolü etkisi.....	66

Şekil 3.44. :	Dolderthal apartmanı, Zürih.....	66
Şekil 3.45. :	Büyük yatay bir gölgeleme aracı yerine aynı performans gösteren ve yatay hatlara sahip yapı kabuğu oluşturan gölgeleme aracı tasarımı.....	67
Şekil 3.46. :	Universal Corporation binası Güney cephesinde yatay Hatların belirleyici etkisi.....	68
Şekil 3.47. :	Yatay elemanların değişik ebat ve sayıda kullanılmasıyla Oluşan cephe kesitleri.....	68
Şekil 3.48. :	Bina çatısının saçak şeklinde öne doğru çıkmasıyla Sağlanan güneş kontrolünün bina cephesine etkisi.....	69
Şekil 3.49. :	Metal malzemelerle oluşturulan yatay gölgeleme aracıyla oluşturulmuş yapı kabuğu karakteri.....	69
Şekil 3.50. :	Düşey gölgeleme araçlarıyla oluşturulmuş düşey nitelikli Cephe karakteri.....	70
Şekil 3.51. :	Yapı kabuğuna paralel kalkan şeklindeki gölgeleme aracı kesiti.....	70
Şekil 3.52. :	Yapı kabuğuna paralel kalkan şeklindeki gölgeleme aracı ile oluşmuş cephe karakteri.....	71
Şekil 3.53. :	Yapı kabuğuna dik konumlu düşey gölgeleme aracı tasarımıyla oluşturulmuş düşey nitelikli yapı kabuğu.....	72
Şekil 3.54. :	Plan düzleminde yapı kabuğuna açılı yerleştirilen Gölgeleme aracının yapı kabuğundaki belirleyici etkisi.....	72
Şekil 3.55. :	İstanbul Hilton Oteli yapı kabuğunda oluşturulan karma güneş kontrolü.....	73
Şekil 3.56. :	Panama Üniversitesi yapı kabuğu.....	73
Şekil 3.57. :	Gana'daki Prempeh koleji yapı kabuğu.....	74
Şekil 3.58. :	Güneş radyasyonunun yeryüzüne ulaşım grafiği.....	76
Şekil 3.59. :	Tipik bir büro binasındaki elektrik enerjisi kullanımının Dağılımı (Hong Kong).....	77
Şekil 3.60. :	1983 - 1993 yılları arasında Hong Kong'daki elektrik Enerjisi kullanımının bina tiplerine göre dağılımı.....	77
Şekil 3.61. :	Yapı kabuğuna ısı akışı diyagramı.....	78
Şekil 3.62. :	Değişik tipteki gölgeleme araçları.....	82
Şekil 3.63. :	Bina cephesinde güneş kontrolü.....	84
Şekil 3.64. :	Bina kesiti.....	84
Şekil 3.65. :	Gölgeleme maskesi.....	84
Şekil 3.66. :	Gölgeleme elemanı yapı kabuğu bağlantısı ve yapı kabuğuna ısı transferi.....	86
Şekil 3.67. :	Dikdörtgen kesitli profiller ile yapılan ve ısınan havanın bu profillerin arasından yükselerek kaçmasını sağlayan sistem kesiti.....	87
Şekil 3.68. :	Wesbury'deki Mc Intyre binasında dikdörtgen kesitli aralıklı yerleştiren profillerin boru kesitli taşıyıcı bir karkas ile yapı kabuğuna bağlanması (Mimar Marcel Breuer 1954).....	87
Şekil 3.69. :	Torrington şirket binası yapı kabuğunda kullanılan solar camların güneş kontrolü etkisi.....	88
Şekil 3.70. :	Cephe kesiti.....	88
Şekil 3.71. :	Normal bir cam yüzeyindeki enerji dönüşümü.....	89
Şekil 3.72. :	Farklı tip gölgeleme araçlarının iç mekan ısisına etkileri.....	96
Şekil 3.73. :	Bina kesiti üzerinde P ve S _H değerleri.....	98

Şekil 3.74. :	Yatay gölgeleme araçları ve yapı kabuğunda S_H ve P değerlerinin Anlatımı.....	99
Şekil 3.75. :	Düşey gölgeleme araçları ve yapı kabuğunda S_H ve P değerlerinin anlatımı.....	99
Şekil 3.76. :	Bina cephesinde oluşturulan karma güneş kontrol sistemi.....	100
Şekil 3.77. :	Karma güneş kontrolü ile oluşturulmuş bina cephesinin Ölçülerini gösteren cephe çizimi.....	101
Şekil 3.78. :	İç perde kumaşların gölgeleme değerleri.....	102
Şekil 3.79. :	Şekil 3.78'den elde edilen gölgeleme katsayısı çizgisi.....	103
Şekil 3.80. :	Bina kesiti üzerinde S_H ve P değerleri.....	104
Şekil 3.81. :	Bina planı üzerinde gölge alanı ifade eden S_W ve P_V uzunlukları	104
Şekil 3.82. :	Bina cephe eskizinde gölgeleme araçlarıyla oluşan gölge hatları.....	105
Şekil 3.83. :	Yaz aylarında güneş kontrolü yapacak şekilde Boyutlandırılmış saçak.....	109
Şekil 3.84. :	Yapı kabuğu ile duvar boşluğu arasında cam bölme Bırakarak güneş kontrolü fonksiyonunun sağlanması ve iç mekan ısısının korunması.....	110
Şekil 3.85. :	Yatay bir gölgeleme aracının, güneş ışığını endirekt olarak mekanın içine yansıtacak şekilde tasarlanmasıyla mekanın aydınlık düzeyinin artırılması	111
Şekil 3.86. :	Gün ışığını dış gölgeleme aracıyla mekanın içine Yönlendirme yöntemleri.....	111
Şekil 4.1. :	Binanın Doğu cephesinde yapı kabuğuna açılı şekilde yerleştirilen kalkan şeklinde tasarlanmış delikli metal elemanların bina cephesindeki belirleyici etkisi.....	115
Şekil 4.2. :	Dış gölgeleme araçları ile dış havanın mekanın kesin noktalarına kadar alınabilmesi amacıyla yapılan açılır pencere kanatları arasındaki ilişki.....	116
Şekil 4.3. :	Batı cephesinde kullanılan hareketli yatay güneş kontrolü elemanlarının cephedeki belirleyici etkisi.....	117
Şekil 4.4. :	Roma dönemine ait tapınağa bakan Güneybatı cephesi.....	118
Şekil 4.5. :	Yapı kabuğunda güneş kontrolünün belirleyici etkisi.....	118
Şekil 4.6. :	Yapı kabuğunda metal pergola ve cam cephe üzerindeki 45° açılı tasarlanan gölgeleme araçları.....	119
Şekil 4.7. :	Binanın en üst katında yer alan seyir terası üzerinde güneş Kontrolü.....	120
Şekil 4.8. :	Bina boykesiti üzerinde cephede ve çatıda güneş kontrolü.....	121
Şekil 4.9. :	Kısmi enkesit üzerinde çatı ışıklıkları üzerindeki metal Gölgeleme araçları.....	121
Şekil 4.10. :	Bina planı.....	122
Şekil 4.11. :	Yapı kabuğundaki güneş kontrolünün tasarım eskizleri.....	122
Şekil 4.12. :	Bina Güney cephesi.....	123
Şekil 4.13. :	Güney cephesinde kullanılan yatay gölgeleme araçlarının cephe kapısı sebebiyle fonksiyonsuz olarak Doğu cephesinde de uygulanması.....	124

Şekil 4.14. :	Arizona'nın sıcak ve kuru ikliminde rüzgara izin veren doğal malzemelerle tasarlanmış Güney cephesi	125
Şekil 4.15. :	Güneş kırıcıların gölge etkisi	126
Şekil 4.16. :	El Panama Oteli cephesi.....	127
Şekil 4.17. :	El Panama Oteli planında görülen profil açıları.....	128
Şekil 4.18. :	Cephe kesitinde görülen yükseliş açıları.....	128
Şekil 4.19. :	El Panama Otelinin profil açıları ve yükseliş açılarının gölge hattı diyagramına işlenmesiyle oluşan gölgeleme maskesi.....	129
Şekil 4.20. :	Ofis binası cephesindeki yatay gölgeleme elemanlarının cephedeki belirleyici etkisi.....	130
Şekil 4.21. :	Büro binasının cephe ve kesiti.....	131
Şekil 4.22. :	California'daki Baldwin Hills Alışveriş merkezi güneş kontrol saçağının cephedeki etkisi.....	132
Şekil 4.23. :	Gölgeleme eleman planı.....	133
Şekil 4.24. :	Gölgeleme elemanı kesiti.....	133
Şekil 4.25. :	Stuttgart'daki büro binası cephesi.....	134
Şekil 4.26. :	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	135
Şekil 4.27. :	Yapının gölgeleme maskesi.....	135
Şekil 4.28. :	Bina cephesinin ana belirleyicisi hareketli yatay güneş kontrol sistemi.....	136
Şekil 4.29. :	Hareketli yatay elemanların kesiti.....	137
Şekil 4.30. :	Binanın Batı cephesinde yapı kabuğuna 45° açı ile yerleştirilmiş düşey güneş kontrol elemanları.....	138
Şekil 4.31. :	Yapı kabuğuna 45° açıyla yerleştirilen güneş kırıcılarının planı.....	139
Şekil 4.32. :	Bina kesiti.....	139
Şekil 4.33. :	Gölgeleme maskesi.....	139
Şekil 4.34. :	Hareketli düşey gölgeleme araçlarının cephedeki belirleyici etkisi.....	140
Şekil 4.35. :	Cephede belirleyici etkisi görülen hareketli düşey güneş kontrolü sistemini gösteren detaylar	141
Şekil 4.36. :	Cephedeki düşey güneş kontrol elemanlarının gölgeleme maskesi.....	142
Şekil 4.37. :	Le Corbusier'in tasarladığı güneş kontrolü esasına dayanan cephe eskizi.....	142
Şekil 4.38. :	Yapı kabuğundaki güneş kontrolü etkisi.....	142
Şekil 4.39. :	Bina Güney cephesi.....	143
Şekil 4.40. :	Güney kontrolünün cephedeki belirleyici etkisi.....	144
Şekil 4.41. :	Binaya Kuzeydoğu yönünden bakış.....	144
Şekil 4.42. :	Bina kesiti üzerinde güneş kontrolü etkisi.....	145
Şekil 4.43. :	Güneş kontrolü stratejisi.....	145
Şekil 4.44. :	Kurulan doğal havalandırma sisteminin üç boyutlu anlatımı.....	145
Şekil 4.45. :	Yapı kabuğunun Doğu cephesini boydan boyda kaplayan gölgeleme sistemi.....	146
Şekil 4.46. :	Doğu cephesine uygun olmayan yatay gölgeme aracı sonucu iç mekanda ihtiyaç duyulan jaluzi sistemi.....	147
Şekil 4.47. :	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	148
Şekil 4.48. :	Binanın zemin kat ve 1. Kat planları	149

Şekil 4.49. :	Farklı bloklarda farklı şekilde uygulanmış güneş kontrolü.....	150
Şekil 4.50. :	Binanın ürünlerinin sergilendiği salonun cephesindeki gölgeleme aracı.....	150
Şekil 4.51. :	Sergileme salonu cephe kesiti.....	151
Şekil 4.52. :	Gölgeleme maskesi	151
Şekil 4.53. :	Binanın ofis bölümlerinin olduğu bloğun cephesinde düşey gölgeleme araçlarının yapı kabuğundaki belirleyici etkisi.....	151
Şekil 4.54. :	Ofis bloğu cephesindeki gölgeleme araçlarının kesiti.....	152
Şekil 4.55. :	Ofis bölümü düşey gölgeleme araçlarının oluşturduğu Dilimsel karakterli gölgeleme maskesi.....	152
Şekil 4.56. :	Tamamen şeffaf olarak tasarlanan yapı kabuğunda hareketli yatay elemanlarla düşünülmüş güneş kontrolünün oluşturulduğu cephe.....	153
Şekil 4.57. :	Gölgeleme elemanlarının kapatılmasıyla sağlanan tam gölgeleme ve güvenlik sistemi	153
Şekil 4.58. :	Bina Planı.....	154
Şekil 4.59. :	Yapı kabuğundaki gölgeleme elemanlarının detayı.....	154
Şekil 4.60. :	Şeffaf yapı kabuğunu tamamen saran gölgeleme Elemanının bina cephesindeki belirleyici etkisi.....	155
Şekil 4.61. :	Gölgeleme elemanı detayı	156
Şekil 4.62. :	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	157
Şekil 4.63. :	Şeffaf yapı kabuğunda uygulanmış yatay metal gölgeleme araçları	158
Şekil 4.64. :	Gölgeleme elemanı detayı.....	159
Şekil 4.65. :	Binanın üç cephesinde de uygulanan yatay elemanların Kuzey cephesinde uygulanmaması	159
Şekil 4.66. :	Yapı kabuğunda uygulanan hareketli panjurların Cephedeki belirleyici etkisi	160
Şekil 4.67. :	Yapı kabuğunda uygulanan yatay güneş kontrolü.....	161
Şekil 4.68. :	Yüksek blok cephesinde kullanılan güneş kontrolünün alçak blokta da uygulanması.....	162
Şekil 4.69. :	Yapı kabuğunda uygulanan hareketli güneş kontrol elemanları.....	163
Şekil 4.70. :	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	164
Şekil 4.71. :	Yapı kabuğundan kopuk olarak tasarlanan güneş kontrolünün cephedeki belirleyici etkisi.....	165
Şekil 4.72. :	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi	166
Şekil 4.73. :	Bina kesitinde cephede ve çatıda gölgeleme elemanları.....	166
Şekil 4.74. :	Yapı kabuğundan bağımsız olarak yapılan taşıyıcı Konstrüksiyon üzerinde tasarlanmış ve cepheye 45°açı ile yerleştirilmiş düşey gölgeleme elemanları.....	167
Şekil 4.75. :	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	168
Şekil 4.76. :	Yapı kabuğu dışında uygulanan hareketli yatay brandalar	169
Şekil 4.77. :	Yapı kabuğunda uygulanmış olan yatay elemanlarla oluşturulmuş güneş kontrol elemanı.....	170
Şekil 4.78. :	Bina kesitinde güneş kontrol elemanları.....	171
Şekil 4.79. :	Farklı tipte güneş kontrolü uygulanmış yapı kabuğu.....	172
Şekil 4.80. :	Bina planında güneş kontrolü.....	173

Şekil 4.81. :	Yapı kabuğunda güneş kontrolü.....	174
Şekil 4.82. :	Yapı kabuğunda güneş kontrolünün belirleyici etkisi.....	175
Şekil 4.83. :	Bina çatısında tasarlanan katmanların plan anlatımları (soldan sağa).....	176
Şekil 4.84. :	Bina çatısı katmanları.....	177
Şekil 4.85. :	Bina kesiti.....	178
Şekil 4.86. :	Bina kısmi kesitinde gölgeleme elemanı.....	178
Şekil 4.87. :	Dış gölgeleme aracı ve iç gölgeleme aracı ilişkisi.....	179
Şekil 4.88. :	Güneş kontrolü sistemi detayı.....	179
Şekil 4.89. :	Yapının Güneybatı yönünden görünüşü.....	180
Şekil 4.90. :	Yapı kabuğunda güneş kontrolü.....	181
Şekil 4.91. :	Yapı kabuğundaki güneş kontrolünün Güneydoğu görünüşü.....	181
Şekil 4.92. :	Villa planı.....	182
Şekil 4.93. :	Yapı kabuğunda tasarlanan güneş kontrolü detayı	182
Şekil 4.94. :	Yapı kabuğunda hareketli güneş kontrolü.....	183
Şekil 4.95. :	Yapı kabuğunda kayar güneş kontrol panelleri.....	184
Şekil 4.96. :	Yapı kabuğunda karma güneş kontrolünün belirleyici etkisi.....	185
Şekil 4.97. :	Karma güneş kontrol sisteminde yatay elemanlar üzerindeki Delikler.....	186
Şekil 4.98. :	Karma güneş kontrol sistemi kesit ve görünüşü.....	187
Şekil 4.99. :	Karma gölgeleme aracı maskesi.....	187
Şekil 4.100:	Yapı kabuğunda sabit düşey güneş kontrolü.....	188
Şekil 4.101:	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	189
Şekil 4.102:	Güneş kontrolünün iç mekandan algılanması.....	190
Şekil 4.103:	Düşey gölgeleme araçları ile oluşturulmuş yapı kabuğu.....	191
Şekil 4.104:	Delikli metal ile yapılmış düşey gölgeleme araçları.....	191
Şekil 4.105:	Yapının Güney cephesinde yatay, Doğu cephesinde düşey gölgeleme araçları.....	192
Şekil 4.106:	Güneydoğu yönünden binaya bakış	193
Şekil 4.107:	Zemin katta arkat şeklinde, üst katlarda metal olarak yapılan gölgeleme araçları.....	193
Şekil 4.108:	Güney cephesinde kurulan metal pergola ile, Doğu cephesinde bina çatısının saçak şeklinde çıkması ile kurulan güneş kontrolü	194
Şekil 4.109:	Delikli metal levhaları yapı kabuğuna bağlayan çelik borular	195
Şekil 4.110:	Yatay nitelikli gölgeleme araçlarının Güney cephesi boyunca kullanımı.....	196
Şekil 4.111:	Bina kesitinde Güney cephesinde tasarlanan gölgeleme araçları.....	196
Şekil 4.112:	Gölgeleme aracı detayı.....	196
Şekil 4.113:	Dalgali metal levhalar ile oluşturulmuş yapı kabuğu.....	197
Şekil 4.114:	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.....	198
Şekil 4.115:	Yapı kabuğunda delikli levhalar ile oluşturulan düşey gölgeleme araçlarının dış mekan görüntüsü üzerindeki etkisi.....	199
Şekil 4.116:	Binanın Güney cephesi.....	200
Şekil 4.117:	Yapı kabuğunda farklı tipte gölgeleme araçları etkisi.....	201
Şekil 4.118:	Üst blok yapı kabuğu.....	201
Şekil 4.119:	Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi	202

Şekil 4.120:	Binanın Güneydoğu cephesinde metal ızgaralar ile güneş kontrolü.....	202
Şekil 4.121:	Gölgeleme aracı detayı.....	203
Şekil 4.122:	Yapı kabuğunda düşey nitelikli gölgeleme araçları	204
Şekil 4.123:	Gölgeleme aracı detayı.....	205
Şekil 4.124:	Güney cephesinde fonksiyonuna uygun olarak tasarlanan yatay güneş kontrolü	205



SEMBOL LİSTESİ

e	: Enlem Açısı
h	: Saat Açısı
d	: Deklinason Açısı
a_g	: Azimut Açısı
y	: Yükseklik Açısı
z	: Zenit Açısı
p	: Profil Açısı
g	: Genişlik Açısı
g'	: Güneş Geliş Açısı
δ	: Yatay Gölge Açısı
ε	: Düşey Gölge açısı
k	: Kayma Açısı
ft	: feet (İngiliz uzunluk ölçü Birimi : 30,4cm.)
L	: Dünya – Güneş arası mesafe
L₀	: Dünya – Güneş arası ortalama mesafe
q	: Soğutma Yüğü (Solar Cooling Load)
A	: Pencere Alanı
Δt	: Toplam Sıcaklık Farkı
R_t	: Isı Direnci Bölümlerinin Toplamı

BİNA CEPHE OLUŞUMU VE BİNA EKONOMİSİ AÇISINDAN GÜNEŞ KONTROL SİSTEMLERİNİN İRDELENMESİ

ÖZET

Güneş kontrolü binalarda konfor koşullarının sağlanması ve enerji tüketimi üzerinde tasarruf sağlanmasında en önemli unsurlardan birini oluşturmaktadır. Güneş kontrol sistemleri, iç ve dış gölgeleme önlemleri olarak düşünüldüğünde, yukarıda belirttiğimiz iki sorun için doğru çözümün “ güneşi binaya gelmeden kesmek ” olması dış gölgeleme araçlarının bina cephe oluşumundaki rolü ile bina ekonomisi üzerindeki etkileri araştırmaya değer bir konu alanı oluşturmaktadır.

Tez çalışmasının amacı; bu nedenle yapı kabuğu oluşumunda ve bina ekonomisi açısından doğru ve uygun güneş kontrol sistemlerinin tasarlanması gerekliliğinin gösterilmesidir. Mimarların yapı kabuğu tasarımlarında güneş kontrolü etkenini gözönünde bulundurarak gölgeleme araçlarını yapı kabuğunun bir parçası olarak düşünmeleri gerekliliği, tüm dünyada her geçen gün daha çok önem kazanan enerji kaynaklarının doğru kullanılması ve enerji tasarrufunun kaçınılmaz hale gelmesi ile birleşince mimarların çözümü yapı kabuğunda aramaları gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu bağlamda çalışma; giriş, konunun tanıtılması, problemin belirlenmesi, yapı kabuğunun oluşumunda önemli rol oynayan güneş kontrolü örneklerinin değerlendirildiği örneklemeler bölümü ve sonuçlar olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde; konuya genel bir yaklaşımla konunun önemi, tez çalışmasının amaç ve kapsamı açıklanmaktadır.

İkinci bölümde; cephe yönlerine bağlı olarak doğru güneş kontrol sisteminin tasarlanabilmesi için güneşin yörüngesel hareketi, bunun sonucu olarak oluşan güneş açıları, güneşin dünyaya etkisiyle yeryüzünde oluşmuş iklim bölgeleri ve sağlanması gereken konfor koşulları tanıtılmaktadır.

Üçüncü bölümde; ikinci bölümde belirlenen kriterlere bağlı olarak doğru bir güneş kontrolü sisteminin kurulabilmesi için farklı tipte gölgeleme aracı tasarımları ve nasıl tasarlanacakları belirtilmektedir. Aynı zamanda, güneş kontrolünün bina ekonomisi üzerindeki etkileri ve gölgeleme aracı tasarımlarının bina ekonomisi üzerinde sağlayabileceği tasarruf miktarları nümerik olarak birtakım örneklerle somutlaştırılarak verilmektedir.

Dördüncü bölümde; özellikle yapı kabuğu oluşumunda önemli rol oynayan güneş kontrolü tasarımlarının, doğru performans gösterdiği ve gösteremediği dünya genelinde seçilen bazı örneklerin tanıtılması ile konunun pekişmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Sonuç bölümünde ise; güneş kontrolü sorununun çözümünde mimari açıdan yaklaşımın gerekliliği ve tez çalışmasında elde edilen sonuçlar irdelenmektedir.



STUDY OF SOLAR CONTROL SYSTEMS FROM VIEWPOINT OF BUILDING FRONT FORMATION AND BUILDING ECONOMY

SUMMARY

Solar control constitutes one of the most important factors for providing comfort conditions in the buildings and also for assuring saving on energy power consumption. When solar control systems are considered as precautions and measures in respect with interior and exterior shading correct solution for above-mentioned two problems constitutes to "cutting sunlight before coming to the building" and to make research about effects on building economy and role of exterior shading means in formation of building front.

The aim and purpose of this thesis study is to show requirement of designing of solar control systems correctly and in appropriate manner from viewpoint to building economy and formation of building shell for this reason, when necessity of thinking by architects effect of solar control in design of building shell and taking into consideration shading means as a part of building shell and correct utilisation of energy power resources which gains more importance in very passing day and energy saving becoming indispensable are combined then, necessity of searching solution by architect in building shell has emerged out.

In this sense, study consists of five sections namely as introduction description of the subject, determination of problem, sampling section where samples of solar control playing an important role in formation of building shell and results.

In the first section importance of the subject, purpose and scope of thesis study are explained by general approach to the subject.

In the second section, orbit movement of sun and sun angles formed as a result of this movement, climatic regions formed on earth by import and effect of sun on the world and comfort conditions required to be assured are described in order designing correct solar control system as attached to front directions.

In the third section, shading means designs in different types and how they will be designed in order to erect correct solar control system as attached to criteria specified in second section. At the same time, saving amounts to be gained on building economy of shading means designs and impact and effects of solar control on building economy are given in concrete form by some samples in numerical manner.

In the fourth section, it has been tried to assure support and reinforcement of the subject-matter by description of some samples selected in general over the world where sunlight designs having important role especially in building shell formation show correct performance or do not show correct performance.

In the conclusion section, requirement of approach from viewpoint of architecture in solving problems related to sun light control and results obtained from thesis studies are scrutinised and examined.



1. GİRİŞ

En eski uygarlıklar Akdeniz, Amerika'nın merkezi ve Çin gibi sıcak iklimin hakim olduğu bölgelerde gelişti [1]. İnsanoğlu yaşamının büyük bölümünü dışarıda geçirdiği için hayatını avlanarak ve besin toplayarak sağlamış, belirli bir yerde oturmadığı için kalıcı bir barınak yapmamıştır.

Güneşin sıcaklığı insanoğlunun hayatını dışarıda geçirmesini olanaklı kılarken; aynı zamanda yaşam koşullarını ve konfor koşullarını olumsuz yönde etkileyen bir faktör olarak insanların karşısına çıkmaya başladı. Sokaklar ve evler gölge mekanlar yaratacak şekilde tasarlandı ve inşa edilmeye başlandı. Daha sonra insanlar daha soğuk bölgelerde yaşamlarını sürdürmeye başladılar ve soğuk iklim koşulları ile karşı karşıya kaldılar. Böylelikle sosyal yaşam mekan içlerine taşındı. Soğuk hava koşullarına karşı korunma yolları geliştirilmeye başlandı. Binalardaki ana fonksiyon mekanın sıcaklığının yükseltilmesi ve korunması olarak belirdi. Isıtma zahmetli ve çok pahalı bir fonksiyon olarak insanların karşısındaydı.

Modern çağ birçok gelişmeyi beraberinde getirdi. Yakıt ve cam kolay elde edilebilir hale geldi. İnşaat sektöründe binalarda taşıyıcı elemanlar arasındaki açıklıklar gitgide büyüdü, çatıda ve bina cephelerinde geniş yırtıklar cam örtü elemanlarıyla kaplanmaya başlandı [1].

İlk zamanlar korunma amacı taşıyan barınaklar sosyal, ekonomik ve kültürel faaliyetler arttıkça bunlara cevap verebilecek mekanlar haline geldi. Dolayısıyla yapı kabuğu tasarlanırken belirleyici olarak çevresel faktörlerin yanısıra, sosyo-kültürel ve teknolojik faktörler de yer almaya başladı. İnsanlar, tüm eylemlerini iklimsel verilerin oluşturduğu koşullar altında yapmak zorunda kaldılar. Yapısal mekanın iç yüzeyinde ısı enerjisi birikmesi sorunu bu bağlamda karşılaşılan önemli bir problem alanını oluşturdu. Binanın içinde yapma iklimlendirme sistemlerinin (HVAC) kullanılması hemen hemen zorunlu hale geldi. Bu da bina ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetini çok yukarı düzeylere çıkarttı.

Günümüzde enerji kaynaklarının sürekli azalması ve üretiminin zorlaşması mevcut kaynakların bilinçli bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir.

Güneş radyasyonunun engellenmesinde iki ana amaç sözkonusudur. Bunlar hacimlere direkt güneş ışınımının girmesini önleyerek kullanıcılarda rahatsız edici etkilerin engellenmesi, veya mekan içinde iklimsel konfor koşullarının sağlanmasıdır. Çözüm ise, güneş ışınlarını perde veya storlar gibi mekanın içinde değil, dışında engellemek veya İkinci olarak bazı mimarlar tarafından tercih edildiği gibi camın yüzeyinde ısı enerjisinin birikmesini kabul eden ve çok pahalı soğutma sistemleri kullanılmasını gerektiren mekan içi önlemlerdir [1].

Güneş kontrolü sistemlerinin yapının dışında tasarlanması gerekliliğinin bir zorunluluk olduğu gerçeği karşısında mimarların bunun çözümünü nasıl sağlayacakları ve mimari ile nasıl bağdaştırabilecekleri sorunu gündeme gelmektedir. Doğru bir güneş kontrol sistemi öncelikle gölgeleme istenen ve istenmeyen dönemler ile güneş açılarının doğru tespit edilmesi ile kurulabilmektedir.

Güneş kontrolünün uygulanacağı bölgenin iklim karakterlerinde dikkate alınması zorunluluğu da başka bir sorun olarak mimarların karşısındadır. Mimarlık tarihine baktığımızda, farklı iklim bölgelerindeki insanların gereksinmelerine göre oluşmuş farklı mimari karakterleri görebiliriz. Sıcak-kuru iklim ağırlıklı bölgelerde dışa kapalı içe dönük yapı kabukları oluşurken, sıcak-nemli bölgelerde ise rüzgar akımından yararlanma esaslı dışa açık yapı kabukları tarihsel gelişim içinde oluşmuştur. Şimdi mimarların tasarlayacakları güneş kontrol sistemleri de bu gereksinmeleri karşılayacak nitelikte olmalıdır.

Bu gelişmelerin ışığında yatay, düşey ve karma gölgeleme araçlarının farklı yönlerde uygulanması ile geliştirilecek çözümlerin gerçekleştirilmesi uygun görülmektedir. Ayrıca mimarlar ağaçlar gibi iri gövdelere sahip olan birtakım yeşil elemanların gölgeleme aracı olarak kullanılabileceklerini, özellikle de az katlı binalarda veya daha yüksek binaların alt katlarında etkili olduklarını, ayrıca bu ağaç türlerinin kışın yapraklarını döken türlerden seçildiğinde kışın ihtiyaç duyulan güneş radyasyonundan faydalanabileceğini farkederek, yapı kabuğunda yapma birtakım gölgeleme araçlarına ihtiyaç duymadan doğal varlıklarla güneş kontrolünü sağlamaya başladılar. Bununla birlikte, yapı kabuğu dışında binaya uygun olarak yerleştirilen ağaçların ve yeşil öğelerin, bina cephelerine asılan yapı kabuğu elemanlarını kullanarak dış mekan görüntüsünde mekan içindeki insanların yeşil öğelerle iç içe bir ortam içinde yaşadığı mekanların tasarlanması olası görülmektedir.

Bu çalışmada güneş kontrolü sorununa çözüm aranmakta, bunun için de başlangıç noktası olarak günümüze kadar bu amaca yönelik mevcut sistemlerin tanıtılması hedeflenmiştir.

Sonuç olarak; çalışma kapsamında, güneş kontrolü sorununun dğru çözümünde dış gölgeleme prensibi esas olarak alınarak, dış güneş kontrol sistemlerinin bina cephe oluşumuna etkileri ve bina ekonomisine pozitif yöndeki katkıları irdelenmiştir.

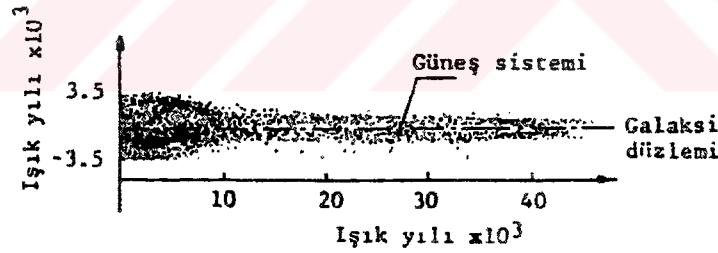


2. KONUNUN TANITILMASI : GÜNEŞ KONTROLÜ

Güneş kontrolü sorununun tanımlanabilmesi için güneşin hareketi ve etkileri ile buna bağlı olarak gölge hattı ve bioklimatik konfor açısından yapı kabuğu bağlamında uygulamaların incelenmesinde yarar vardır.

2.1. Güneşin Yörüngesel Hareketi ve Dünyaya Etkisi

Bulutsuz, rutubetsiz bir havada, gece gökyüzüne bakıldığında “bulut” gibi donuk beyaz bir şekilde Samanyolu görünür. İnce bir şerit gibi gökyüzünde uzanıp giden samanyolu, güneş sisteminin de içinde bulunduğu milyonlarca yıldızdan meydana gelen bir galaksidir. (Şekil 2.1.) Galaksimizin çapı aşağı yukarı 80000 ışık yılıdır ve galaksi merkezinden itibaren önce artan, sonra azalan (mesela, merkezden 20000 ışık yılı mesafede 230 km/s ve 40000 ışık yılı 180 km/s) hızla dönmektedir. Samanyolunun diğer galaksilerden 1000 km/s mertebesinde bir hızla uzaklaştığı iddia edilmektedir [32].



Şekil 2.1. Samanyolu'nun galaksi düzlemine dik kesiti.

Güneş galaksi merkezinden aşağı yukarı 27000 ışık yılı uzaklıkta ve galaksi düzlemine 100 ışık yılı bir mesafenin içindedir. Güneş ile gezegenleri ve gezegenlerin tesirinde olan uydular ve gök cisimleri “ güneş sistemi”ni meydana getirirler. Güneş de çevresindeki yıldızların ortalama konumuna göre yaklaşık 20 km/s hızla çalgı takım yıldızı (Hercules Constellation) yönünde hareket etmektedir.

Güneş tamamen çok yoğun ve sıcak gazlardan meydana gelir ve görünen çapı 1.39×10^6 km'dir. Güneş yaklaşık 4 haftada bir kendi etrafında döner. Bu dönme katı cisim gibi olmaz, ekvator kısmı 27 günde, kutup bölgesi 30 günde döner.

Tablo 2.1. Güneş ve Dünya ile ilgili Değerler.

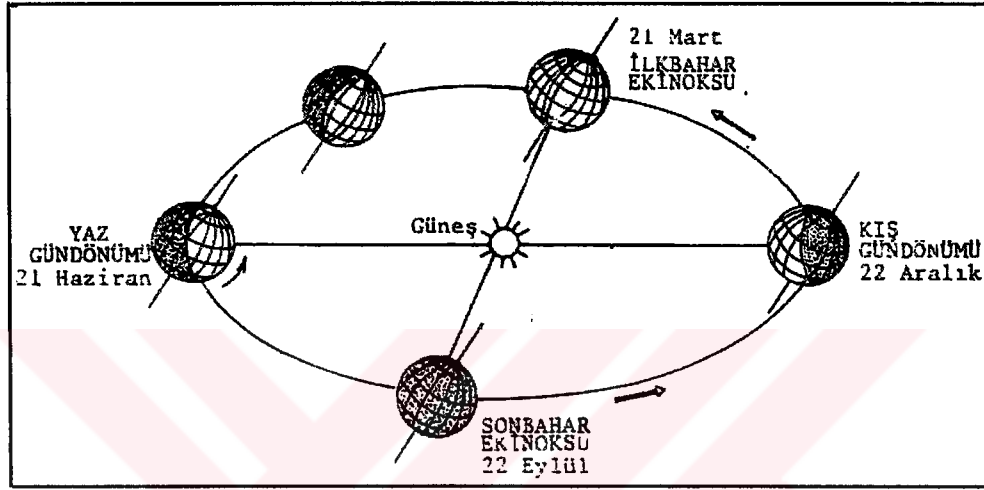
GÜNEŞ	
Çapı	1.39196×10^6 km
Kütlesi	1.989×10^{30} kg
Hacmi	1.4121×10^{27} m ³
Ortalama yoğunluğu	1409 kg / m ³
Kütlesinin dünya kütlesine oranı	332488
Yüzeyindeki çekim ivmesi	273.98 m/ s ²
Korona (güneş tacı) sıcaklığı	10 ⁶ K
Fotokürenin efektif siyah cisim sıcaklığı	5762 K
Kütlesel bileşimi , yaklaşık	% 75 H ₂ , % 24.25 He, %0.75 ağır elementler
DÜNYA	
Ortalama güneş uzaklığı	1.495985×10^8 km
Ekvatorial yarıçapı	6378.17 km
Kutupsal yarıçapı	6356.79 km
Kütlesi	5.977×10^{24} kg
Hacmi	1.08322×10^{21} m ³
Ortalama yoğunluğu	5517 kg / s ²

Dünyanın güneş etrafındaki ve kendi eksen etrafındaki hareketleri gözönüne alındığında, genel olarak basitlik bakımından, dünya üzerindeki herhangi bir yerin enlem, boylam ve yüksekliği ile belirtilmesi ile polar koordinatlar kullanılarak güneşin gökküredeki hareketi yere göre incelenmektedir.

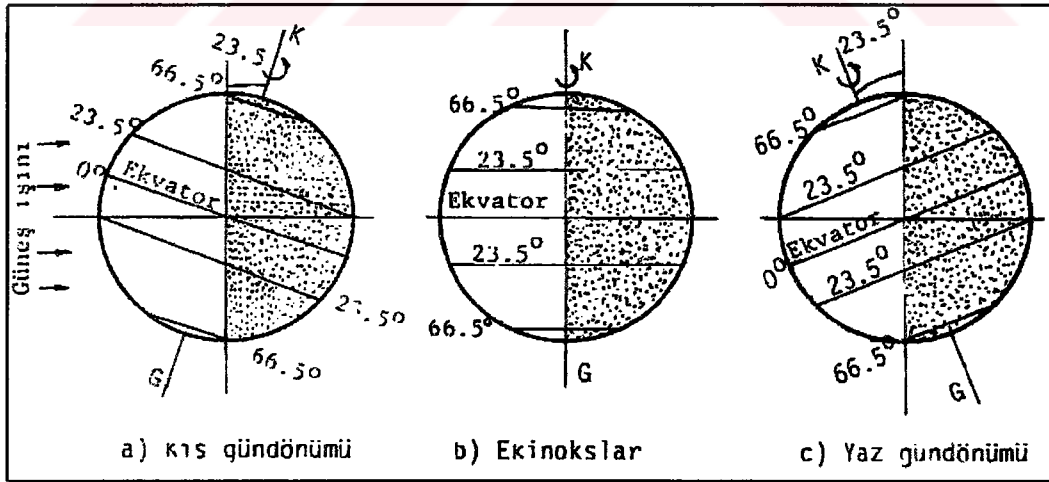
Dünyanın kendi eksenindeki bir devri (Kuzey, Güney) 1 gün ve güneşin etrafındaki hareketi 1 yıl sürer. Bu hareketin çizdiği eliptik yörünge kendi yörüngesinin düzlemine dik değildir. 23° 27' lık bir açıyla eğik olarak gerçekleşir. Bu yüzden 21 Aralık tarihinde Kuzey kutbu güneşten uzağa doğru eğilirken, Güney kutbu -23 1/ 2° aşağıya doğru eğilir. Bir çeyrek yıl sonra yeryüzü 21 Mart tarihine geldiğinde

güneşin aşağıya eğilmesi " 0 " olacak ve 3 ay daha sonra yeryüzü 21 Haziran tarihini geçerken $+ 23 \frac{1}{2}^{\circ}$ olacaktır. 22 Eylül tarihinde tekrar " 0 " değerini alır [10].

Güneş ışınlarının değişik tarihlerdeki yeryüzüne olan doğrultuları farklıdır. Kuzey yarım kürenin güneşe en uzak dönemine kış gündönümü (22 Aralık) denir. 21 Mart bahar noktası, 21 Eylül sonbahar noktası ve 21 Haziran yaz gündönümü olarak adlandırılır. Dünyanın güneş çevresindeki tam dairesel olmayan yörüngesi Şekil 2. 2.' de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Dünyanın güneş çevresindeki yörüngesel hareketi [32].



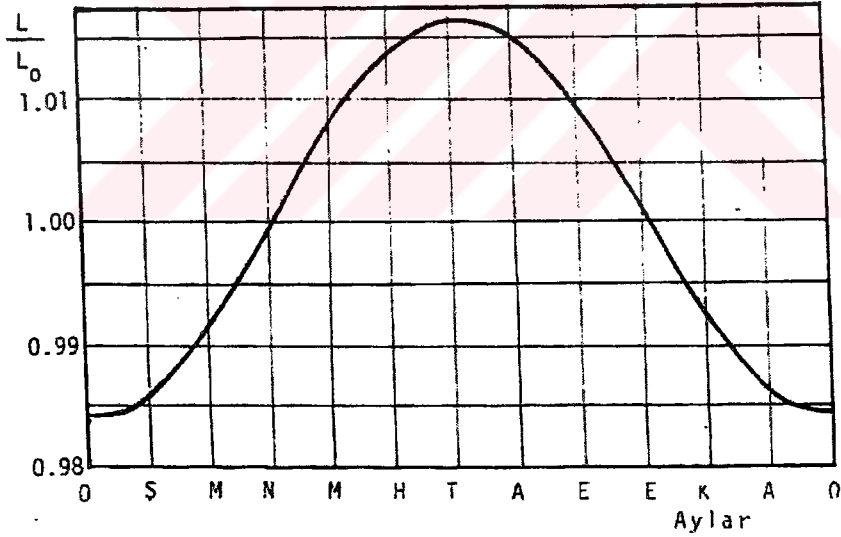
Şekil 2. 3. Değişik zamanlarda dünyanın güneşe göre konumu.

Dünya kutuplardan basık - ekvator yarıçapı 6378 km kutup yarıçapı 6357 km küreye yakın bir şekildedir. Dünya ile güneş arasındaki ortalama mesafe 149.6×10^6 km'dir. (Tablo 2.2.) Yörünge eliptik olduğundan ve güneş tam merkezde bulunmadığından dünya - güneş mesafesi değişir. Bu mesafe 4 Temmuz da maksimum (ortalama

mesafeden % 1.7 kadar büyük) , 3 Ocakta minumum (ortalama mesafeden % 1.7 kadar küçük) olur. Ortalama mesafe L_0 ve dünya - güneş uzaklığı L olmak üzere, L / L_0 ' ın bazı günler için değeri Tablo 2.2 de ve yıl boyunca değişimi Şekil 2.4'te verilmektedir.

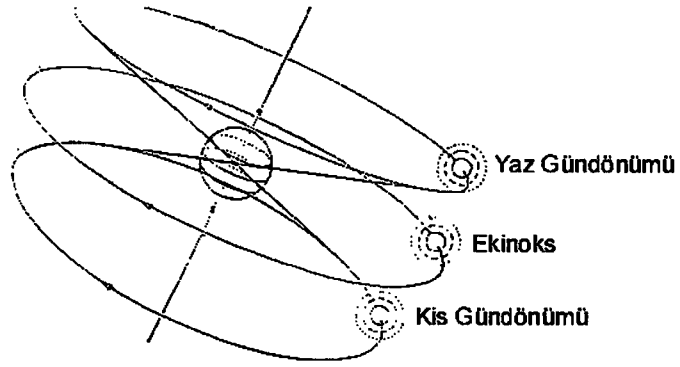
Tablo 2.2. Dünya- Güneş mesafesinin bazı günler için değeri.

L / L_0		L / L_0	
1 Ocak	0.98334	1 Temmuz	1.01672
Şubat	0.98531	Ağustos	1.01495
Mart	0.99097	Eylül	1.00914
Nisan	0.99941	Ekim	1.00107
Mayıs	0.00770	Kasım	0.99239
Haziran	1.01443	Aralık	0.98598
$L_0 = 1.495985 \times 10^8 \text{ km}$			

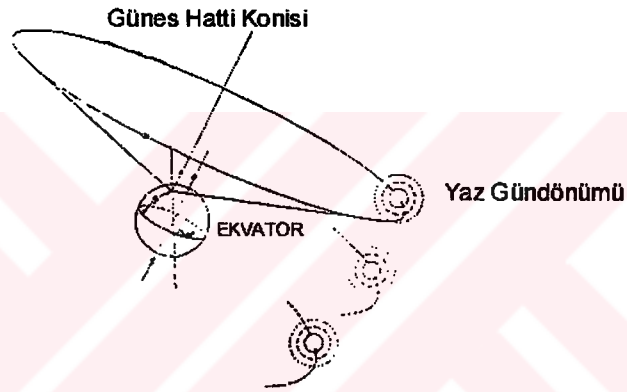


Şekil 2. 4. Dünya-Güneş mesafesinin değişimi.

Yeryüzünün kendi eksenindeki bir devri her 24 saatte bir olur. Yeryüzünün merkezine doğru olan güneş ışınları bir koni oluşturur.



Şekil 2.5. Gündönümleri ile gündüz ve gecenin eşit olduğu tarihlerdeki güneş hattı konisi.

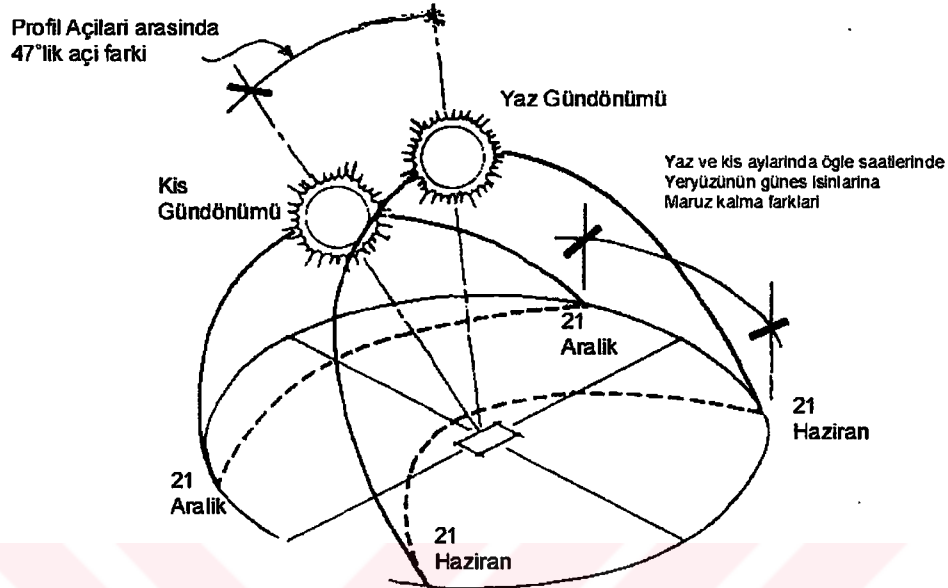


Şekil 2. 6. Dünyanın değişik noktalarındaki güneş hattı konileri .

Güneş ışını konisinin çember bölümü 24 eşit parçaya bölünebilir ve her biri bir saatlik zaman dilimini ifade eder. Aynı zamanda güneşin yeryüzüne olan uzaklığından dolayı yeryüzünde karşılaşan tüm güneş ışınlarının birbirine paralel olduğu varsayılabilir. Yeryüzünün her bir noktasında aynı koni güneş ışınları tarafından oluşturulacaktır [10]. Güneş hareketinin geometrik yapısı ve güneş açıları bu bağlamda belirleyici niteliktedir.

2.1.1. Güneş Işınlарının Geometrik Yapısı

Kış aylarının güneş yörüngesi yaz aylarına göre daha kısa ve alçaktır. (Şekil 2. 7.)



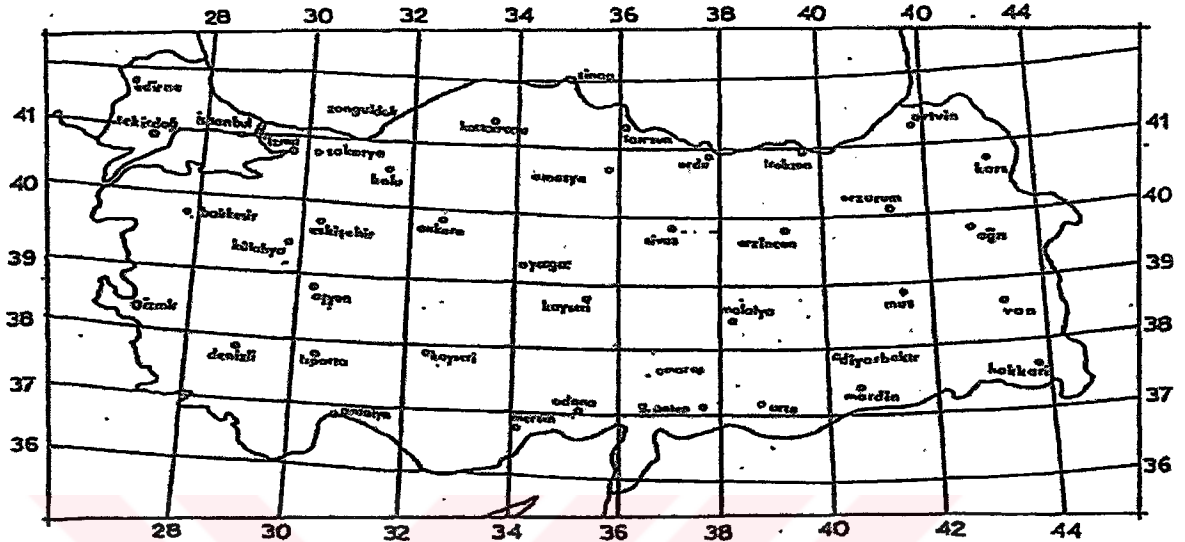
Şekil 2. 7. Yaz ve Kış aylarında güneş hareketi.

Çünkü kış güneşi sırasıyla Doğu ve Batının Güneyinde yükselir ve konumlanır. Doğu ve Batı cepheleri kışın kayda değer miktarda güneş ışığı ve ısısını almaz. Doğu ve Batı cepheleri yazın arzu edilmeyen güneş ışığı ve ısısının ana alıcısı konumundadır. Kış ayları için özellikle soğuk bölgelerde yapı kabuklarının ana duvar ve pencere alanları Güneye bakacak şekilde konumlandırılmalıdır [2].

2.1.2. Güneş Açıları

Dünya üzerindeki bir noktaya nazaran güneşin gökyüzündeki konumu gün ve yıl boyunca değişir. Gökteki yıldızların ve güneşin konumunu tayin etmekte, çok büyük yarıçaplı bir küre üzerindeki noktalar şeklinde bulundukları kabul edilerek, gökküre denilen bu küreden faydalanılır. Burada, güneşin yeryüzünde bir noktaya nazaran hareketini takip etmekte, dünya merkezinin merkez olduğu gökküre - ekvator sistemi kullanılacaktır. (Şekil 2.8.) Gökküre üzerinde güneşin yeri ve yeryüzündeki noktaya göre hareketi " güneş açıları " ile tayin edilir [32].

yarıküre ve G ile Güney yarıküre belirtilecektir. Şekil 2.9.'da Türkiye'nin enlem ve boylam haritası verilmiştir.



Şekil 2.9. Türkiye'nin enlem ve boylam haritası.

Saat açısı,(h): Gözönüne alınan yerin boylamı ile güneşi dünya merkezine birleştirilen doğrunun, yani güneş ışınlarının belirttiği boylam (güneş boylamı denilebilir) arasındaki açıdır. Tabii ki güneşin ve gözönüne alınan yerin boylamı ile aynı olduğu " güneş öğlesi " nden itibaren ölçülür; öğleden önceleri (-), öğleden sonraları (+) işareti alınır. Bilindiği gibi, her 15° saat açısı (boylam farkı 9 zaman olarak 1 saate) karşılık gelir [32].

Aynı enlemde olmakla beraber değişik bölgelerin güneş zamanı ile standart zamanı farklılık gösterir. Yerkürenin kendi yörüngesinin hızı değişiktir [4].

Dünyanın bir devrinde 24 saat geçtiği için derece karşılığı, $360 / 24 = 15^\circ$ dir.

1 saat = 15° 1 dakika = $15'$ 1 Saniye = $15''$ olarak ifade edilir.

Dünyamız 360 boylam derecesine bölündüğü ve 360 dereceyi 24 saatte (1440 dakika) döndüğüne göre bir derecelik boylamı $1440 / 360 = 4$ dakika yapar. Türkiye'de standart zaman için boylam 30° kabul edilmiştir. Değerlendirmesi yapılacak noktanın yerel boylamı ile Türkiye'nin standart boylamı arasında derece olarak boylam farkı vardır. Bu farkı dörtle çarparak değerlendirmenin yapılacağı noktadaki güneş zamanı ile standart zaman arasındaki fark bulunur. Farklar aşağıdaki formüllerle hesaplanabilir [4].

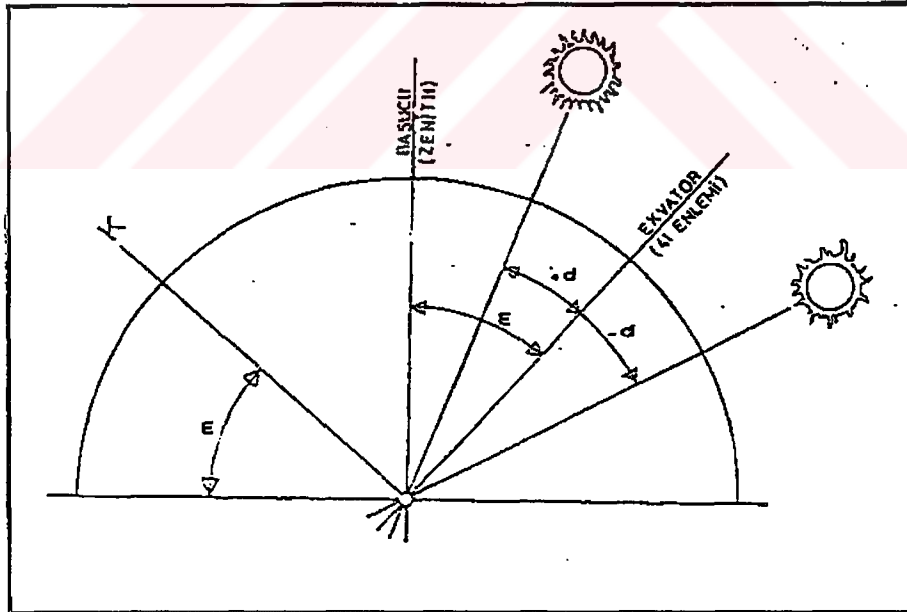
Standart zaman = Güneş zamanı - zaman denklemi

+ 4 (Standart boylam - yerel boylam)

Güneş zamanı = Standart zaman + zaman denklemi

- 4 (Standart boylam - yerel boylam) [4].

Deklinasyon açısı ;(d) : Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Şekil 2.8. de GMG' açısıdır. Bu açı dünyanın dönme ekseninin , yörünge düzlemine normali ile yaptığı açı $23^{\circ} 27'$ lık açıdan ileri gelir. Ekinoks noktalarında (21 Mart ilkbahar ekinoksu (K) , 22 Eylül sonbahar ekinoksu (K) deklinasyon açısı sıfır olur ve gün dönümü noktalarında (21 Haziran yaz gündönümünde 23.45° ve 22 Aralık kış gündönümünde -23.45°) mutlak değerce maksimum olur. Deklinasyon açısının yıl boyunca değişimi bir yıldan (365 günde) tamamlanmadığından deklinasyon açısı yanı bir günde seneden seneye çok az değişirse de pratik olarak belirli bir günde sabit kabul edilebilir. Deklinasyon açısının belirli bir yıldaki tam değerleri yıllıklarda verilir.



Şekil 2.10. Deklinasyon Açısı.

Deklinasyon açısı, n , 1 Ocaktan itibaren gün sayısı olmak üzere,

$$d = 23.45^{\circ} \sin\left(360 \frac{n + 284}{365}\right)$$

amiripik Cooper (1969) formülü ile büyük bir doğrulukta bulunabilir [32].

Lunde (1980) ise (2.1) denklemini yerine deklinasyon açısının

$$d = 23.45^{\circ} \sin\left(360 \frac{n - 80}{370}\right)$$

denklemini ile daha doğru hesaplanacağını ileri sürmektedir. Deklinasyon açısının hesaplanabileceği başka ampirik denklemlerde vardır.

Çoğu zaman aylık ortalama deklinasyon açısına ihtiyaç duyulur. Her ayın belirli bir gününde aynı denklemlerle hesaplanan deklinasyon açısı iyi bir yaklaşımla aylık ortalama değerleri verir. Genellikle güneş ışıınımı hesapları , bir ayın bütün günleri yerine, aylık ortalama değeri için, ortalama deklinasyon açısına karşılık gelen günde yapılır. Bunun için de aylık ortalama deklinasyon açısının bilinmesi gerekir[32].

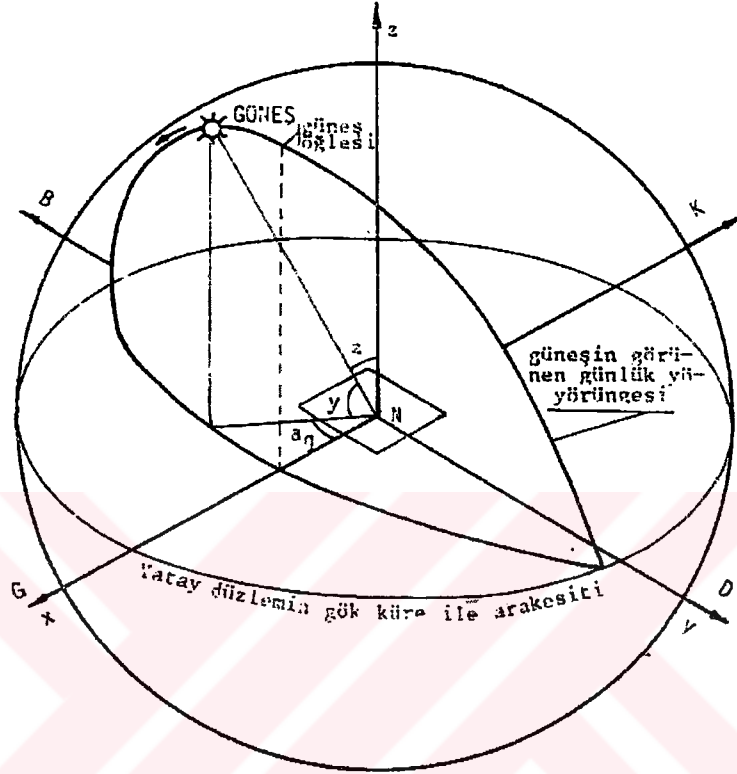
2.1.2.2. Türetilen Güneş Açıları

Yatay veya eğik bir düzleme gelen güneş ışıınının hesaplanmasında düzlemle ve güneş ışıınlarının doğrultusu ile ilgili açılardan yararlanılır. Zenit açısı (z) , güneş yükseklik açısı(y) , güneş azimut açısı (a_g) gibi açılara türetilen güneş açıları denilmektedir [32].

Zenit açısı , (z) : Direkt güneş ışıınlarının (güneşin doğrultusunun) yatay düzlemin normali ile yaptığı açıdır (Şekil 2.13.) . Diğer bir deyişle güneş ışıınlarının yatay düzleme geliş açısıdır. Yatay düzleme güneş ışıınları dik geldiği zaman $z = 0^{\circ}$ olur. Şekil 2.13.'de yatay koordinat sisteminde de zenit açısı ayrıca gösterilmiştir.

Güneş yükseklik açısı, (y) : Direkt güneş ışıınlarının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Açıkça görüldüğü gibi, yükseklik açısı, zenit açısını 90° ye tamamlar, böylece $\sin y = \cos z$ olur.

Güneş azimut açısı, (a_g) : Güneşin doğrultusunun tam bilinmesi için, kutupsal koordinat sisteminde, azimut açısına da ihtiyaç duyulur. Güneşin azimut açısı burada Güneyden Batıya doğru (+) , Doğu tarafına (-) olarak alınacaktır. (Şekil 2.13.)[32].



Şekil 2.13. Yatay koordinat sisteminde türetilen güneş açıları.

Güney doğrultusu ile, güneşin (Şekil 2.13.) yatay düzlemdeki izdüşümü arasında bulunan açıdır. Güney yönlü olarak ; coğrafi Kuzeyden saat ibresi yönünde ölçülür. Yaz dönencesinde güneş Kuzey kutbuna geçtiği için, Doğu hattından önce doğacak ve daha önce batacaktır. Bu değişim açısına da " kayma açısı " (k) denir. Yaz aylarında pozitif (+), kış aylarında negatif (-) yönlüdür. Azimut değeri ile bir bölgenin olası güneşlenme süresi de hesaplanabilir.

$$\sin k = \sin d / \cos E$$

Güneş bir saatte 15' lik bir hareket yaptığından ;

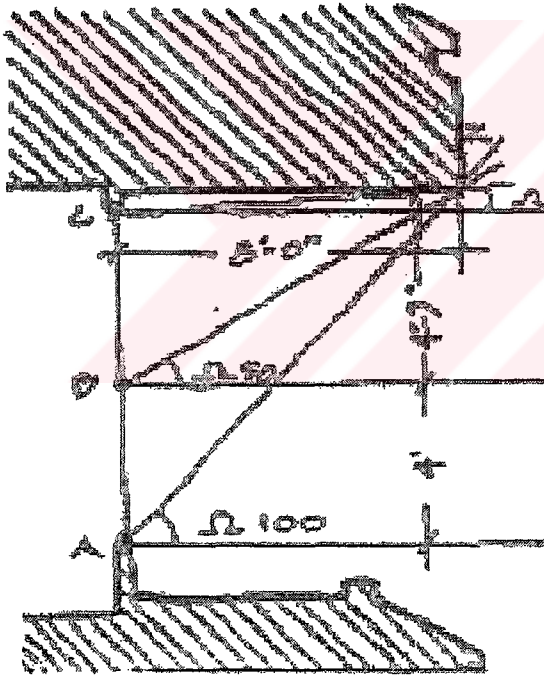
$$\text{Güneşli süre} = (z / 15) \text{ saattir.}$$

Profil açısı (p), : Bir gölgeleme aracı maskesinde merkez, gözleme noktası olarak esas alındığında, düşey bir duvara paralel yatay elemanların gözleme noktası ile oluşturdukları düzlemin gök küresi ile ara kesitinin projeksiyonu olarak maskenin iki

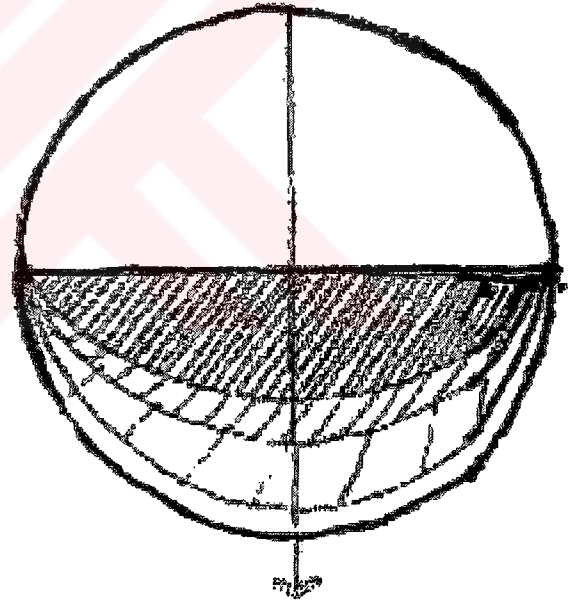
yanına uzanan eğriler olarak belirlenmiştir. Tanımlanan düzlemle, ufuk düzlemi arasındaki açıya profil açısı denir.

Aşağıdaki kesit eskizinde % 100 gölgelemenin sağlanabilmesi için (z) olarak gösterilen pencere üzerinde gölgeleme aracı olarak tasarlanan yatay çıkıntı ile pencere parapet noktası (A) yı birleştiren bir çizgi çizilir. Buradan açı bir iletki ile ölçülerek % 100 gölgeleme için gerekli profil açısı tespit edilir. (% 100 gölgeleme için profil açısı = 47°)

Pencerenin orta noktasından (B) pencere üzerindeki gölgeleme aracının dış köşesine (Z) ikinci bir çizgi çizersek % 50 gölgeleme sağlamak için gerekli profil açısı tespit edilir. (% 50 gölgeleme için profil açısı = 31°) buna benzer bir şekilde pencerenin üst noktası (C) ile (Z) noktasının birleştirilmesi ile % 0 gölgelemenin sağlanacağı profil açısı bulunur. (% 0 gölgeleme için profil açısı = 5°)



Şekil 2.14. Kesit üzerinde profil açıları.



Şekil 2.15. Maske üzerinde profil açıları.

Genişlik açısı (g); Maskenin alt ve üst doğrultusuna uzanan eğriler ise duvara dik bir yatay elemanın projeksiyonudur. Duvara paralel düşey bir eleman projeksiyonda ışınsal bir doğru olarak görülür [5].

2.2. İklim Bölgeleri ve Yapı Karakterleri

İklim ve çevre şartları birbirinden uzak, benzer olmayan üç önemli yapı biçimi oluşturur. Bu oluşum yer ve zaman bakımından farklılık gösterdiği gibi bölgelerin yaşam seviyesi olarak ta farklılık gösterir. Değişik iklim bölgelerindeki bu farklı oluşumun birleştiği müşterek nokta, her iklim bölgesinin kendi şartlarına uygunluğudur.

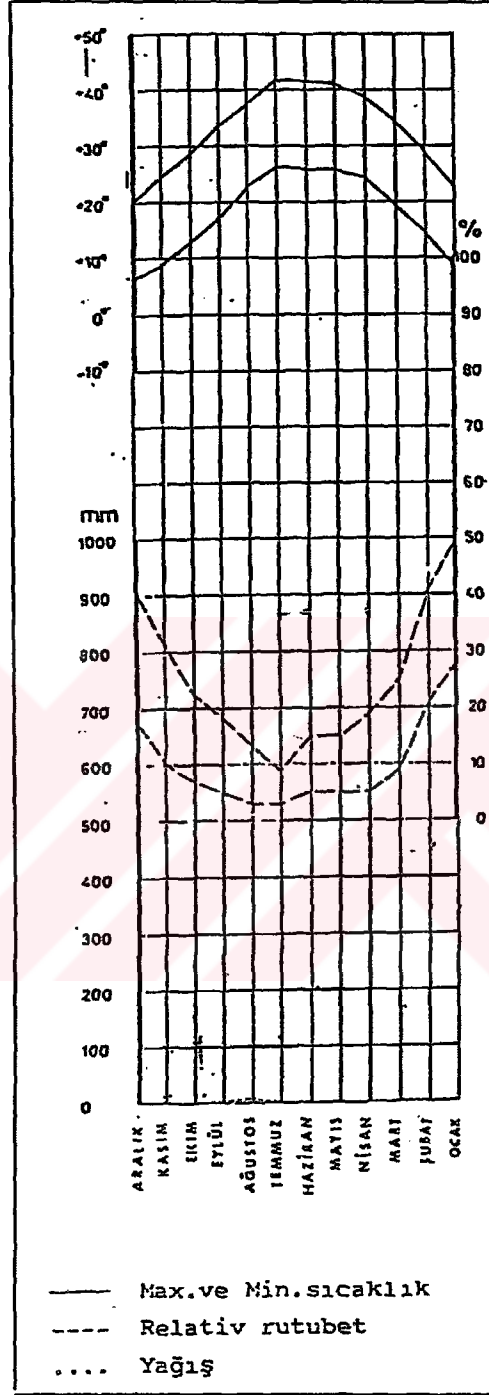
2.2.1. Sıcak Kuru Bölgeler

Bu bölgelerde yağış pek görülmez. Yılın muhtelif zamanlarında kuvvetli kuru rüzgarlar eser. Günlük sıcaklık çok yüksektir. Bu bölgeler genellikle 15° ile 35° Kuzey enlemleri arasında bulunur. Kuzey Afrika, Kuzey Hindistan, Merkezi Çin, Merkezi Avustralya, Güney Batı Amerika, Meksika, Doğu Patogonya, Şili, Peru, Batı Arjantin, Güney Batı Afrika kuru sıcak iklim bölgeleridir.

Bu bölgelerde güneşin yakıcı etkisinden korunmak gereklidir. Sıcaklığın binanın iç hacmine minimum oranda iletilmesi sorunu, çözümün ana ilkesidir. Sıcak kuru iklimlerde yüksek sıcaklık derecesi ve yüksek güneş radyasyonu söz konusudur. Gün boyunca sıcaklık derecesi genelde 20°C'nin üzerinde seyrederek [57].

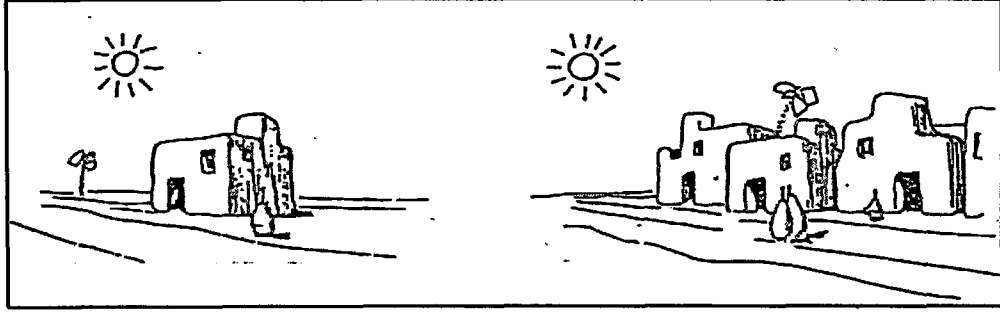
- Yüksek ısısal kütle kalın ve ağır yapılan yapı kabuğu güneş ışınlamından kaynaklanan ısı kütlelerinin yapının dış cephe yüzeyinden iç yüzeye ilerlemesini geciktirerek günün serin olan öğleden sonra saatlerine kadar bu geçişin aksamasını sağlar. Kalın yapı kabukları bu ısı kütlelerini emerek iç mekan ısının yükselmemesine yardımcı olur.
- Buharlaştırma ile doğal serinlemeye ihtiyaç duyulur. Su ögesi bu amaçla kullanılabilir. Bu tip iklimlerde binalar genelde dışa kapalı ve bir iç avluya sahip şekilde düşünüldüğünden bu iç avluda bitkiler veya havuzlar yapılabilir.
- Bitki ve ağaçlar yapı kabuğu dışında gölgeleme amaçlı kullanılabilir.
- Yapı kabukları genellikle beyaz gibi açık renklerle boyanır. Bu şekilde yansıtma özelliği maksimum düzeyde kullanılır.
- Binalar genelde bitişik yapılır ve yapıların arasından geçen yollar dar planlanarak binaların gölgelerinin birbirlerinin üzerine düşmesi sağlanır.
- Yapı kabuğundaki yırtıklar (pencere , kapı vs.) güneş radyasyonunu en az alacak şekilde olabildiğince küçük yapılır.
- Doğal havalandırma (ventilation) minimumda tutulur [57].

Bu bölgelerin tipik örneği olan Libya'ya ait ısı nem durumu aşağıdaki grafikte görülmektedir (Şekil 2.17.)[4].

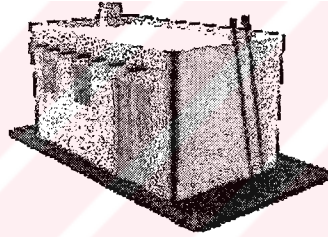


Şekil 2.17. Libya'nın ısı nem durumu.

Bu tip bölgelerde yaşayan insanlar gün boyunca yapıların içinde otururlar ve minimum havalandırmaya ihtiyaç duyarlar. Akşam saatlerinde ve gece pencereler açılarak havalandırma ile dış mekan serinliğinin iç mekana girmesi sağlanarak serinlik elde edilir. Aşağıda bu bölgelere ait tipik bir konut örneği görülmektedir.(Şekil 2.18.)



Şekil 2.18. Sıcak - Kuru iklim bölgelerine ait tipik yerleşim örneği.



Şekil 2.19. Sıcak-Kuru bölgelere ait geleneksel yapı kabuğu [57].

2.2.2. Sıcak Nemli Bölgeler

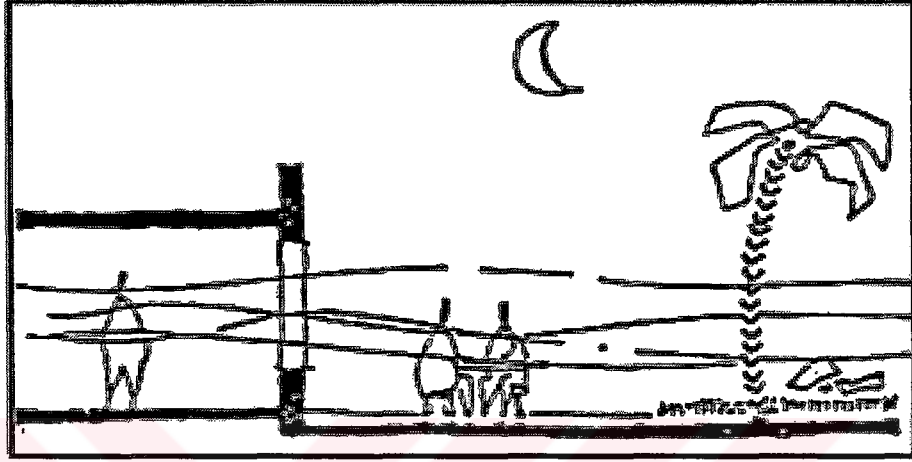
Sıcak nemli bölge iklimleri de kendi içinde bölümlenebilir. Muson karakteri taşıyan bölgelerde yılda bir veya iki periyodik devrede yağış olur. Ormanlık yağışlı bölgelerde yağış devamlıdır. En yüksek dağlar bu bölgede bulunur. Yeni Gine, Himalayalar, Andes, Orta Afrika'daki yüksek bölgeler nemli sıcak iklim bölgeleridir. Nem oranı % 55 - 100 arasında değişir. Bu bölgelerin tipik örneği olan, Filipin'e ait ısı nem durumu, aşağıdaki grafikte görülmektedir [4].

Ekvator çevrelerinde hakim olan iklim çeşidine, kuru bölgeden farklı olarak yağış ve nem sorununun birlikte çözümü gerekir.

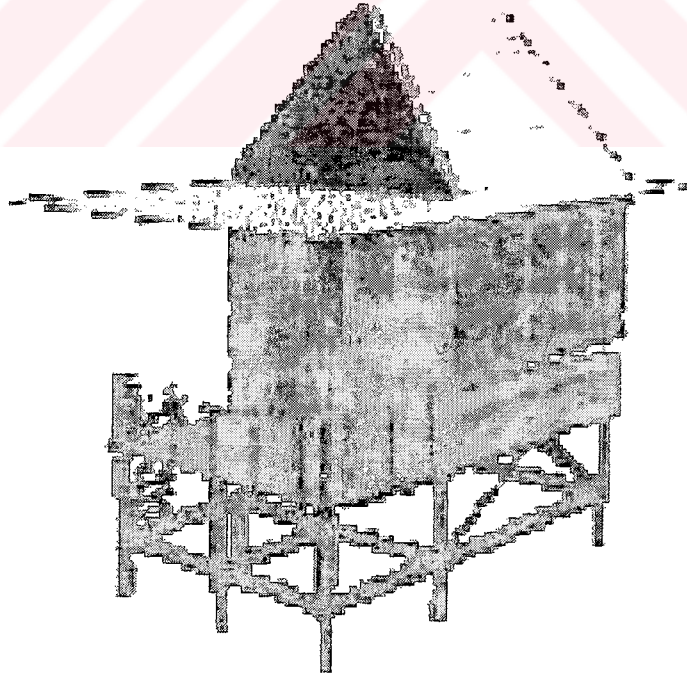
a - Güneş ısısı sorunu

b - Nem sorunu

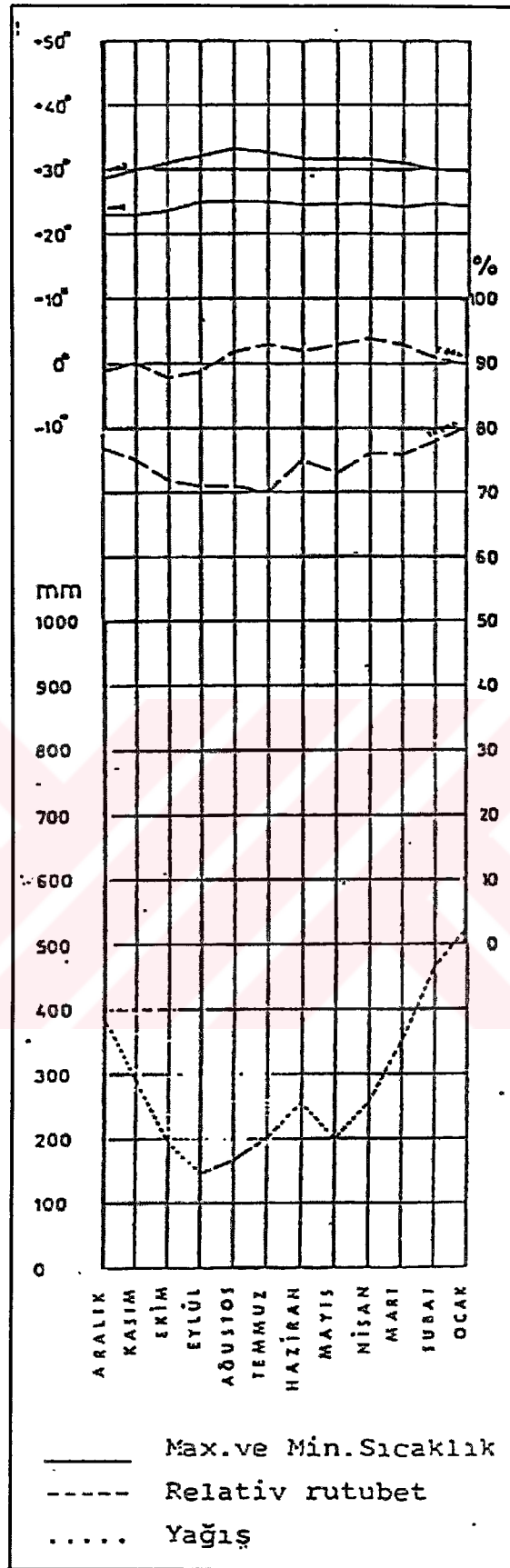
Güneş ısısı sorunu; Yüzeye dik gelen güneş ısısından ve yağıştan korunma zorunluluğu, şemsiye formunu bu bölge için uygun yapı biçimi olarak oluşturmaktadır. Bu formu zorunlu kılan bir diğer neden de gece ve gündüz arasındaki ısı değişim azlığı nedeniyle hava sirkülasyonuna ihtiyaç duyulmasıdır. Sıcak kuru iklim bölgelerinde, kapanan dikey yapı elemanları rüzgar vantilyasyonu için açılır.



Şekil 2.20. Rüzgar akımına izin verecek şekilde açılmış yapı kabuğu.



Şekil 2.21. Sıcak nemli bölgeye ait yerden yükseltilerek hava akımlarına maksimum düzeyde açık tasarlanan yapı kabuğu [57].



Şekil 2.22. Filipinler'e ait ısı nem durumu.

Bu tür iklimler konfor koşullarının sağlanması açısından en zor bölgelerdir. Oluşan maksimum sıcaklık seviyesi sıcak kuru bölgeler kadar yüksek olmamasına rağmen gece boyunca bu sıcaklık derecesi konfor sınırlarının üzerinde kalır. Nisbi nem oranı çok yüksek ve buna bağlı olarak insan vücudundan ve bina yüzeylerinden olan terleme kısıtlıdır. Bu tip bölgelerde buharlaşma ile serinlik yaratmak etkili değildir.

- İç mekan sıcaklık derecesinin dış mekan sıcaklık derecesinin üzerine çıkması engellenmelidir. Güneş radyasyonundan kaynaklanan ısı kazancının minimuma indirilmesi için gölgeleme aracı tasarımları kullanılmalıdır.
- Yapı kabuğunda tasarlanacak büyük yırtıklarla hava akımlarının iç mekana girmesi ve iç mekan ısını çıkartması sağlanmalıdır.
- Binaların dış cepheleri mümkün olduğu kadar hafif ve ince malzemeler ile yapılarak gece kısa sürede soğumaları sağlanmalıdır.
- Doğu ve Batı cephelerinde mümkün olduğu kadar az pencere açılmalı veya hiç açılmayarak güneş radyasyonuna karşı kalkan gibi davranan yansıtıcı yüzeyler olarak tasarlanmalıdır.
- Kuzey ve Güney cephelerinde büyük ebatlı pencereler açılarak havalandırma (ventilation) sağlanmalı, bu yırtıklar yapılabilirse plana göre karşılıklı yapılarak hava akımlarının etkisi artırılmalıdır.
- Pencere ve diğer yapı kabuğu yırtıklarında gölgeleme araçları kullanılmalıdır.
- Yapılar hakim rüzgar yönü dikkate alınarak konumlandırılmalıdır.
- Yapılabilirse binalar yerden yükseltilerek rüzgar etkisine daha çok açık bırakılmalıdır (Şekil 2.21.)[57].

2.2.3. Ilıman Bölgeler

Ilıman bölgelerin özelliği, mevsimlerin oluşturduğu değişik iklim şartlarının varlığıdır. Kış aylarında soğuktan korunmak, güneşten yararlanmak, yaz aylarında ise güneşten korunmak, serinletici etkenlerden yararlanmak gereklidir [4].

Sıcak iklimde kış ayları gereksinimleri soğuk iklimlerdeki ile benzerlik gösterir, fakat o kadar sert kışlar olmadığı için ısı izolasyonu açısından soğuk iklimdeki kadar özenli davranılmasına gerek yoktur [57].

- Kışın yapı kabuğundan olan ısı girişi önemlidir, bu yüzden bina cepheleri kış güneş ışınlarına yönlenecek şekilde tasarlanır. Yaz aylarında güneş radyasyonunun rahatsız edici etkileri söz konusudur ve bazı güneş kontrolü önlemleri gerekebilir.

- Yazın bile gece hava sıcaklık derecesi konfor değerinin altındadır. Isısal kitleler arzu edilir ve ısıtma ihtiyacı doğar.
- Hava akımları (ventilation), çoğu zaman yaz aylarının oluşturduğu ısı etkisini konfor sınırına getirmeyi başarır.
- Yapı kabuğu çevresinde kışın yapraklarını döken bitkiler güneş kontrol amaçlı kullanılabilir [57].

Ülkemizin büyük bir bölümünde kış aylarında ısıya, yaz aylarında serinliği ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölgelerde ılıman iklim şartlarında hakim olan, modern mimari formu gelişmiştir. Bunun dışındaki sıcak bölgelerde de, bölgenin karakterine uygun düşmeyen yapı biçimlerine sık rastlanmaktadır [4].



Şekil 2.23. İlıman iklime uygun geleneksel yapı kabuğu.

2.2.4. Serin Bölgeler

İklimin genellikle yağışlı ve serin olması, bu bölge yapılarının, ısı kazancını maksimum, ısı kaybını minimum seviyede tutacak nitelikte olmasını gerektirir [4].

Serin iklimlerde yapının içine ısının girmesine ve muhafaza edilmesine ihtiyaç duyulur.

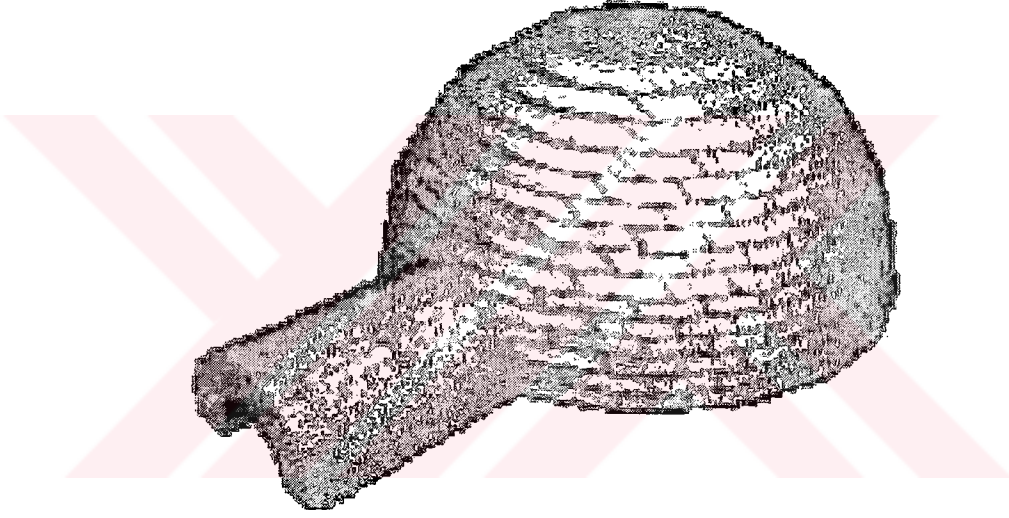
- Binaların dış yüzey alanı düşürülür. Yapı kabuğu ısı izolasyonu için yoğun nitelikli malzemelerle yapılır. Yapıların sıra ev şeklinde yapılıp dış cephelerinin boyutları azaltılarak aynı zamanda her bir mekanın içindeki ısının bitişik duvarlarla diğer mekanlara aktarılması sağlanmalıdır.
- Yapı dış kabuğunda ısı izolasyonu değeri yüksek malzemeler kullanılmalıdır.
- Pencere olabildiğince küçük boyutlarda yapılmalıdır.
- Yapı kabukları kışın güneş ışınlarını en iyi alacak yönlerde konumlandırılmalıdır.

- Bina strüktürü dışarıdan olan hava akımlarını (ventilation) minimuma indirmek için hava geçirmez malzemelerle tasarlanmalıdır [57].

Bina girişleri ısı kaybı açısından önemli olduğu için korunaklı şekilde tasarlanmalıdır.

2.2.5. Kutup Bölgeleri

Sürekli kar ve don etkisi altında olması yapıların ısı tecridini iyi sağlayacak nitelikte olmasını gerektirir. Sürekli soğuk hava nedeniyle mimari tedbirlerden çok suni ısıtma tedbirlerini gerekli kılar.



Şekil 2.24. Kutup bölgelerine ait geleneksel yapı kabuğu [57].

2.3. İklimsel Konfor Koşulları

Bir hacim içerisinde belirli bir eylem yapmakta olan insanın iklimsel konforu, iç çevre iklimini oluşturan ; iç hava sıcaklığı, iç hava nemliliği, iç hava hızı ve ortalama ışımsal sıcaklık gibi etkenlere bağlıdır. Bedensel ve zihinsel performansın istenen düzeyde gerçekleşebilmesi, söz konusu iklim elemanlarının sahip oldukları değerlerle doğrudan ilişkilidir. Bu elemanların, insanla ilişkili diğer etkenlere bağlı olarak, iklimsel konforu gerçekleştiren değerleri, iklimsel konfor koşulları olarak nitelenebilir [8].

Hacim içerisinde iklimsel konforu belirleyen en etkin iklim elemanın iç hava sıcaklığı olduğu, fakat bunun yanısıra insanla çevresi arasındaki ışımla ısı alış-veriş miktarını belirleyen çevre yüzeylerin sıcaklıklarının da önemli bir etken olduğu bilinmektedir. Yılın hangi döneminde olursa olsun, bir hacim içerisindeki insanın iklimsel konforda olabilmesi için iç bağıl nemlilik ve hava hareketi hızı belirli sınırlar arasında kalmak koşuluyla, belirli bir iç hava sıcaklığının ve bu hava sıcaklığına bağlı olarak belirli bir ortalama ışımsal sıcaklığın gerçekleştirilmiş olması zorunludur [8].

Hacim içerisindeki iklimsel konfor koşullarının oluşumunda rol oynayan etkenler, iklimsel çevre etkenleri ve yapma çevre değişkenleri olarak iki grupta ele alınabilir.

2.3.1. İklimsel Çevre Etkenleri

Bina dışı çevrenin iklimini oluşturan iklim elemanları güneş ışınlamı, dış hava nemliliği ve rüzgar olarak sayılabilir [8].

2.3.2. Yapma Çevre Değişkenleri

Yılın belirli dönemlerinde, hacim içerisinde iklimsel konforun gerçekleştirilmesi için ek yapma enerji sistemlerine gereksinme duyulmaktadır. Enerji korunumu açısından bu sistemlerin yükünün en aza indirilmesi, dış iklimsel etkenlerin etkilerini iç çevreye aktarmada rol oynayan ve dolayısıyla iç çevrenin iklimsel koşullarını belirleyen, yapısal etkenlerin, diğer bir deyişle yapma çevre değişkenlerinin optimum değerlere sahip olacak şekilde belirlenmiş olmaları ile olanaklıdır. Bir hacim içerisinde iklimsel konforu etkileyen en önemli iç iklim elemanlarının iç hava sıcaklığı ve güneş ışınlamı etkisinin iç çevreye aktarılmasında, diğer bir deyişle hacmin kazandığı veya yitirdiği ısı miktarının hesaplanmasında rol oynayan yapma çevre değişkenlerinin alacakları

değerler, iklimsel konforun gerçekleştirilmesinde ve herhangi bir ek yapma enerji sisteminin varlığı durumunda ise, harcanarak enerji miktarının belirlenmesinde etkili olacaktır. Hacim içerisinde, gerek iklimsel konfor ve gerekse iklimsel konforu sağlamak için harcanacak yapma enerji miktarını belirlemede etkili olan hacim düzeyindeki yapma çevre değişkenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1- Hacmin bina içerisindeki konumu,
- 2- Hacmin boyutları ve biçim faktörü,
- 3- Hacmin yönlendiriliş durumu,
- 4- Hacmi çevreleyen kabuk elemanlarının ısı ve nem geçişine ilişkin fiziksel özellikleri,
 - 4.a.- Kabuğun Eğimi,
 - 4.b.-Kabuğun saydamlık oranı,
- Saydam kabuk bileşeninin özellikleri ,
 - a.-Bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı,
 - b-Doğramanın türü,
 - c.-Camın güneş ışınlamına karşı geçirgenliği, yutuculuğu ve yansıtıcılığı,
- Opak kabuk bileşeninin özellikleri ,
 - a- Bileşenin güneş ışınlamı yutuluculuğu,
 - b- Bileşenin ısı geçişine ilişkin fiziksel özellikleri ,
 - b.1.-Toplam ısı geçirme katsayısı ,
 - b.2.-Zaman geciktirmesi,
 - b.3.-Genlik küçültme faktörü [8].

Yukarıda sıralanan değişkenler, hacmin kabuk aracılığıyla kazandığı veya yitirdiği ısı miktarı üzerinde doğrudan etkili olan yapma çevre değişkenleridir.

2.4. Konfor Değerleri ve Diyagramları

İnsanın beden ve ruhen kendisini rahat hissetmesini, konfor halinde bulunma olarak nitelendiriyoruz. İnsanların konfor değerleri çok değişik etkenlere bağlıdır. Bu etkenlerin oluşumunda pek tabii ki değişik konularda da söz konusu edildiği gibi çevre şartları etkindir. İnsanın yaşadığı bölge şartlarına göre kendisini konfor içinde hissettiği değerler farklılık gösterir. Adana ilinde yaşayan bir insan için gerekli konfor değerleri ile Kars ilinde ya da İstanbul'da yaşayan bir kişi için değerler farklılık gösterir [4].

2.4.1. İklim – İnsan İlişkisi ve Konfor Sınırı

İnsan enerjisi ve sağlığı geniş ölçüde çevre etkenlerine bağlıdır. İklim şartları bazı günler hareketlerimize canlılık getirir, bazen de yorgunluk ve isteksizlik etkisi yaratır. Aşırı sıcak ve soğuk bölgelerde biyolojik zorlamalarla iklime uyum sağlanır. İklim etkisinin insana yansması olumlu ya da olumsuz olur.

Olumsuz etkisi; Sıkıntı, ağrı, salgın ve ölüm gibi.

Olumlu etkisi; Üretim, sağlık, ruhsal ve fiziksel güç artışı.

İklimin olumlu ve olumsuz etkenleri çeşitli bölgeler için farklıdır. Türkiye'de Haziran ayı Adana, Antalya gibi sıcak bölgelerimiz için verimin düştüğü bir ay olması yanında, diğer pek çok ilimizde sıcakların başlamış olması nedeniyle, verimin yüksek olduğu aydır. Bu durum yeryüzündeki farklı bölgeler için değişiklik gösterir.[4]

İklim insanı etkileyen diğer çevre etkenlerinden (ışık, ses, bölge, canlılar gibi) birisidir. Belirtilen bu etkenlere insan vücudu belirli bir oranda direnç gösterebilir. Etkenlerin insanların doğal direnci sınırını aşması durumunda, tedbirlerin sağlanması gerekir. Bu etkenlerden en önemlisi hiç şüphesiz iklimdir. İklimsel etkenleri insanın konfor sınırı düzeyini aşmaması için tedbirler gereklidir. İlk tedbir giysilerdir. Giysilerin yetersizliğinde, yaşanan çevrenin iklimsel konforunun sağlanması gerekir.

İklimsel konforun sağlanmasında barınak ana elemandır. Böylece insanın çevreye uyumunu sağlayan özellikleri kapsamalıdır. İç mekanda insan konforunu etkileyen faktörler başlıca; Hava sıcaklığı, güneş ışınlaması(radyasyonu), hava sirkülasyonu ve nem (rutubet) dir. Bu faktörlere insan vücudu terleme, ısı iletimi, ısı yayılması ve radyasyon şeklinde reaksiyon gösterir [4].

2.4.2. Sıcaklık

Yeryüzünün soğuma ve ısınma oranı, hava sıcaklığını belirlemede en önemli faktördür. Güneş radyasyonlarının yerküreye intikalinde geçirgenlik görevi yaptığı için kendisi ısınmada dolaylı olarak etkindir. Atmosferin değişik katmanlarında sıcaklıklar da değişiktir. Sıcaklığın yeryüzüne dağılışı değişik etkenlere bağlıdır. Bunlar;

- Güneş radyasyonunun şiddeti,
- Güneş enerjisinin atmosferden geçerken değişimin etkisi,
- Zeminin niteliği (albedo, kara ve deniz dağılışı, eğim, bitki örtüsü, nemlilik derecesi gibi)
- Yerküre ile atmosfer radyasyonu arasındaki ilişki,
- Buharlaşma, donma, erime gibi olaylardaki enerji değişim miktarları,
- Hava hareketleri ve denizden olan hava akımlarının yönü ve şiddeti,
- Konveksiyon ve türbilansla enerjinin dikey nakli,
- Yükseklik.

Aynı enlem derecesinde olmalarına karşın değişik bölgelerin yıllık sıcaklık ortalamaları yukarıda belirtilen nedenlerle farklılık gösterir. Deniz seviyesinden yükseldikçe sıcaklık düşmesi takriben her bin metrede 6°C olur [55].

Sıcaklık, konfor sınırını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Sıcaklığın ortalama konfor değeri 16° ile 30° arasında değişir. Sıcaklık düşüşü yaz aylarında daha hızlı, kış aylarında daha yavaştır [4].

2.4.3. Nem

İnsanın konfor ortamını etkileyen en önemli faktörlerden birisi de nem(rutubet) dir. Nem oranının az olduğu bölgelerde ekstrem sıcaklıklara karşı direnç kolaylaşır. Sibiryaya gibi Kuzey kutbu bölgelerinde çok soğuk hava ortamı ile çöllerdeki çok sıcak hava ortamına insanların dayanabilmesi, o zamanlarda nisbi nem oranının düşük olmasıdır [4].

Nemi oluşturan en önemli etken su buharıdır. Bundan başka toprağın rutubeti, bitkilerin havaya verdiği ve canlıların solunumundan havaya geçen su buharıdır. Su buharı atmosfere moleküler difüzyonla ve türbülans ile, rüzgarla yayılır. Atmosferde yükselindikçe su buharındaki azalış aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Enlem derecelerine göre sıcaklık, nisbi nem ve su buharı basıncı değerleri.

Enlem	Sıcaklık (C°)	Nisbi Nem (%)	Su buharı basıncı (mm/Hg)
0-10	25.5	79	18.9
10-20	25.4	75	17.2
20-30	21.9	71	13.8
30-40	15.3	70	9.7
40-50	8.7	74	7.0
50-60	1.2	78	4.9
60-70	-7.0	82	3.1

2.4.4. Hava Sirkülasyonu

Yapının biçimlenişi, yerleşme düzeni, yönlendirme gibi mimari olguları etkileyen bir iklim elemanıdır. Atmosferik olaylarla değişen basınç bölgeleri hava hareketini oluşturur. Böylece alçak basınç bölgesinden yüksek basınç bölgesine aynı şekilde yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine hareket eden hava, rüzgarı meydana getirir. Rüzgarların çok kuvvetli, geniş sahalı olduğu kadar bölgesel olanları da vardır. Meltem rüzgarlarını örnek olarak gösterebiliriz [56].

Hava sirkülasyonunun en önemli etkisi, temas ettiği objeleri serinletmesi ve havadaki nemi kurutarak konfor ortamını sağlamasıdır. Dünya genelinde nemli bölgelerde yapılan geleneksel yapıların rüzgara açık yapılmasının ana sebebi de budur.

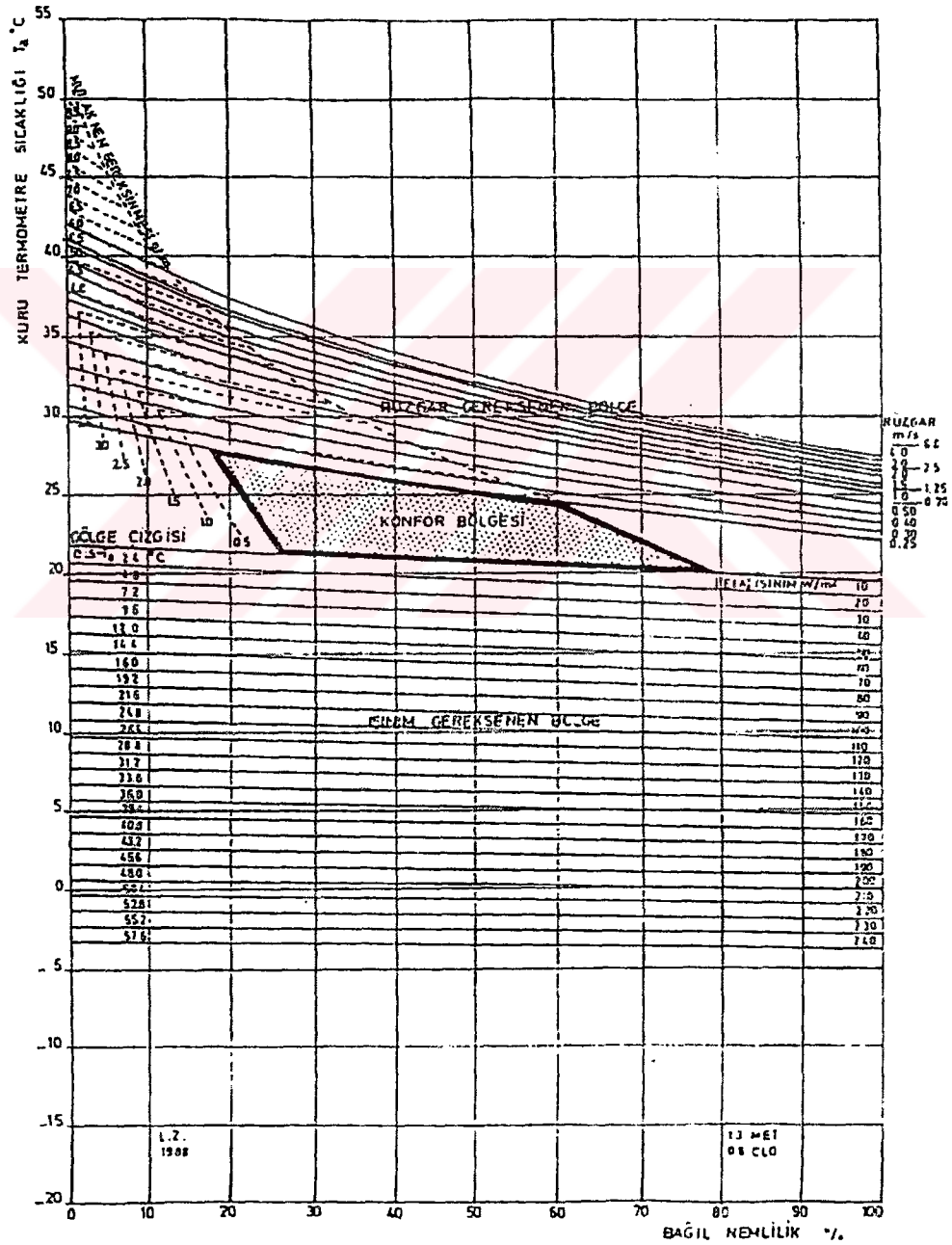
2.4.5. Konfor Diyagramları

İnsanın kendini konfor içinde hissettiği dönemin tespit edilmesi için bazı diyagramlar geliştirilmiştir. Olgay kardeşlerin Amerika'nın ılıman ve deniz seviyesinden 300 metre yüksekliğe kadar olan bölgesi için hazırladığı Bioklimatik grafik daha sonra

Lütfi Zeren tarafından metrik sisteme çevrilmiştir. Bir diğeri ise Gölge hattı diyagramıdır.

2.4.5.1. Bioklimatik Grafik

Bioklimatik grafikte koyu renkle belirlenen bölge yaz ayları için, kesik çizgilerle belirlenen bölge de kış ayları için konfor alanlarıdır. Diyagramın absisi nem, ordinatı sıcaklık değerlerini ifade eder. Görüldüğü gibi kış aylarında radyasyon, yaz aylarında da rüzgar ve belirli oranlarda nem arzu edilmektedir. (Şekil 2.26.)

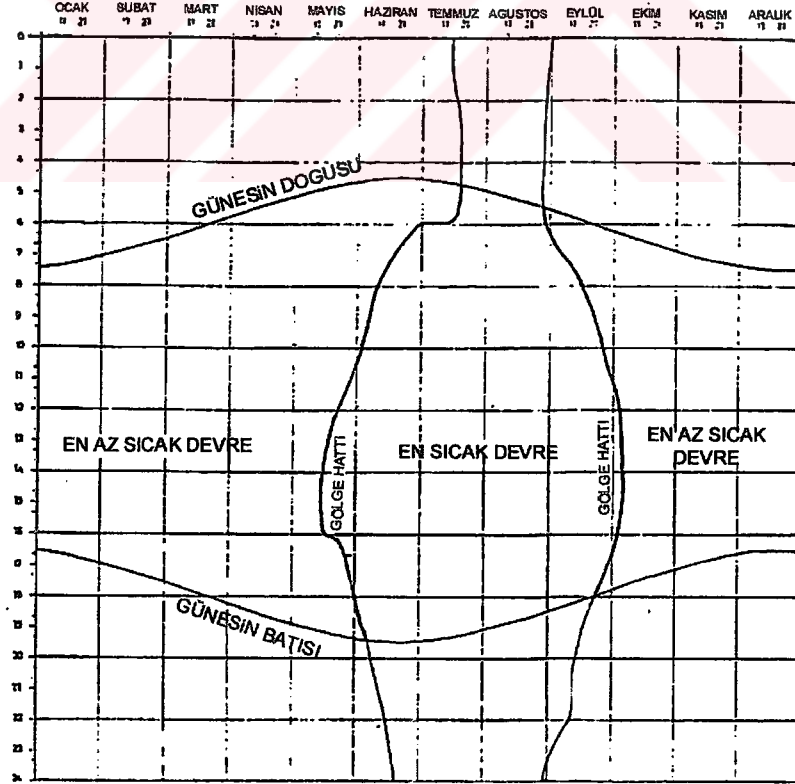


Şekil 2.26. Bioklimatik Grafik.

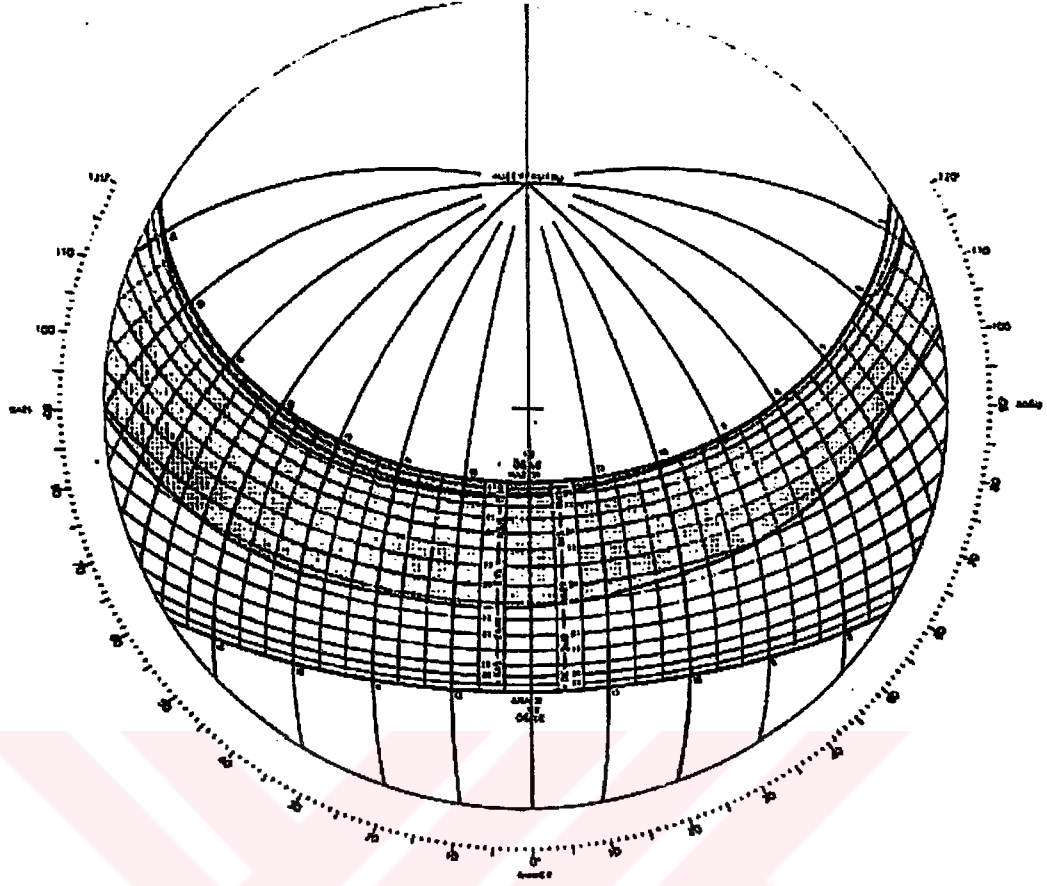
Hava hızı, nem, radyasyon artışlarıyla konfor ortamının sınırlarının da genişlediği görülmektedir. İncelenmesi istenen bölgenin sıcaklık ve nem miktarları, bioklimatik grafik üzerinde değerlendirilir. Elde edilen noktaların birleştirilmesiyle o bölgenin bioklimatik değerlendirilmesi yapılmış olur. Böylece diyagram üzerinden ayların konfor bölgesi içinde olan süreleri belirlenmiş olur.(Şekil 2.26.)

2.4.5.2. Gölge Hattı Diyagramı

Değerlendirme zaman ve ayların faktörü olarak yapılırsa absis bölümüne günün saatleri, ordinat bölümüne de ayları belirterek iklimsel verilerden sıcaklığın konfor sınırı olan 21°C'nin karşılığı olan ayın, gün ve zamanlarının oluşturduğu noktalar birleştirilirse ilkbahardan yaza geçiş, yazdan sonbahara geçiş dönemleri arasında bir bölge bulunur.(Şekil 2.27.) Güneşin doğuş ve batış hatları ile alt ve üst sınırını belirleyen bölge sıcak bölge, diğer bölgeler konfor ortamı dışı kalan bölgelerdir. Sıcaklığın oluşturduğu bu diyagramı nem için de uygularsak, gölge hattı çizgilerinin nemle ilgili olarak küçük değişimler gösterdiğini görürüz. Güneş yörüngeleri üzerine, konfor sınırlarının kesiştiği noktaları işaretleyerek konfor bölge diyagramı çizilebilir [4].



Şekil 2.27. İstanbul ve çevresi için gölge hattı durumu.



Şekil 2.28. Güneş Yörüngesi diyagramı üzerine, İstanbul ve civarı için bulunan en sıcak devre ve en az sıcak devrenin işlenmiş durumu.

2.4.6. Gölgeleme İstenen Dönemin Belirlenmesi (Olgay & Olgay Yöntemi)

Koordinatlarında bağıl nemlilik ve kuru termometre sıcaklıklarının kullanılmasıyla belirli bir yöre için hazırlanmış olan bioklimatik grafik gölge çizgisinden yararlanılarak, o yöre için ısıtmanın istendiği ve istenmediği iklimsel koşullar belirlenir. Gölge çizgisinin üzerinde kalan koşullarda ısıtma istenmemekte, burada yer alan konfor bölgesinde, gölgede bulunmak yeterli olmaktadır. Konfor bölgesinin üzerinde yer alan bölgede gerçekleşen iklimsel koşullarda ise gölgede bulunmak yeterli olmamakta, konforda olmak için rüzgara, neme veya ikisine birden ihtiyaç duyulmaktadır [8].

Bioklimatik grafik yardımıyla belirlenen, gölge istenen ve istenmeyen iklimsel koşullar, gölge hattı diyagramına aktarılır. Bulunulan bölgeye göre güneşin yıl içinde izlediği yolu gösteren güneş yörüngesi diyagramı üzerinde bu bölgenin işlenmesi sonucu, hangi güneş açıları için güneşin kontrol edilmesi gerektiği belirlenebilir.

Projeksiyon yöntemiyle elde edilmiş olan gölgeleme aracı maskesi yardımıyla, uzaydaki herhangi bir nokta genişlik ve yükseklik açıları olarak bilinen iki temel açı ile tanımlanabilmektedir.

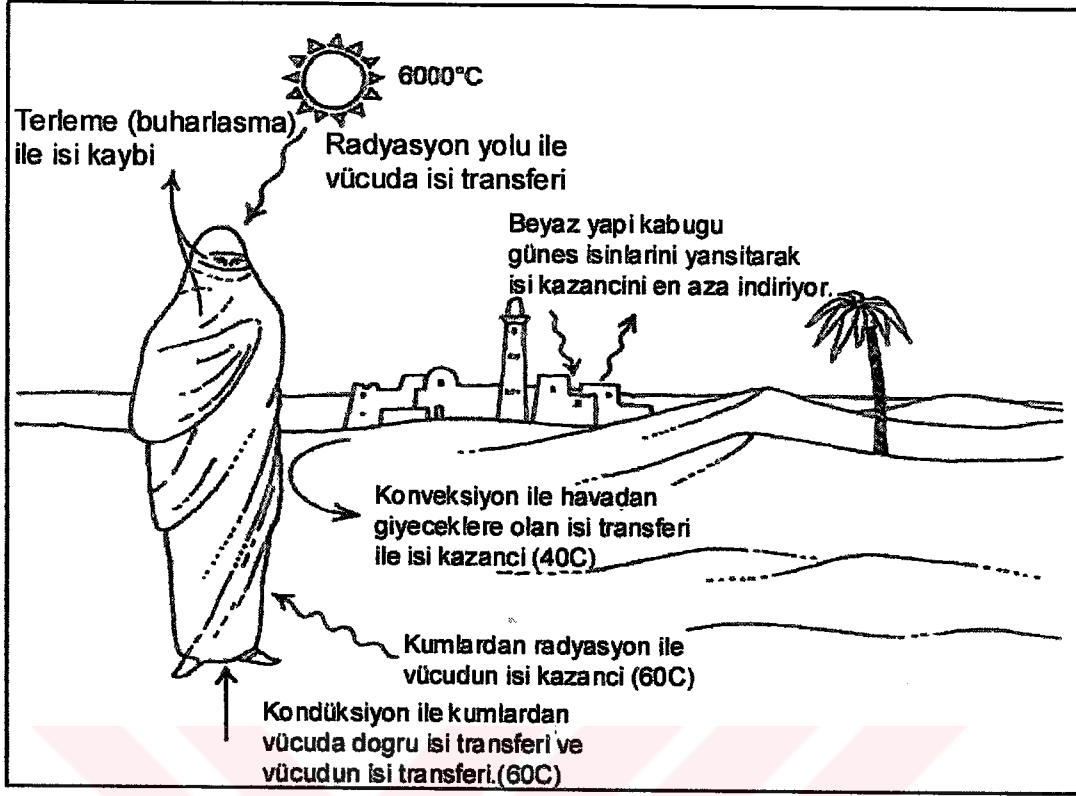
Gölgeleme aracı maskesi ile güneş yörüngesi diyagramı, "0" doğrusu verilen yönle ve merkezleri üst üste çakıştırıldıktan sonra, güneş yörüngesi üzerinde gölge istenen bölge, maske diyagramı üzerine işlenir. Maskesi belirlenen gölgeleme aracı, bu diyagram üzerinden okunabilen profil ve genişlik açıları yardımıyla tasarlanabilir[8].

2.5. Isısal Konfor ve Isı Transferi

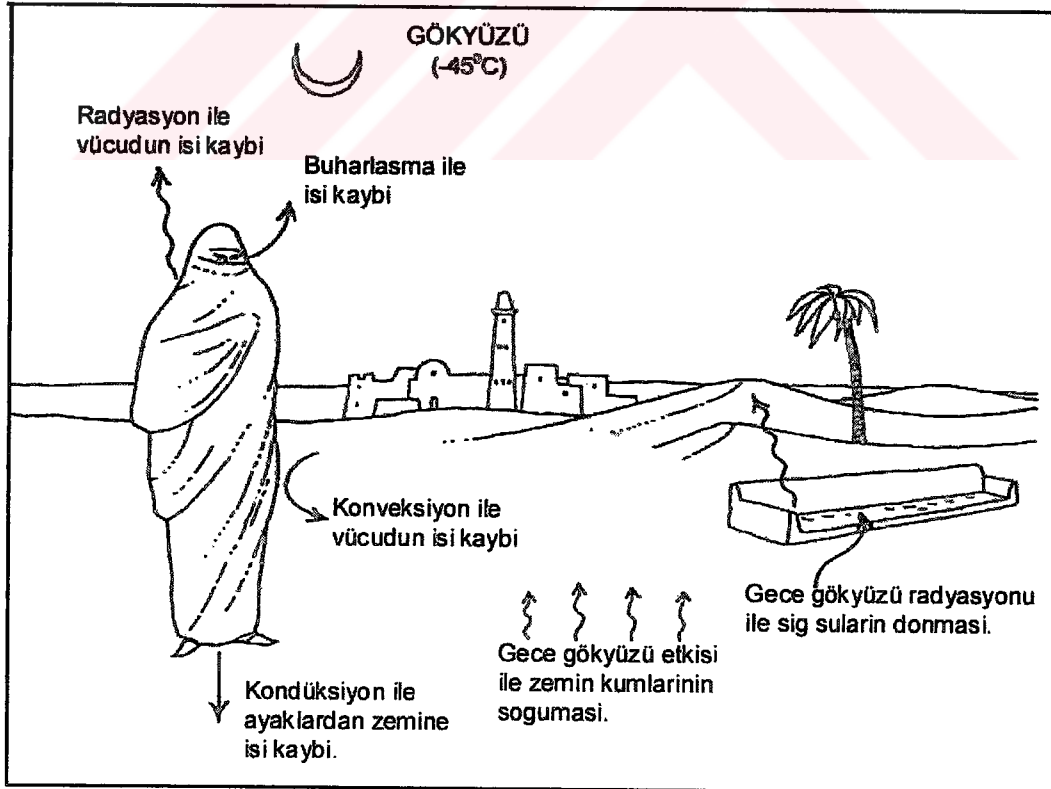
Isısal konfor insanın ne çok sıcak ne de çok soğuk hissetmemesidir. İnsan vücudunun fizyolojik olarak kendi ürettiği vücut sıcaklığı ve vücudun ısı kaybı arasındaki denge insan vücudunun ısısal konforunu oluşturur.

Vücudun kendi oluşturduğu ve bu dengeyi kontrol eden mekanizmasına vücut dışından bazı ısı transferleri olur. İnsan vücudu bulunduğu ortam itibarıyla ısı kazancı ya da ısı kaybıyla karşılaşabilir. Vücudun bir yanında ısı kazancı oluyorken diğer bir yanında ısı kaybı olabilir. Örneğin çölde oldukça sıcak bir havada sıcak kumlara basan insan vücudu sıcak kumlardan ayakları ile vücuda giren ısı miktarı söz konusu iken aynı zamanda vücudun soğutma mekanizması solunum ve terleme yolu ile vücudun ısı kaybetmesini sağlayarak ısı dengesini kurmaya çalışır. (Şekil 2.29.) Bu temel fiziksel ısı transferi insanlarda olduğu gibi binalarda da geçerlidir[35].

Şekil 2.29. ve 2.30.'da doğada yaşanan bu ısı transferinin nasıl gerçekleştiği gösterilmiştir. Kış ve yaz aylarında birbirinin tersi şeklinde gerçekleşen insan vücudu ve yapı kabukları için gösterilen ısı transferleri, gün boyunca ve gece boyunca da farklılık gösterir.



Şekil 2.29. Gün boyunca ısı transfer mekanizmasının çalışma prensibi [35].



Şekil 2.30. Gece boyunca ısı transfer mekanizmasının çalışma prensibi [35].

2.5.1. İletim (Kondüksiyon)

Bu şekildeki ısı transferinde madde titreşim veya molekül hareketi ile bitişindeki soğuk olan diğer moleküle etki eder ve ısıyı ona aktararak parçalar arasında bir kinetik enerji akışı sağlar [35].

Metaller ısıyı kolay iletirler ve iyi iletkenlerdir. Sıvılar ve gazlar iyi iletken değildirler[4].

Gümüşün iyi iletkenliğinin yanında kumun iletkenliği iyi değildir. Bu nedenle çöl bölgelerinde değişik saatlerde sathiya görülen ısı değişiklikleri kısa derinliklerde sabit kalır.

Gazların iyi iletken olmamasının yararları da vardır. İki cam arasındaki hava boşluğunun ısı izolasyonu sağlaması buna bir örnektir. Atmosfer bu özelliğiyle koruyucu tabaka teşkil eder ve ısının yeryüzünden uzaya kaçmasını engeller [4].

Ahşap ve plastik gibi organik maddeler iyi iletken değildirler. Cam elyafı (Fiberglass), köpük (Stropor) ve kumaş gibi malzemeler kötü iletken dolayısıyla da iyi yalıtandırılar Tablo2.5.'de bazı maddelerin ısısal iletkenlik değerleri gösterilmektedir[35].

Tablo 2.5. Belirtilen bazı maddelerin ısısal iletkenlik özellikleri.

Madde	Yoğunluk (kg/m ³)	Isısal İletkenlik (w/mK)	Özgül Isı Kapasitesi (j/kgK)
Tuğla	1700	0.73	800
Beton	2000	1.13	1000
Cam Elyafı (Fiberglass)	25	0.035	1000
Asfalt	1700	0.50	1000
Aluminyum	2700	214	920
Su (20 °C)	1000	0.60	4187

Eğer bir nesne soğuk ise muhtemelen iyi iletkenir çünkü, ısıyı elimize iletmiştir ve biz bunu hissederiz, eğer ılıksa iyi yalıtkan bir malzemedir çünkü, elimizdeki ısıyı kendi üzerine çekememiştir. Derimizden daha soğuk ve iyi iletken olan bir maddeyi elimize alırsak maddenin ısının bir süre sonra arttığını hissederiz. Bu iyi iletken olan bu malzemenin insan derisindeki ısıyı çekerek bir ısı transferi yaptığını gösterir[35].

Bununla beraber bizi yanıltacak bazı maddeler vardır ve bu malzemeler ısıyı kendi üzerlerinde depolarlar. Oda sıcaklığında bir alüminyum folyo kısa bir süre için kısa bir süre için soğuk, sonra da ılık hale gelebilir. Bir maddenin depolayabildiği ısı miktarı ya da termal kütlesi, onun kütlesinin artmasının sonucudur. Özgül ısı kapasitesi ve ısının artmasıdır.

Özgül ısı Kapasitesi : Bir maddenin kütlesinin her bir parçası ve ısı değişiminin her bir parçası başına ısı miktarıdır [35].

2.5.2. Taşınım (Konveksiyon)

Taşınım ile ısı transferi, sıcaklık enerjisinin bir ortamın içinde kütle hareketi ile bir yerden bir yere gitmesi şeklindeki ısı naklidir [4]. Isıtılmış sıvılar, hava ve suyu buna örnek olarak gösterebiliriz. Örneğin sıcak bir yüzey ve soğuk bir sıvıyı düşündüğümüzde, sıvı bu sıcak yüzeyle karşılaşır karşılaşmaz iletim yolu ile bir ısı transferi gerçekleşir. Böylece sıcak hava yükselir, yerini soğuk havaya bırakır. Bu şekildeki ısı transferine taşınım denir [35].

2.5.3. Işınım (Radyasyon)

İletim (Kondüksiyon) ve Taşınım (Konveksiyon) ile ısı transferinde, ısı maddenin içinden geçerek iletilir. Işınım yolu ile ısı transferinde ise bir enerji değişimi söz konusudur ve ısı elektromagnetik dalgalar ile etrafına yayılır.

Bir cismin yüzeyinden yayılan ısının miktarı onun ısı derecesine ve yayılma hızına bağlıdır. ısı derecesi yükselirse, yayılan ısı artar. Yayılım bir maddenin yüzeyinden dalga boyu ve ısı derecesi gibi durumlarının oluşturduğu bir işlemdir. Bir yüzey tarafından emilen (soğurulan) radyasyon miktarı, o yüzeyin emişini (emitance) ifade eder. Bir yüzeyin emiş miktarı o yüzeyin doğal yapısına bağlıdır, aynı zamanda söz konusu olan radyasyonun spektral dağılımı ve doğrultusal dağılımı yüzeyin emiş miktarını etkiler [35].

2.5.4. Buharlaşma (Evaporasyon)

Buharlaşma (evaporation), yeryüzündeki suyun geçirdiği bir evredir ve bir enerji dönüşümünü ifade eder. Kaynama noktasındaki (100°C) su, buharlaşma ile suyu oluşturan moleküllerin taşınmasını sağlar. 100°C ile 0°C arasındaki suyu oluşturan moleküllerden çok az miktarı atmosfere kaçmak için yeterli enerjiye sahiptir ve bu dönüşüm buharlaşmadan çok daha yavaş gerçekleşir.

Buharlaşmanın oranı sıcaklık faktörüne bağlıdır. Sıcaklık arttıkça buharlaşma oranı da artar. Sıcaklık derecesindeki artış 10°C'ye geldiğinde buharlaşmanın oranı yaklaşık iki katına çıkar. Çevredeki havada bulunan nem de buharlaşmayı etkiler. Rüzgarın varlığı buharlaşmayı artırır. Rüzgarsız günlerde buharlaşan su, buharlaşmadan önceki kaynağına yakın çevredeki havada kaldığı için ortamın nem oranını artırır. Buharlaşma azaldıkça ortamın konfor düzeyi yükselir [58].

2.6. Bölüm Sonuçları

Yeryüzü varolduğundan beri güneşin etkisi altındadır. Güneş dünyadaki yaşamı mümkün kılan en önemli öğelerden biri olarak dünyamızı etkilemekte ve diğer gezegenler gibi dünyamız da güneşin merkezini oluşturduğu sistemin bir parçası olmaktadır. Güneşin yerküremizi nasıl ve hangi yönlerden etkilediği, bunun yerküre üzerinde oluşturduğu olumsuz sonuçlar tespit edilmeden doğru bir güneş kontrol sistemi kurulması olanaksızdır.

Yerkürenin güneş etrafındaki yörüngesinin hareketi, değişik zaman aralıklarında güneşe göre konumu; tespit edilmiş çok sayıda güneş açılarını oluştururken; aynı zamanda, farklı tipte ve özelliklerde iklim bölgelerini oluşturmaktadır. Uygun bir güneş kontrolü, güneşin radyasyon etkileri ve bina ekonomisi bağlamında çok önemli bir unsur olarak karşımızdadır. Bunun için yerküre üzerinde güneşin etkisiyle oluşan değişik özelliklere sahip iklim bölgelerinde tasarlanacak olan güneş kontrol sistemlerinin, sözkonusu iklim için ihtiyaç duyulan konfor koşullarını sağlayacak şekilde kurulması gerekliliğini bizlere göstermektedir.

Kısacası yapı kabuğunda kurulacak doğru güneş kontrol sistemi, bölge ikliminin yarattığı olumsuz koşulları tespit edip güneş kontrol önlemini bu sorunu gözönünde bulundurarak geliştirme zorunluluğu ile olasıdır.

Bölüm 2.2.'de anlatıldığı gibi farklı bölgelerin iklimsel ihtiyaçları için farklı yapı kabukları ve bu yapı kabukları ile bölgelerin geleneksel mimarisi oluşturulmuştur. Farklı iklim bölgelerinde, konfor koşullarının sağlanması; farklı mimari tasarımlar ve farklı güneş kontrol sistemleri tasarımlarıyla elde edilebilir. Örneğin, sıcak kuru bir bölgede güneşin radyasyon etkisinin kesilmesi çoğu zaman konfor koşullarını oluşturmak için yeterli olurken, sıcak nemli bir bölge, için yeterli olmamaktadır. Bu tip bölgelerde, mimarın tasarlayacağı güneş kontrol sisteminin ortam nemini ortadan kaldıracak şekilde hava akımlarına (rüzgar) açık olarak düşünülmesi gerekmektedir. Serin bölgelerde ise, yazın güneş radyasyonu engellenirken kış aylarında güneş ışınlarının mekan içine maksimum düzeyde alınmasını sağlayacak tasarımlar geliştirilir.

Bunların yanısıra doğru bir güneş kontrolü, güneş kontrolü uygulanacak dönemin belirlenmesi ile mümkündür. Değişik bölgelerine bağlı olarak oluşturulan gölge hattı diyagramı ve bioklimatik grafik ile gölge istenen dönemin belirlenmesi ve uygun gölgeleme aracının hesaplanabilmesi sağlanmaktadır

Güneşin ışınsal etkisinin yanısıra, bina ekonomisine olan etkileri tespit edilmeden bir güneş kontrol aracı ile bilinçli bir şekilde enerji tasarrufu sağlamak mümkün değildir. Isı enerjisinin yeryüzünde bulunan yapı kabuklarında, değişik malzemelerle nasıl taşındığının bilinmesi bunun nasıl engelleneceğini bulmamızda birincil unsur olarak önümüzdedir. Bir güneş kontrol sistemi kurulurken yapı kabuğuna ısı transferinin istendiği ve istenmediği dönemler gözönünde bulundurularak mimari tasarımın oluşturulması şarttır.

Sonuç olarak güneşin dünyaya göre hareketinin ve bu hareketin oluşturduğu koşulların tespiti, bir güneş kontrolü sisteminin nasıl kurulması gerektiği hakkındaki temel fikirleri ve bilgileri bizlere vermektedir.

3. PROBLEMİN BELİRLENMESİ : BİNA CEPHE OLUŞUMU VE BİNA EKONOMİSİ AÇISINDAN GÜNEŞ KONTROL SİSTEMLERİ

Hacimlerde iklimsel ve görsel konforun sağlanması için, direkt güneş ışınımının ısısal ve ışıksal etkilerini kontrol etmek amacıyla çok çeşitli önlemler alınabilmektedir. Bu önlemler yapı kabuğu yüzeyinde alınan önlemler ve gölgeleme önlemleri olmak üzere iki gruba ele alınabilir [11].

Güneş kontrolünde amaç, en az sıcak devrede güneşin direkt etkisinden maksimum derecede faydalanmak ve en sıcak devrede de radyasyon etkilerinden alınacak önlemlerle korunmaktır. Bu önlemler 2 gruba ayrılır ;

- * Yüzeyde alınan önlemler

- Malzeme formu ile

- Yansıtma yolu ile

- Yalıtım yolu ile

- * Gölgeleme önlemleri

- Doğal gölgeleme araçları ile

- Yapma, gölgeleme araçları ile

- İç gölgeleme araçları ile

- Dış gölgeleme araçları ile alınan önlemler.

Amaca erişmede en etkin prensip olarak " Güneşi binaya gelmeden kesmek " kabul edildiğine göre, dış gölgeleme araçları ile güneş binaya gelmeden kesildiğinden bu önlemler yüzeyde alınan önlemlere tercih edilmelidir. [5] Marcel Breuer güneş kontrolünün neden yapı kabuğunda olması gerektiğini şu sözleriyle özetlemiştir: " Güneş kontrolü elemanları yapının dışında olmalıdır, cephenin elemanı olan güneş kontrolü mimarinin de elemanıdır. "[1] Breuer bu sözleriyle yapı kabuğu dışında uygulanan güneş kontrolünün fonksiyonel açıdan doğru olmasının yanı sıra güneş kontrol elemanlarının binanın mimari karakteri ile bütünleşmesinin ne kadar önemli olduğuna işaret ediyor. Bu nedenle dış gölgeleme araçlarıyla güneş kontrolü dışındaki güneş kontrol sistemleri araştırma kapsamına alınmamış prensip olarak dış gölgeleme araçları incelemeye alınmıştır.

3.1. Bina Cephesi Güneş Kontrolü İlişkisi

Dış gölgeleme araçları esas olarak

- Çevredeki mevcut ağaçların veya tasarımcı tarafından bu amaca yönelik yerleştirilebilecek ağaçların güneş kontrol etkisi
- Çevredeki mevcut binaların güneş kontrol etkisi
- Yapı kabuğu dışında uygulanan elemanların güneş kontrol etkisi olarak 3 bölümde incelenebilir.

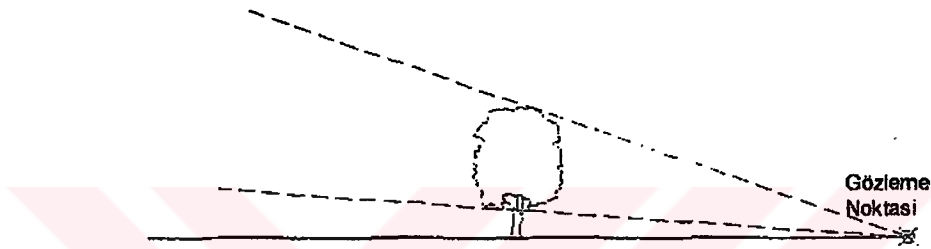
3.1.1. Ağaçların Güneş Kontrol Etkisi

Eski yerleşim merkezleri genelde çok büyük, derin köklere sahip iri yapıdaki ağaçlarla kuşatılmış bölgelerdi, insanlar güneş açısından doğan hoşnutsuzluklarını bu doğal fiziksel çevre yardımıyla çözüyorlardı.

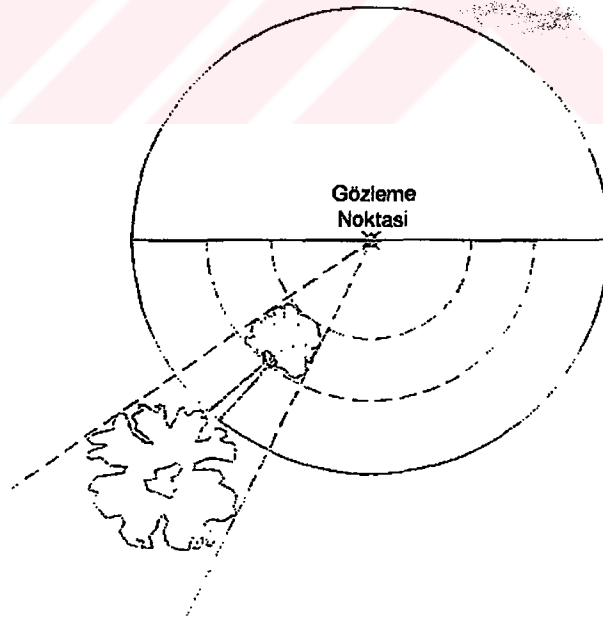
Yoğun şekilde ağaçlanmış bölgeler havadan gelen sesleri ve hava akımlarını büyük başarıyla engellerdi. Ağaçların ısısal faydaları çok daha fazladır. Kış aylarında yoğun ağaç kitleleri binaların ısı kaybını azaltabilir ve sürüklenen karların binaya olumsuz etkisini engelleyebilir. Yaz aylarında yeşil alanların yüzeyleri ve ağaç yaprakları güneş ışınlarını emer ve buharlaşma yoluyla çevrenin ısı seviyesini düşürür. Aynı zamanda güneş ışınlarının yeryüzüne direkt etkisini azaltarak yarattığı gölge alanları insanlara cömertçe sunar. Ağaçların bu özellikleri binalar ve ağaçlar birbirine çok yakınsa daha önemlidir. Her güneş kontrol sisteminin en önemli amacı kış güneşini engellememektir. Ağaçlar aynı zamanda doğal ısı kontrolü araçlarıdır, buharlaşma yaparak havayı soğuturlar.

Ağaçlar gölgeleme performansları kadar görünüşleri de göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Uygulanacağı alana göre ağaç tipleri çok önemlidir. Ağacın fiziki karakteri ve şekli kışın ve yazın oluşturacağı gölge ile doğal bir güneş kontrolü elemanıdır. Tabi ki bir ağaç güneş kontrolü etkisini bir kaç yıl sonra yaklaşık 4,5mt (15 feet) ile 6mt (20 feet) boyuna geldiğinde göstermeye başlar. Bazı ağaçların büyümesi ve olgunlaşması uzun sürer ve bu yüzden güneş kontrolü elemanı olarak pek kullanışlı değildir. Genellikle hızlı büyüyen 5 yaşındaki bir ağaç yeni bir yerleşim bölgesine dikildiğinde sadece 5 yıllık süre sonunda yapabileceği en büyük gölgenin % 80 'ini yapabilecek boy a eriştiği gözlemlenmiştir [6].

Her ağaç şeklinin belirli bir gölge yapısı vardır. Ağaçların kesin yerleşimleri gerekli ölçümler yapılarak gölgeleme maskelerine göre yapılmalıdır. Ağaçların projelendirilen gölgeleme maskesi hazırlanırken mevcut bölgenin iklim verilerine göre belirlenen en sıcak döneme uyulmalıdır. Güneşin dar yükseklik açısı ile geldiği sabah saatlerinde ve güneş batarken ağaçlar en iyi randımanlarını Doğu, Güneydoğu ve Batı, Güneybatı yönlerinde verirler. Dar güneş açıları uzun gölgeler oluşturur. Gün ortasında güneş ışınları dik açıya yakın açılarla yeryüzüne geldiğinde yatay bir çıkıntı ile kolayca kesilebilir. Günün bu saatlerinde yapının Güney tarafında bulunan ağaçlar gölgeleme yönünden başarısız kalır, çünkü gölgeleri neredeyse kendilerine eşittir.



Şekil 3.1. Gözleme noktası ile ağaç arasındaki açıyı gösteren kesit.

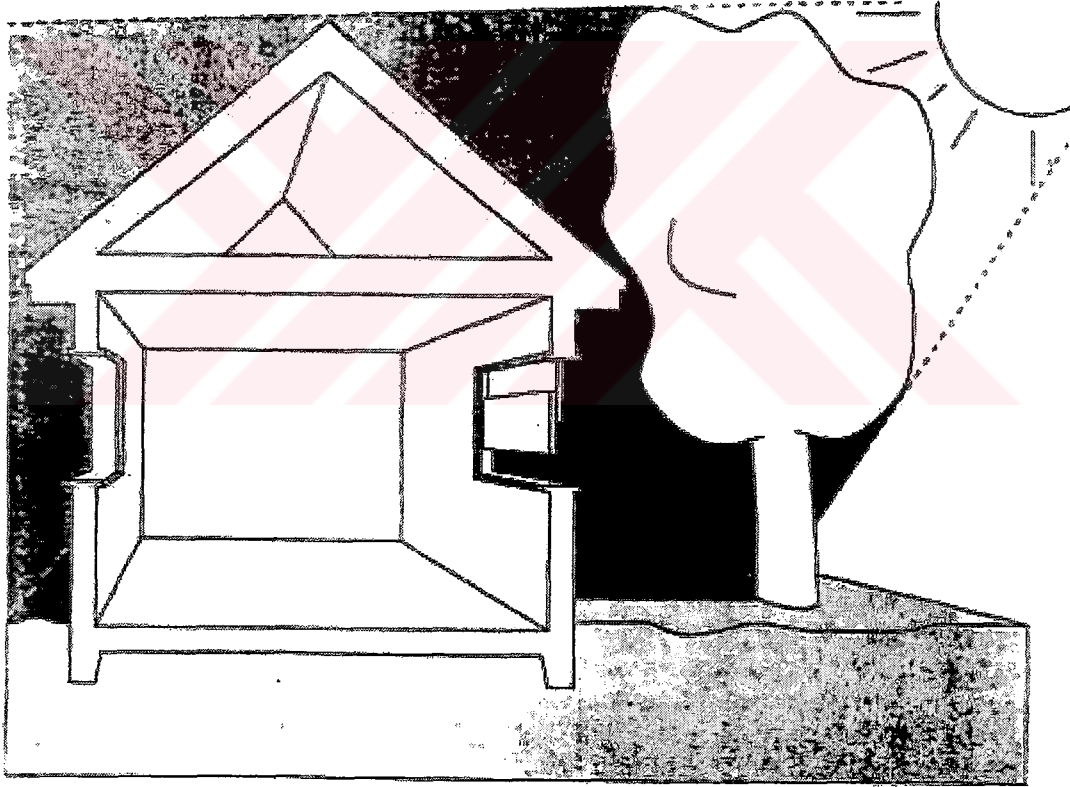


Şekil 3.2. Gözleme noktası ile ağaç arasındaki açıyı gösteren plan.

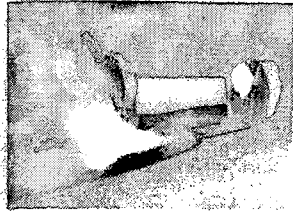
Bir binanın planı ve kesiti gölgeleme yapacak ağaçlar ile en sıcak dönemin verilerine göre tasarlanmalıdır.

Aşağıda şekil 3.3.'te görüldüğü gibi saat 8'den sonra doğu tarafı Güneydoğu köşesindeki tek ağaç tarafından korunuyor. Öğleden hemen sonra Güneybatı köşesindeki ağaç binanın batı yanını güneşten korumaktadır. Binaının tümünün gölgelenmesi için Batıda başka bir ağaç daha bulunmaktadır. Bu ağaç binadan oldukça uzağa yerleştirilmiştir ve güneşin gölgesini uzatır. Batıda bulunan sık ağaç ve çalılardan oluşan it gün batarken gelen dar açılı güneş işınlarını kesmek içindir. Aşağıdaki fotoğraflar güneşin doğmasından batmasına kadar binanın çevresindeki ağaçların gölge hareketlerini bize göstermektedir (şekil 3.4.)

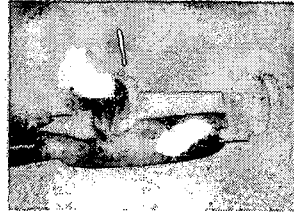
1 - 2 katlı binalarda, doğal gölgeleme araçları olarak ağaçlar binaya uygun olarak gölgeleme maskelerine göre yerleştirilirse istenilen sonuç elde edilebilir [6].



şekil 3.3. Ağaçlarla güneş kontrolü.



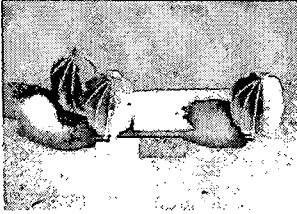
Saat 6:00



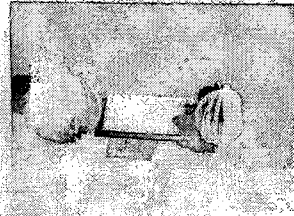
Saat 7:00



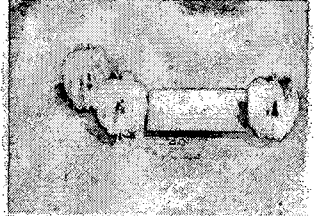
Saat 8:00



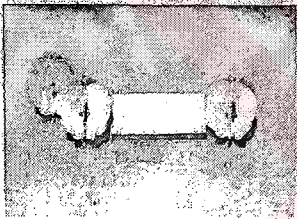
Saat 9:00



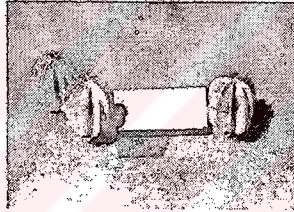
Saat 10:00



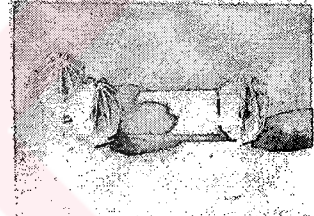
Saat 11:00



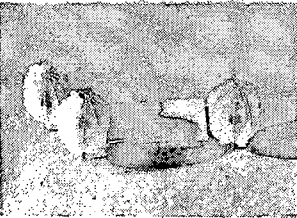
Saat 12:00



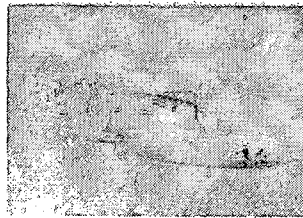
Saat 13:00



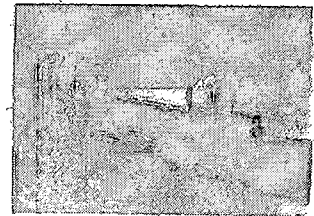
Saat 14:00



Saat 16:00



Saat 17:00



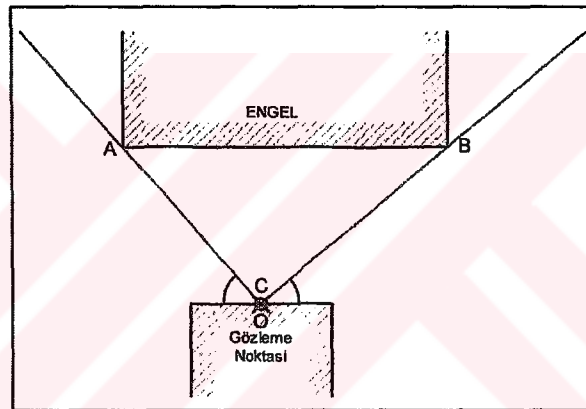
Saat 18:00

Şekil 3.4. Bina çevresine güneş kontrolü amacına yönelik yerleştirilen ağaçların yaz aylarında güneş ışınlarına karşı güneşin doğuşundan batışına kadar saat saat gösterdiği gölgeleme etkileri .

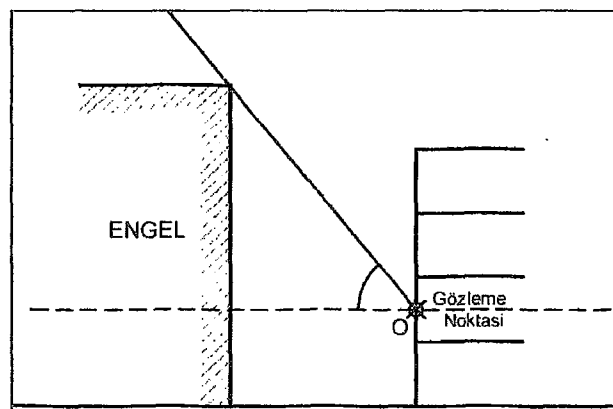
3.1.2. Çevredeki Mevcut Binaların Güneş Kontrol Etkisi

Çok katlı yapı tasarımlarında, çevredeki yapma engellerin gölgeleme etkileri özellikle incelenmelidir. Öylesine bir cephe düşünülebilir ki, çevredeki binaların gölge etkisi nedeniyle, binaların altkatları için gölgeleme aracı kullanma gereği ortadan kalkabilir. Böylece ekonomik yönden bir fayda sağlanmış olur. Çevredeki yapıların gölge etkilerini saptamak için gene güneş yörüngesi diyagramı ve maske kullanılacaktır. Maskenin hazırlanabilmesi için genişlik ve yükseklik açılarının bilinmesi gerekir.

Genişlik açısı : engelin düşey doğrultusu ile gözleme noktasının teşkil ettiği düzlemle duvar düzlemi arasındaki açıdır ve maskede ışınsal doğrularla ifade edilir. **Yükseklik açısı ise** : engelin, duvara paralel ve yatay kenarı ile gözleme noktasını birleştiren düzlemin, ufuk düzlemi ile yapmış olduğu açıdır. Gölgeleme maskesinde yay şeklinde çizilerek ifade edilir.(Şekil 3.5, Şekil. 3.6.)



Şekil 3.5. Genişlik Açıları

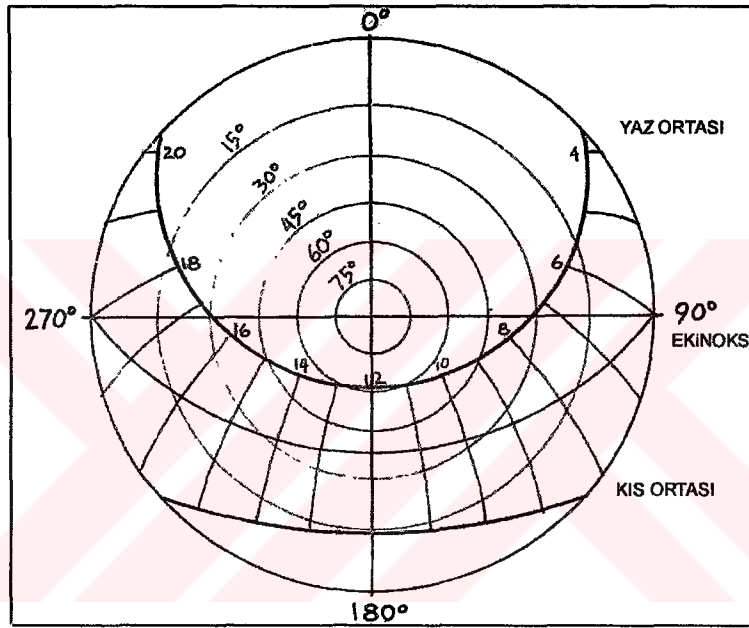


Şekil 3.6. Yükseklik Açısı

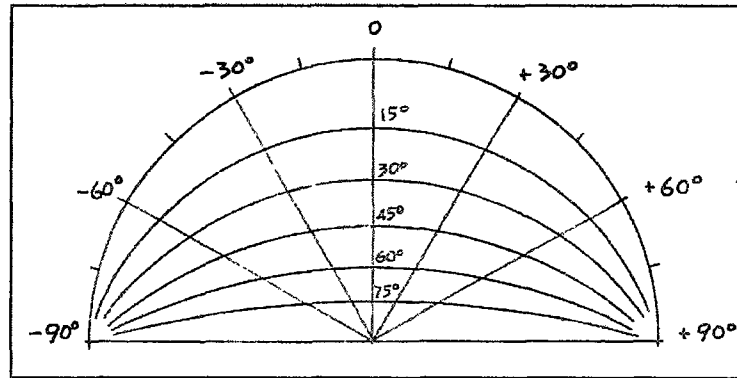
Tasarlanan binanın etüt edilen cephesi ile (bina veya binalar) paralel olmalıdır ve ölçülecek yükseklik açısı, gözleme noktasından geçen ve cepheye dik bir kesit üzerinden alınmalıdır. Engel farklı yükseklikteki binalardan oluşmuşsa, sözü geçen kesit üzerinde engeller yükseklikleri ile göreceli olarak gösterilerek yükseklik açıları saptanır ve genişlik açıları ile birlikte maske üzerine işlenirler [5].

3.1.3. Yapı Kabuğu Dışında Tasarlanan Elemanların Güneş Kontrol Etkisi

Bir güneş kontrol aracı bir gölgeleme maskesine göre belirlenir. Gölgeleme maskesi de güneş yörüngesi diyagramı ve gölge eğrileri diyagramına göre çıkartılabilir.

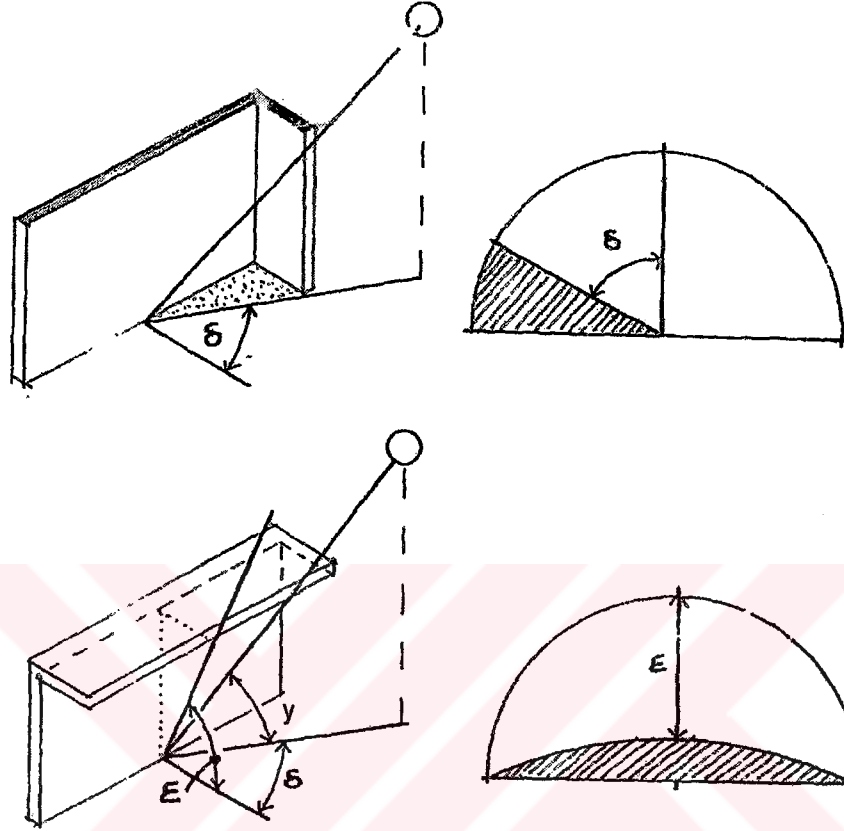


Şekil 3.7. Güneş Yörüngesi Diyagramı.



Şekil 3.8. Gölge Eğrileri Diyagramı.

Güneş yörüngesi diyagramı ve gölge eğrileri diyagramı yardımıyla değişik tipteki gölgeleme araçlarının maskeleri hazırlanır. Bu konu ayrıca aynı bölüm içerisinde anlatılacaktır.(Şekil 3.9.)



Şekil 3.9. Değişik tipteki gölgeleme araçları ve maskedeki karşılıkları.

Y : Yükseliş Açısı

δ : Yatay Gölge Açısı

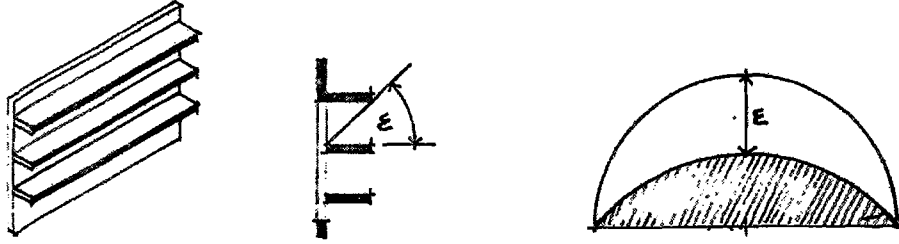
ε :Düşey Gölge Açısı

Yapı kabuğu dışında tasarlanan güneş kontrolü araçları, tiplerine göre ,

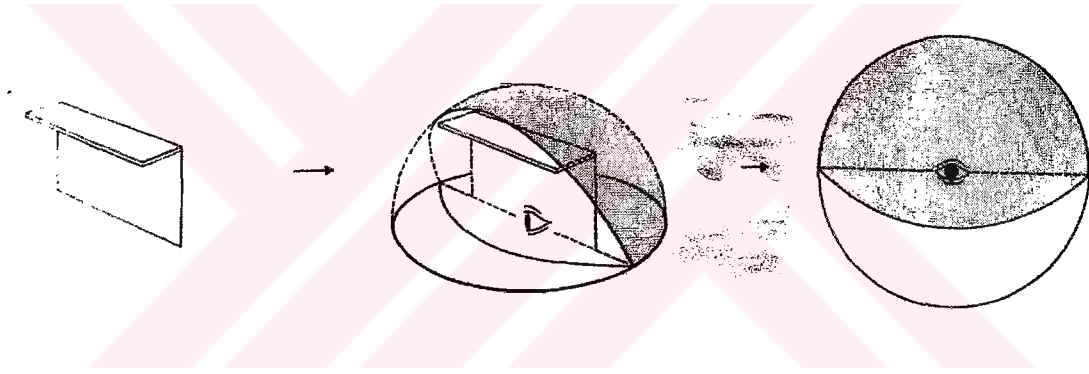
- Yatay Gölgeleme Araçları
- Düşey Gölgeleme Araçları
- Karma Tip Gölgeleme Araçları, olmak üzere üç grupta incelenebilir ve bir güneş kontrol elemanı bir gölgeleme maskesine göre belirlenebilir.

3.1.3.1. Yatay Gölgeleme Araçları

Güney ve güneye açık yapı kabuklarında güneş kontrolü sağlamak amacıyla tasarlanan elemanlardır. Ayrıca pencere önünde yer alan balkon, çıkma, cumba, saçak gibi elemanlar da bu amaçla tasarlanabilirler. Bu tip gölgeleme araçları düşey bir güneş açısıyla nitelenir ve yay şeklinde bir maskeyle tanımlanırlar(Şekil 3.10.)[3].

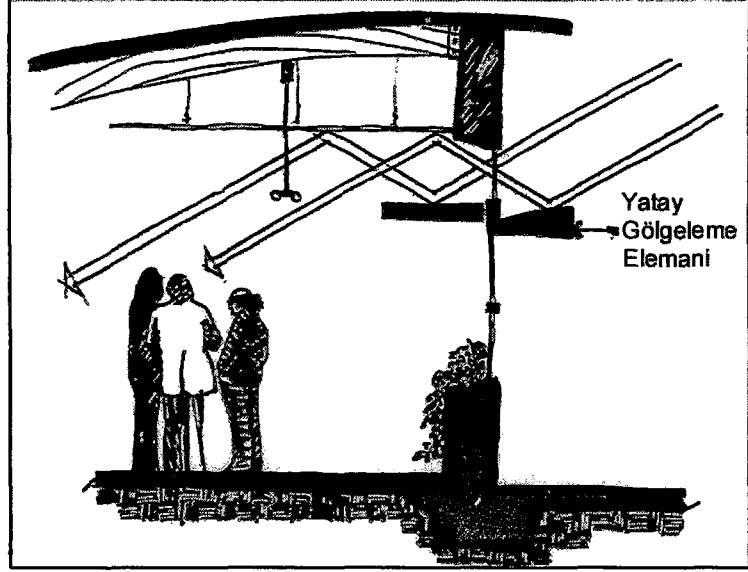


Şekil 3.10. Yatay gölgeleme araçları ve maskedeki izleri.

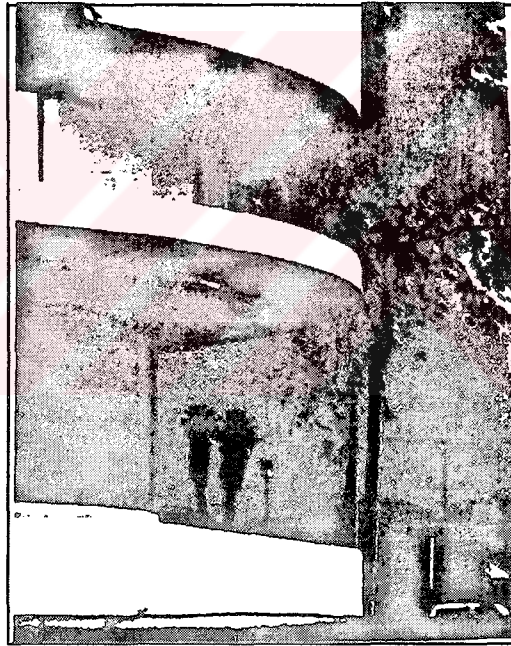


Şekil 3.11. Yatay gölgeleme araçlarının ve oluşturdukları maskenin üç boyutlu anlatımı.

Yatay elemanlar güneş ışınlarının dik açıyla geldiği ve direkt ışın etkilerinin çok rahatsız ettiği yaz ayları boyunca güneşin direkt ışınlarını kesmek daha soğuk mevsimlerde güneş ışığını maksimum derecede içeri alarak mekanın iç ısını ve aydınlık düzeyini artırmak için tasarlanır ve kullanılırlar (Şekil 3.12.) [7].

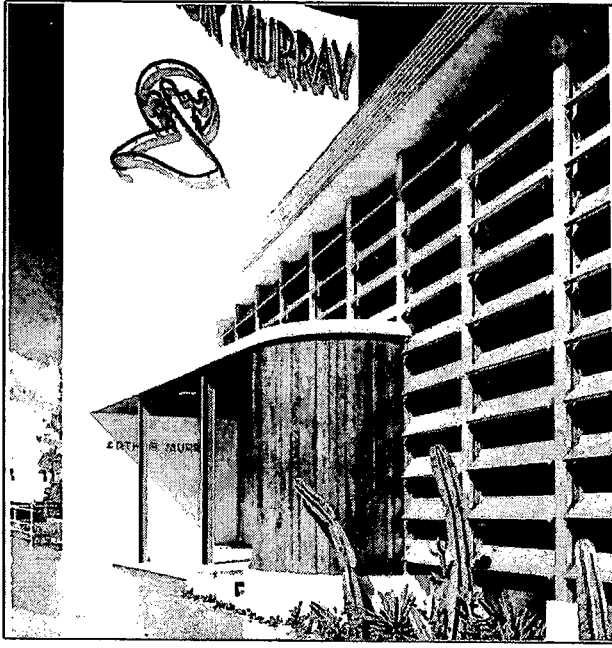


Şekil 3.12. Bir yatay gölgeleme elemanının kesiti.

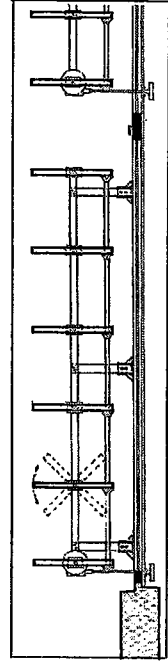


Şekil 3.13. Şekil 3.12.de kesiti gösterilen yatay güneş kontrolü elemanın cephesi.

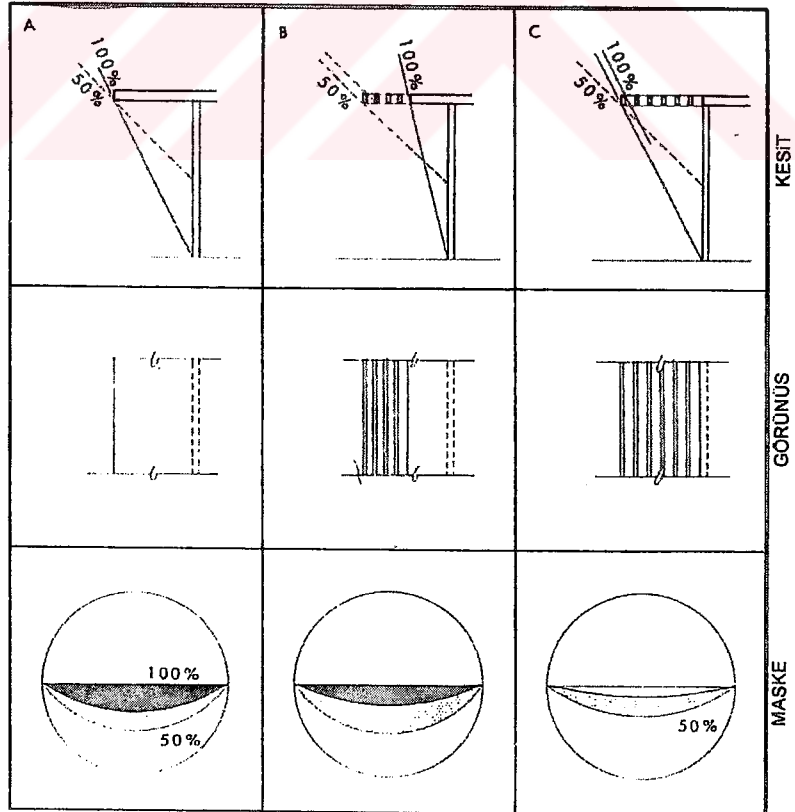
Yatay gölgeleme elemanları sabit yapılabildiği gibi hareketli de yapılabilirler. Hareketli yatay elemanlar elektronik veya mekanik yöntemlerle değişen gökyüzü ve güneş ışınları koşullarına göre değişebilme şansını bizlere verir. (Şekil 3.14.)



Şekil 3.14. Cephede kullanılan hareketli yatay güneş kırıcılar ile güneşin değişik saatlerdeki etkileri engellenmektedir. (Arthur Murray Stüdyosu, Miami)



Şekil 3.15. Binaın kesiti.



Şekil 3.16. Yatay Gölgeleme Araçları.

MASKE	GÖRÜNÜS	KESİT

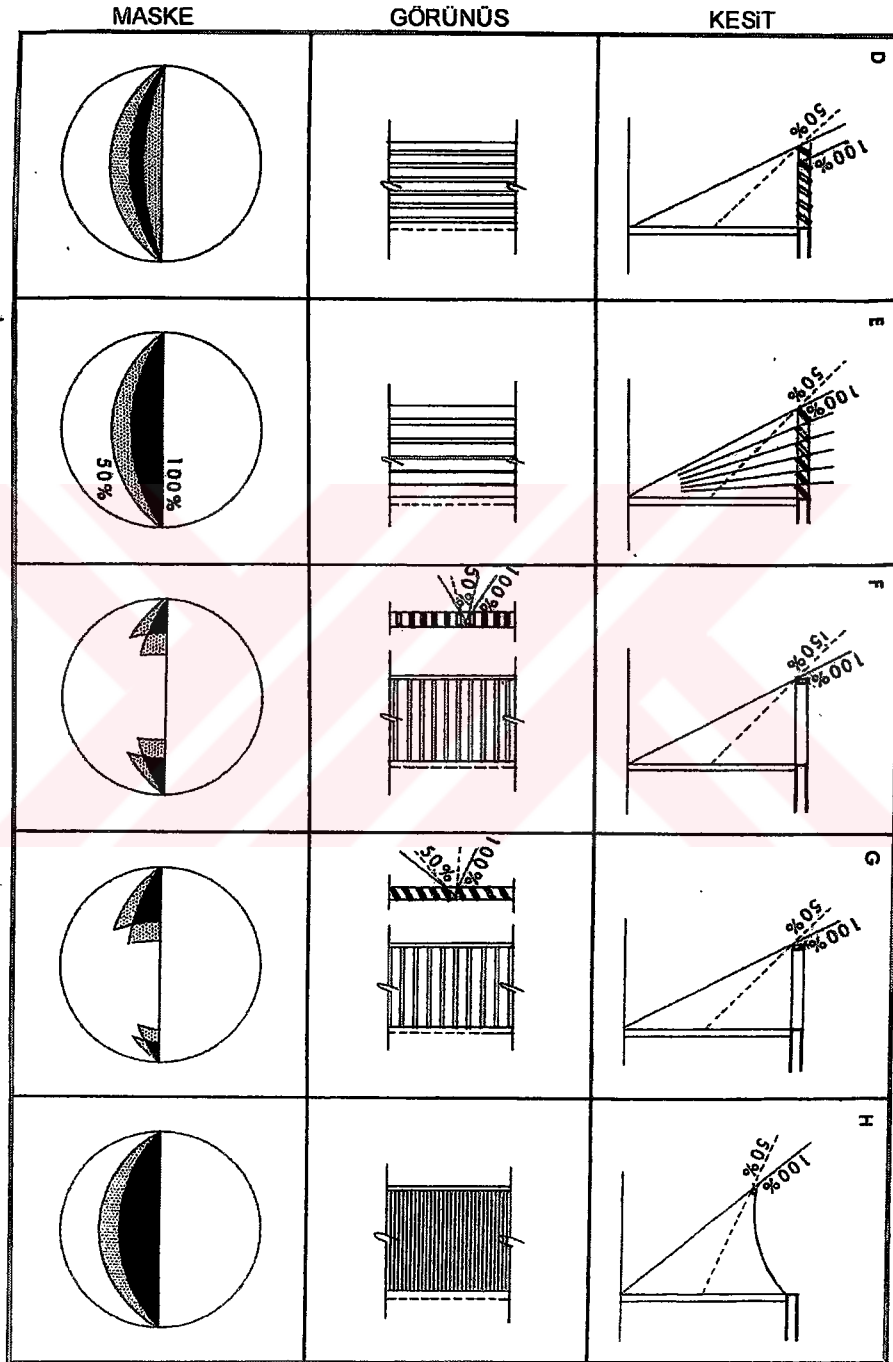
Şekil 3.17. Yatay Gölgeleme Araçları (Devam) [10].

- I : Yatay aralıklı profiller dolu gövdeli bir saçağın altında düşey olarak kullanılırsa Geniş yay şeklinde bir maske oluştururlar.
- J : Kalkan şeklinde yapı kabuğuna paralel tasarlanan eleman dar açı ile gelen Güneş ışınlarını keser.

K1 : Hareketli yatay elemanların maskeleri gölgeleme elemanının pozisyonuna göre değişir.

K2 : Aynı eleman şekilde gösterildiği gibi 45° açı ile uygulanabilir.

L : Hareketli yatay elemanlar şekildeki gibi kullanılırlarsa değişik karakterde maskeler oluşturabilirler.



Şekil 3.18. Yatay Gölgeleme Araçları (Devam).

D : Aralıklı olarak yapı kabuğuna paralel yerleştirilen profiller yüksek açıdaki güneş ışınlarına izin verecek şekilde tasarlandığında şekildeki gibi bir maske oluştururlar.

E : Aralıklı olarak yapı kabuğuna paralel yerleştirilen profiller eşit olmayan aralıklarla yerleştirilirse güneş ışınlarının yüksek açı ile geldiği zaman dilimlerinde %100'lük gölgeleme yapabilirler.

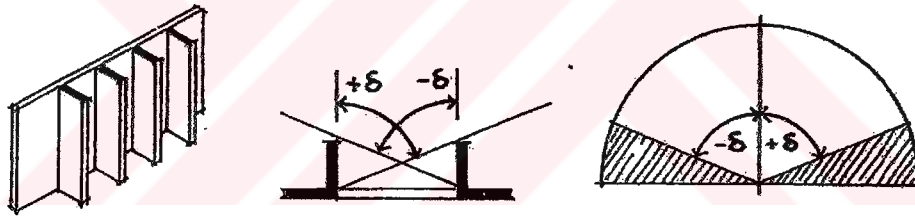
F : Aralıklı profiller yapı kabuğuna dik olarak yerleştirilirse şekildeki gibi bir maske oluştururlar.

G : F' deki gibi yerleştirilen profiller açılı olarak yerleştirilirse F' deki maskenin asimetrik olanı şeklinde bir maske oluştururlar.

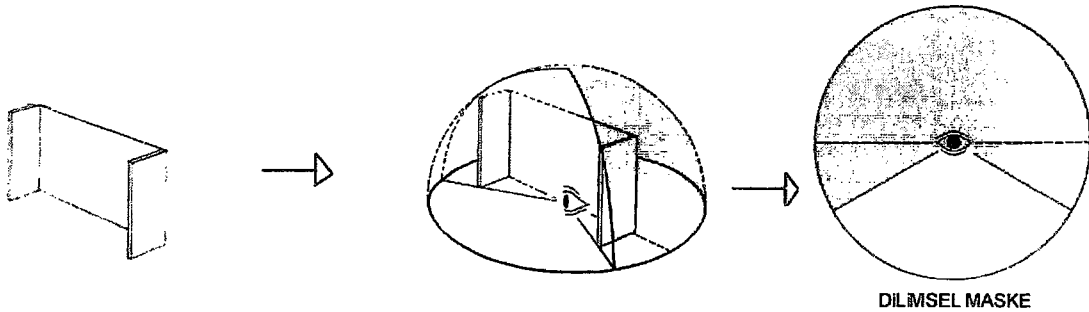
H : Yatay bir tente şeklinde tasarlanan gölgeleme elemanı yatay bir saçak gibi bir maske oluşturur.

3.1.3.2. Düşey Gölgeleme Araçları

Düşey gölgeleme araçları, Doğuya ve Batıya bakan yapı kabuklarında güneş kontrolü sağlamak amacıyla, genellikle pencerelerin yalnızca güneş ışınımı açısından sorunlu parçasını engelleyen elemanlardır. Yatay bir güneş açısıyla nitelenir ve dilimsel şekilli bir gölge maskesiyle gösterilir (Şekil 3.19.) [3].

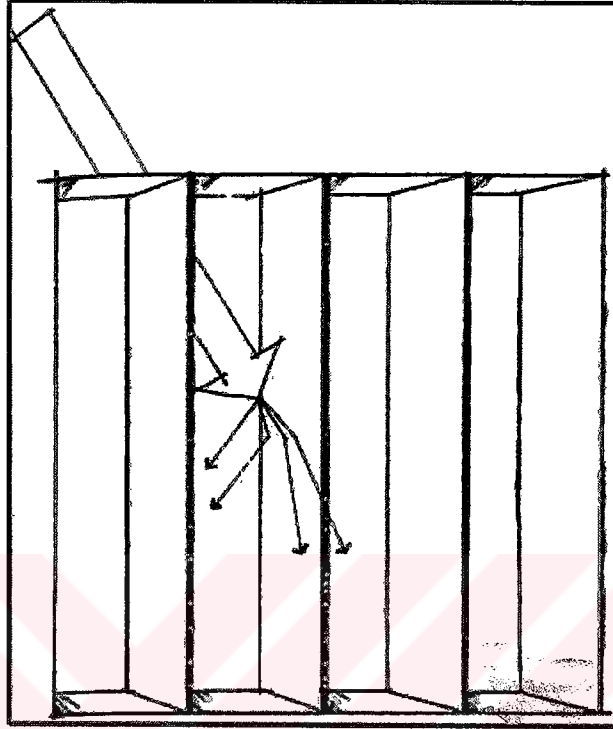


Şekil 3.19. Düşey Gölgeleme Araçlarının maske ile anlatımı.

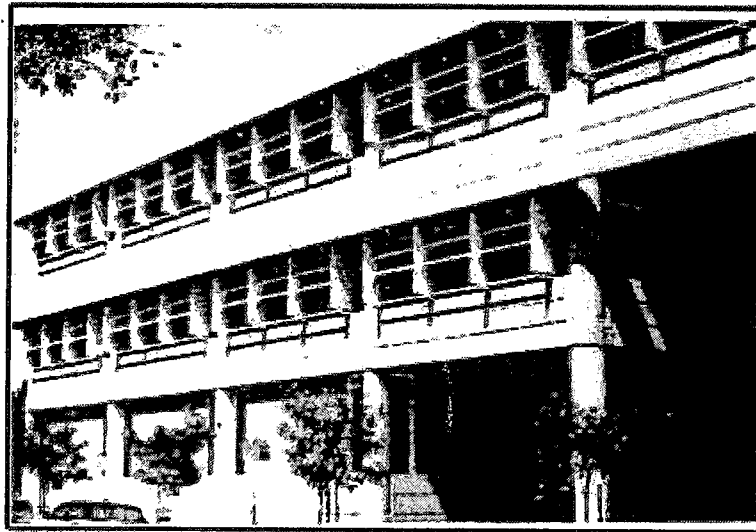


Şekil 3.20. Düşey Gölgeleme Araçlarının maskelerinin üç boyutlu anlatımı.

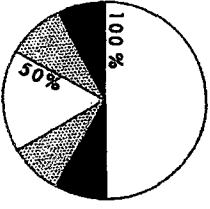
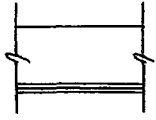
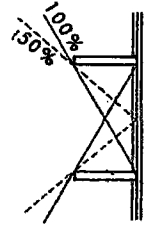
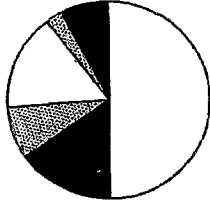
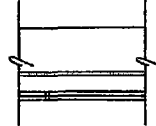
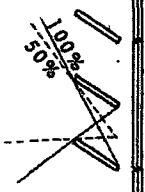
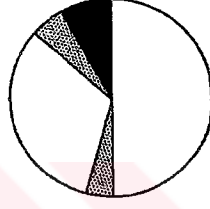
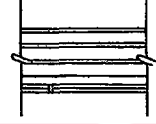
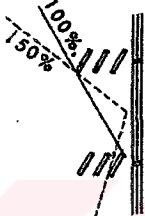
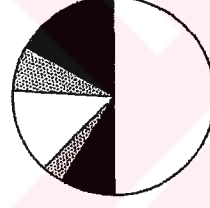
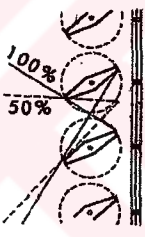
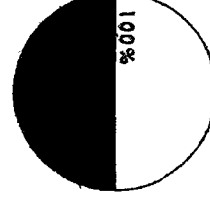
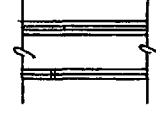
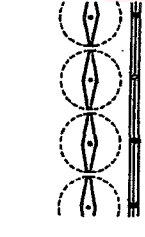
Batı ve Doğu yönlerine bakan yapı kabuklarında güneş ışınlarının direkt etkilerine karşı ve güneş ışığının yansıtılarak içeri alınması için çok avantajlıdır .(Şekil 3.21.) Bu düşey elemanlar sabit veya hareketli yapılabilirler (Şekil 3.22.) [7].



Şekil 3.21. Doğu ve Batı yönlerinde kullanılan düşey güneş kontrolü sistemi.



Şekil 3.22. Hareketli Düşey Elemanların Yapı Kabuğundaki Belirleyici Etkisi.

MASKE	GÖRÜNÜS	PLAN
		
		
		
		
		

Şekil 3.23. Düşey Gölgeleme Araçları [10].

M : Dolu gövdeli düşey elemanların %50 ve %100 oluşturdukları maskeler.

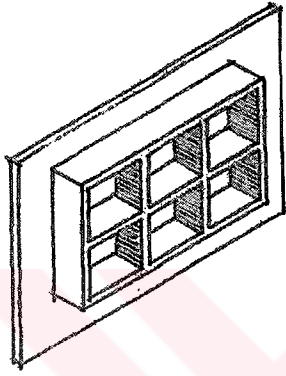
N : M' deki gölgeleme elemanları yapı kabuğuna göre açılı yapırlarsa asimetrik bir maske oluştururlar.

O : Düşey profiller bir açığa göre ayarlanırsa o yönde %100 bir gölgeleme sağlayabilirler.

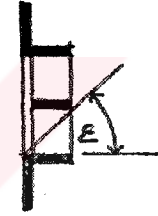
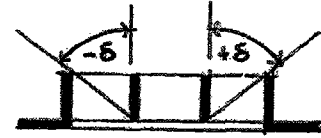
P : Hareketli düşey elemanlar her zaman dilimsel şekilli maske verirler ve tamamen gölge edecek şekilde ayarlanabilirler.

3.1.3.3. Karma Gölgeleme Araçları

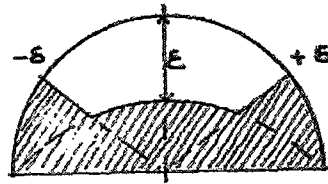
Yatay ve düşey elemanların tek başlarına istenen performansı sağlayamadıkları durumlarda, birlikte kullanılmalarıyla elde edilen tiplerdir. Yatay ve düşey elemanların birleştirilmesiyle elde edilen güneş kontrol elemanları birleştirilmiş bir maske verir ve hem yatay hem düşey açılarıyla nitelenir. (Şekil 3.26.)



Şekil 3.24. Karma tip bir gölgeleme elemanın perspektifi.



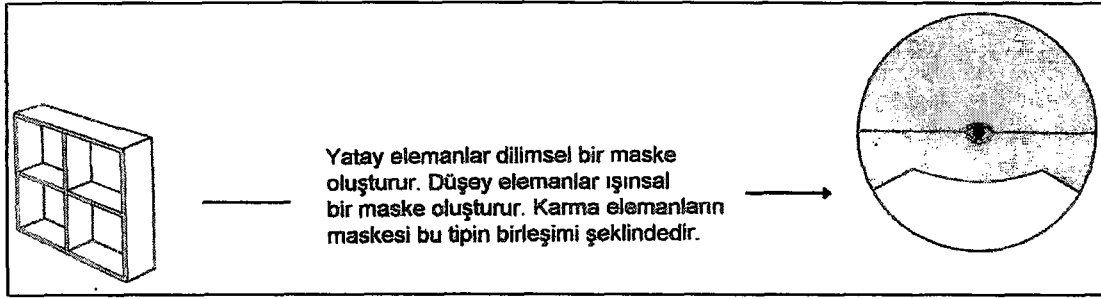
Şekil 3.25. Karma gölgeleme elemanın plan ve kesiti.



Şekil 3.26. Karma gölgeleme elemanın maskesi .

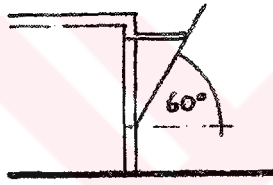
Düşey gölgeleme araçları, Doğuya ve Batıya bakan cephelerde güneş kontrolünü gerçekleştirebilmek amacıyla, genellikle pencerelerin yalnızca güneş ışınımı açısından sorunlu parçasını engelleyen elemanlardır.

Karma gölgeleme elemanları yatay ve düşey gölgeleme araçlarının tek başlarına başarılı olamadığı durumlarda kullanılırlar [8].

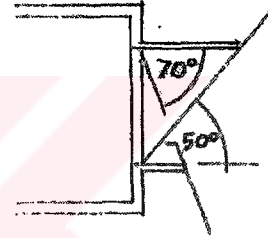


Şekil 3.27. Karma kontrol elemanlarının maskelerinin oluşumu.

Gölge maskesinin çıkartılabilmesi için yükseliş açısı ve profil açılarının değerlerinin elde edilmesi gerekir. (Şekil 3.28., Şekil 3.29.)

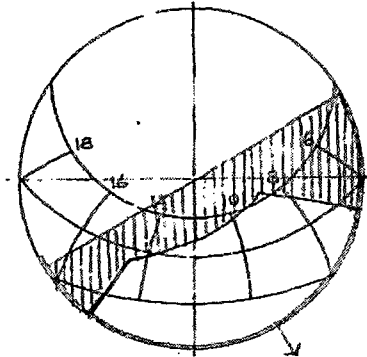


Şekil 3.28. Yükseliş açısı.
(Kesit)

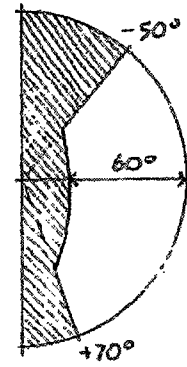


Şekil 3.29. Profil Açıları.
(Plan)

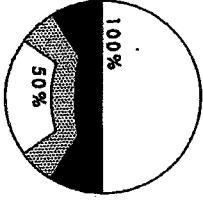
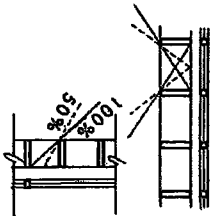
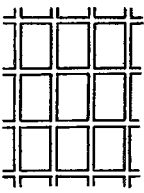
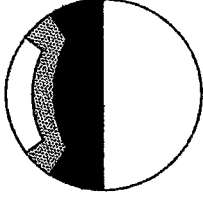
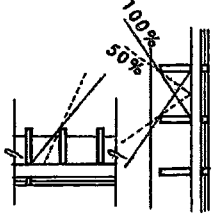
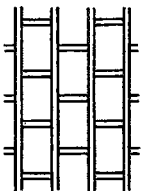
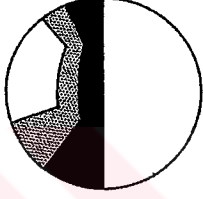
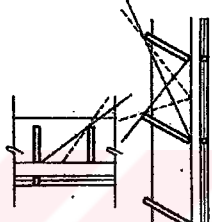
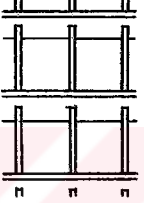
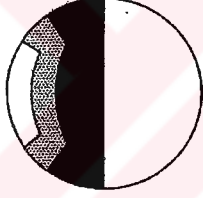
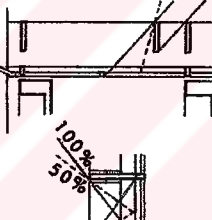
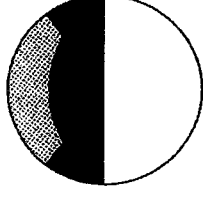
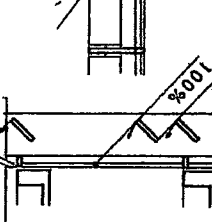
Gölge maskesi güneş yörüngesi diyagramının üzerine konduğunda ihtiyaç duyulan gölgeleme dönemi tarih ve saat çizgisi boyunca derhal okunabilir (Şekil 3.30.)[3].



Şekil 3.30. Güneş yörüngesi diyagramı.



Şekil 3.31. Gölgeleme maskesi.

MASKE	PLAN & KESİT	GÖRÜNÜŞ
		
		
		
		
		

Şekil 3.32. Karma gölgeleme elemanları [10].

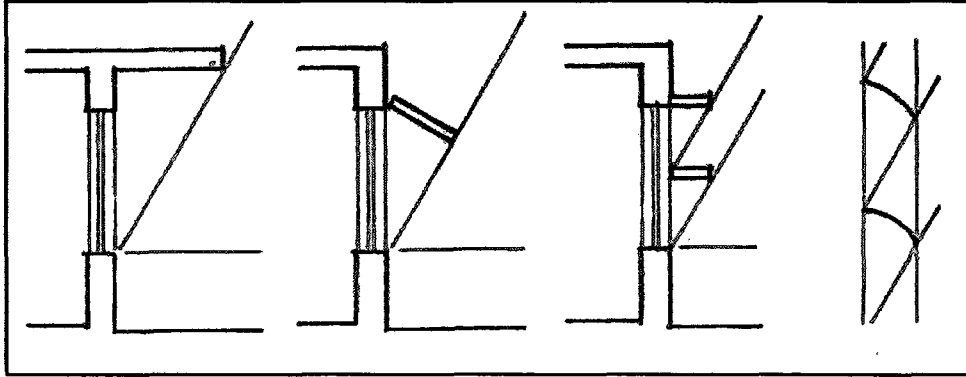
R1 : Karma gölgeleme elemanları yatay ve düşey gölgeleme elemanlarının birleşimi şeklinde bir maske oluştururlar. R1 ve R2 'deki gölgeleme elemanlarının boyutları uygunsa aynı maskeyi oluşturabilirler.

S : Karma gölgeleme elemanının düşey olan gölgeleme elemanı yapı kabuğuna göre açılı yapılırsa asimetrik bir maske oluştururlar.

T1 : Hareketli karma elemanların pozisyonları değıştikçe maskeleride değışkenlik gösterir.

T2 : T1'deki karma elemanın yatay elemanları cepheye göre 45° açılı yapılırsa maskesi şekildeki hali alır.

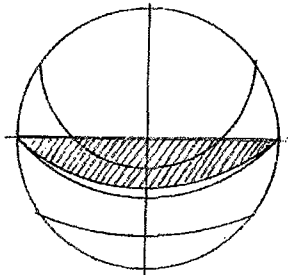
Birbirinden farklı tasarlanmış güneş kontrol elemanları aynı ölçüde güneş kontrolü sağlayabilir. (Şekil 3.33.)



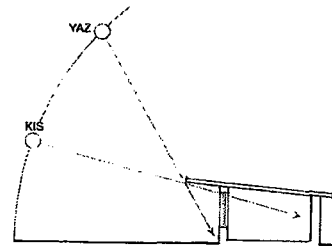
Şekil 3.33. Aynı gölge etkisini elde eden farklı tarzdaki gölgeleme elemanları.

Böylece tasarımcı istenilen gölgeleme şartlarına tasarımın erken aşamalarında karar verebilir, yani doğru güneş kontrol elemanlarının seçimi için özgür davranabilir.

Sabit güneş kontrol elemanları negatif kontrol sağlarlar, yani güneş ışını dışarıda bırakırlar. Ayarlanabilir elemanlar kullanmak mümkün fakat daha pahalıdır. Sabit elemanlar, seçilen bir performansa göre tasarlandığında bile, arzu edildiğinde güneşi içeri alıp, güneşten korunulması gereken zaman aralığında, güneşi kesebilirler. Güneşten korunmak istenildiği dönemin taslağında güneş yörüngesi diyagramının üzerine çizilebilirler. (Şekil 3.34.)



Şekil 3.34. Gölge maskesi.



Şekil 3.35. Kış ve yaz güneşine maruz kalan bina kesiti.

Şekil 3.35. de Güney cephesine uygulanan güneş kontrol elemanının yüksek açı ile gelen yaz güneşini dışarıda bırakarak yatık açı ile gelen kış güneşini nasıl içeri aldığı görülmektedir.

3.1.3.4. Yapı Kabuğunda Tasarlanabilecek Yeşil Öğelerin Güneş Kontrol Etkisi

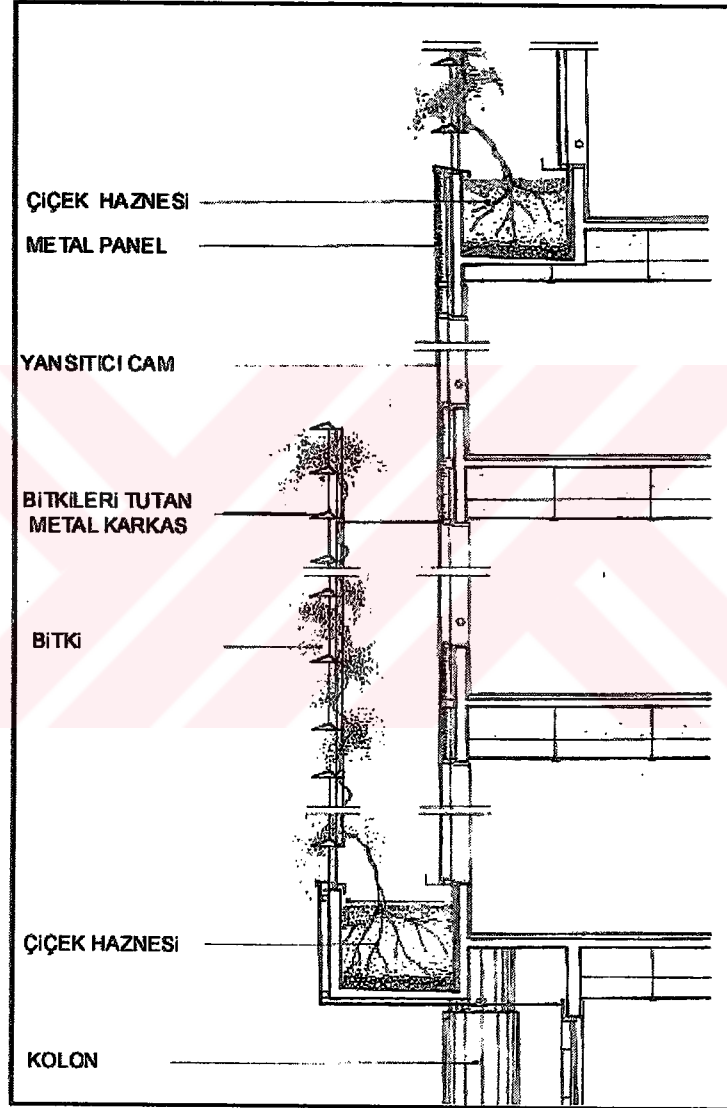
Bir önceki bölümde yapı dışında binaya göre uygun pozisyonlarda konumlanabilecek ağaçların ve yeşil öğelerin güneş kontrol etkisini gördük. Bu şekilde yapılan güneş kontrolü genelde bir veya iki katlı binalar için olumlu sonuç verebilir. Fakat dünya genelindeki bazı uygulamalara baktığımızda doğal yeşil öğelerin yapı kabuğunda kullanılarak, güneş kontrolü yapılabildiğini göstermektedir. Enrique Browne ve Borja Huidolaro adlı mimarların Şili’de yaptıkları ve adına “Asma Bahçeler (Hanging Gardens)” dedikleri ofis binasını bu konuda örnek olarak gösterebiliriz. (Şekil 3.36.)



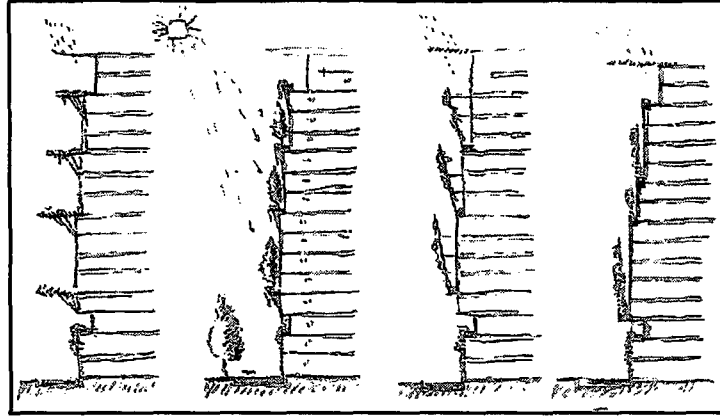
Şekil 3.36. Yapı kabuğundaki cam alanları saran yeşil elemanların yatay güneş kontrol elemanlarına asılmasıyla sağlanmış cephe karakteri.

Bu ofis binası sıcak iklimin hakim olduğu bir bölgede tasarlanmış bir binadır. Bina cephesi Akdeniz mimarisinde görülen serinletici etki gösteren teras alanları ile çevrilmiş, bu şekilde oluşan uzantılar gölge oluşturan ve yağmurdan korunma fonksiyonlarını sunan doğal ortamlar yaratabilmiştir. Buna ek olarak bu alanlarda yer

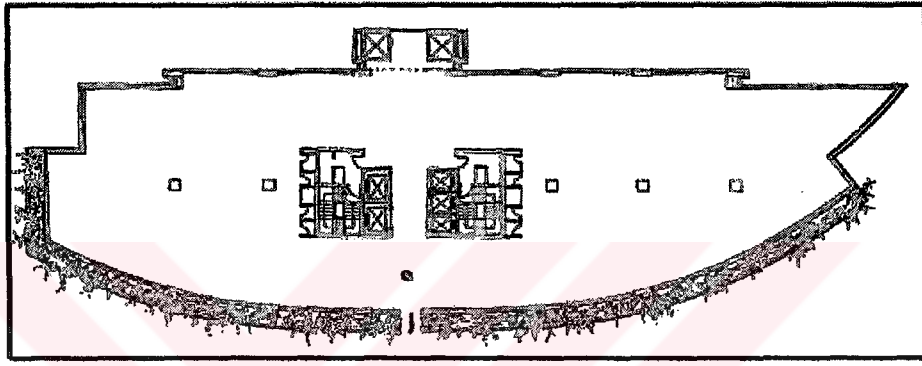
alan görsel ve fiziki karakterlerdeki gür bitki tabakası güneş ışınlarını kesen, cephe karakterini yumuşatan ve gölge yaratan bir tabaka olup, binanın temel özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır [9]. Yeşil elemanlarla güneş kontrolü yapılması ekolojik dengeye uygun ve çevreye duyarlı olduğu kadar, yeni ortamlarına daha kolay uyum sağlayabilen bitkiler tercih edildiğinde diğer bitkilere göre bina içi enerji kaybını daha düşük noktalara indirebilir.



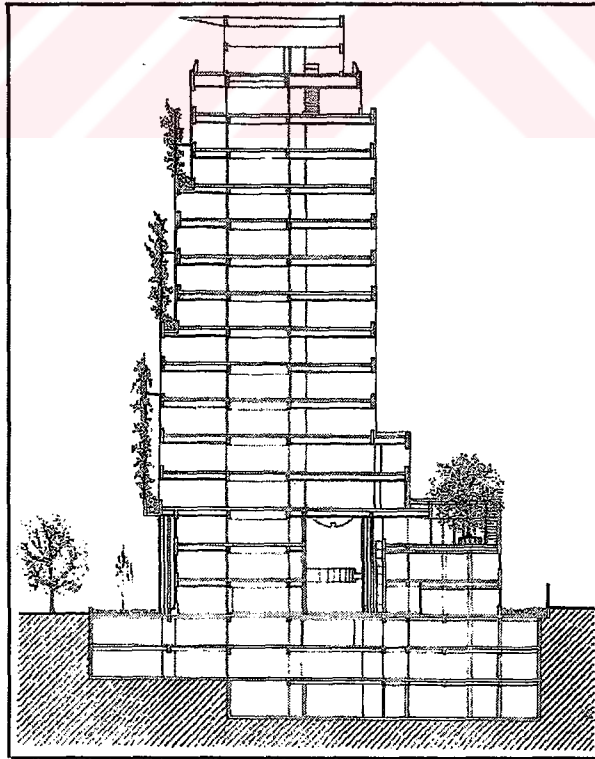
Şekil 3.37. Cephe Kesit Detayı [9].



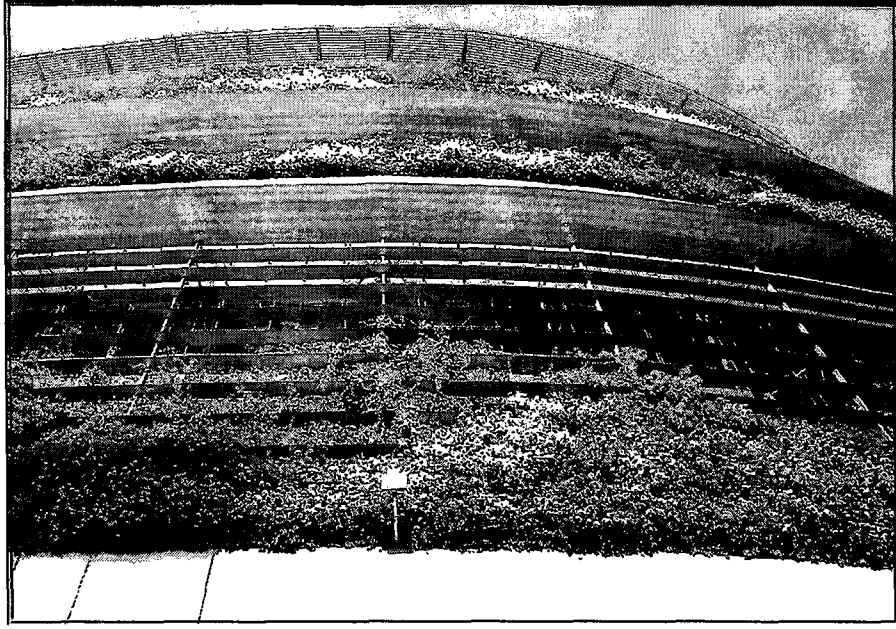
Şekil 3.38. Binanın Batı cephesinde değişik şekillerde tasarlanmış asma bahçelerin (Hanging Gardens) güneş kontrol etkileri [9].



Şekil 3.39. Bina Normal Kat Planı [9].



Şekil 3.40. Bina Kesiti [9].



Şekil 3.41. Cephedeki yeşil elemanlar ve yatay elemanların oluşturduğu güneş kontrolünün belirleyici etkisi.



Şekil 3.42. Güneş kontrol bitkilerinin iç ortam etkisi.

Bu örnek, güneş kontrolünde yeşil elemanların ve bitkilerin kullanılmasının mimari yaratıcılığın sınırlarını zorlayabileceğini ve güneş kontrolünün yapay malzemelerle yapılmasının zorunlu olmadığını, yeşil bitkiler ve ağaçlar gibi doğanın bir parçası olan öğelerin bu amaca yönelik olarak kullanılabileceğini ispatlamaktadır.

3.1.4. Güneş Kontrol Sistemlerinin Bina Cephe Oluşumundaki Etkisi

Yapı kabuğundan olan ısı kazancının engellenmesindeki en etkin prensibin güneş ışınımını binaya gelmeden kesme gereksinmesi, gölgeleme araçlarını (Shading Devices) bina cephesinin oluşumunda çok önemli bir unsur haline getirmiştir. Günümüzde yapı kabuğunda tasarlanacak gölgeleme araçları binaların mimari cephe karakterinde söz sahibi olan bir cephe öğesi olmak durumundadır.

Bu durum günümüzde gölgeleme aracı tasarımlarını sadece fonksiyonel olarak konfor koşullarının sağlanması için güneş radyasyonunu engelleyen ve bu yolla bina ekonomisi üzerinde önemli ölçüde tasarruf sağlayan öğeler olarak değil, aynı zamanda bina cephe oluşumunda estetik birlikteliği sağlayan ve cephenin bir parçası olan yapı kabuğu bölümleri durumuna getirmiştir.

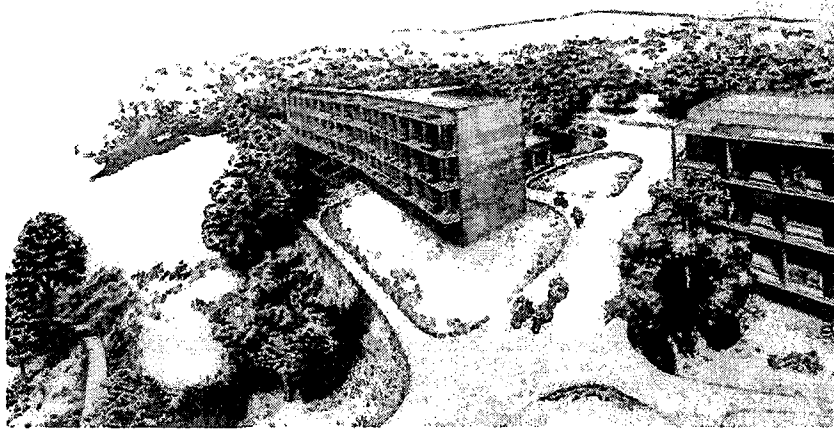
Ondokuzuncu yüzyıl sonlarında betonarme sistemin bulunmasıyla geniş açıklıklı yapı kabukları tasarlanabilmeye başlandı. Bunun sonucu olarak teknolojinin gelişmesiyle birlikte cam gibi şeffaf malzemelerin kullanılmasındaki eğilim, şeffaf yapı kabuklarının bu yüzyılın mimari yapıtları üzerine damgasını vurmasına sebep oldu. Yapı kabuklarında cam gibi şeffaf malzemelerin yoğun bir şekilde kullanılması güneş ışınımının binalar üzerindeki etkisini olumsuz yönde etkiledi. Gölgeleme araçları ile bu sorunun önemli ölçüde çözümü kanıtlandıktan sonra ortaya çıkan sorunsu bu gölgeleme araçlarının mimari ile nasıl bağdaştırılacağıydı.

Güney cepheleri için etkin olan yatay güneş kontrol araçlarıyla oluşan cephelerde yatay hatların baskın (dominant) bir karakter olarak ortaya çıkmasının yanısıra, Doğu ve Batı cephelerinde kullanılan düşey veya karma gölgeleme araçları, düşey hatlı veya ızgara şeklinde yapı kabuğu karakterlerini oluşturdu.

3.1.4.1. Yatay Gölgeleme Araçlarının Yapı Kabuğu Oluşumuna Etkisi

Yatay gölgeleme araçları ilk olarak yapı kabuklarındaki balkonların bu amaca yönelik olarak da kullanımıyla görüldü. Bu şekilde balkonlara ve teraslara kendi asıl fonksiyonlarının yanısıra başka bir işlev daha yüklenerek sağlanan güneş kontrol sistemleri yaygın olarak kullanıldı.

Northampton'da inşa edilen Smith koleji yurt binasında balkonlar aynı zamanda bir alt kat için güneş kontrol elemanları olarak düşünülmüştür. Sürekli elemanların kullanılması yerine aralıklı yerleştirilen balkonlar ile pencerelerin dış yüzeylerinde ısı birikmesi engellenmiş ve pencerelere gölge sağlanmıştır (Şekil 3.43.) [1].



Şekil 3.43. Smith Koleji yurt binasında balkonların belirleyici güneş kontrol etkisi.

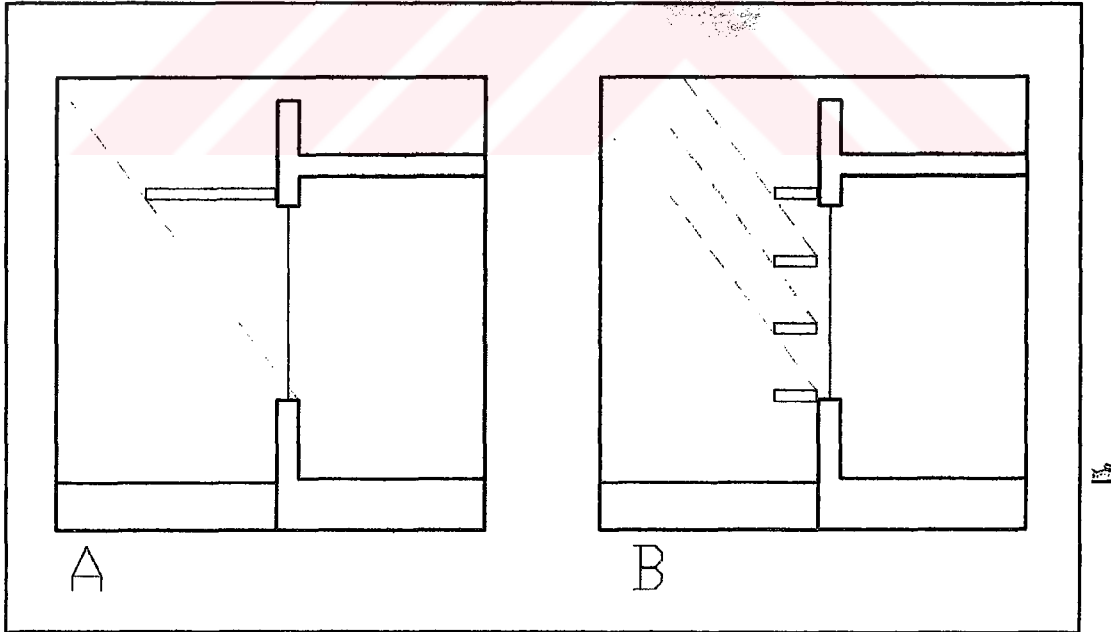
Bununla birlikte cam cephe sistemlerinin yoğun olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte, balkonlarla kurulan güneş kontrol sistemleri yeterli performansı gösterememeye başlaması üzerine yapı kabuklarında değişik malzemelerle yatay gölgeleme araçları kullanılmaya başlandı. Kumaştan yapılmış tenteler ve panjurlar kullanıldı. Marcel Breuer tarafından 1934 'te Zürih'te yapılan Dolderthal apartmanının Güney cephesinde hareketli branda, Doğu cephesinde ise ahşap storlarla güneş kontrolü sağlanmıştır (Şekil 4.44.)[1].



Şekil 3.44. Dolderthal Apartmanı. Zürih

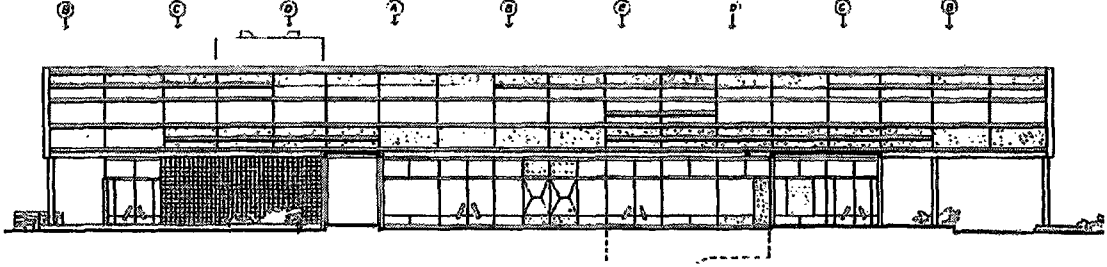
Yapı kabuklarında kullanılan yatay gölgeleme araçlarının düşey ve karma gölgeleme araçlarına göre en büyük avantajı iç mekandan dış mekan görüntüsünü engellememesidir. Bu özelliğiyle yatay gölgeleme araçlarının günümüzde cephe yönelişleri dikkate alınmadan sadece estetik kaygılarla fonksiyonsuz olarak kullanımı sıkça karşılaştığımız olumsuz gelişmelerden biridir. Doğu ve Batı cephelerinde güneş kontrolü performansı sağlayamayacak yatay gölgeleme araçlarının yapı kabuklarında bu cephe yönlerinde kullanıldıkları örneklerin sayısı hiç te az değildir. Bu şekilde kullanımı onları yapı kabuğunun fonksiyonel bir ögesi yapmaktansa sadece estetik kaygıyla yapı kabuklarına yerleştirilen bir süs malzemesi olmaktan ileri götürememektedir. Bazı mimarlar tarafından yalnızca estetik kaygılarla fonksiyonsuz olarak uygulanan bazı gölgeleme aracı tasarımları Bölüm 4 'de seçilen bazı örneklerde belirtilmiştir.

Bina cephelerinde tasarlanan yatay gölgeleme araçları, yatay hatlara sahip yapı kabukları oluşturabilmektedir. Özellikle pencere yüzeylerinde büyük bir yatay eleman kullanmak yerine aynı performansı gösterecek şekilde bu yatay gölgeleme araçlarının daha küçük ve bina cephesinde aralıklı olarak yerleştirilmesiyle çoğunlukla bina cephesinde yatay hatların baskın (dominant) bir şekilde daha çok ortaya çıkmasını sağlamaktadır.



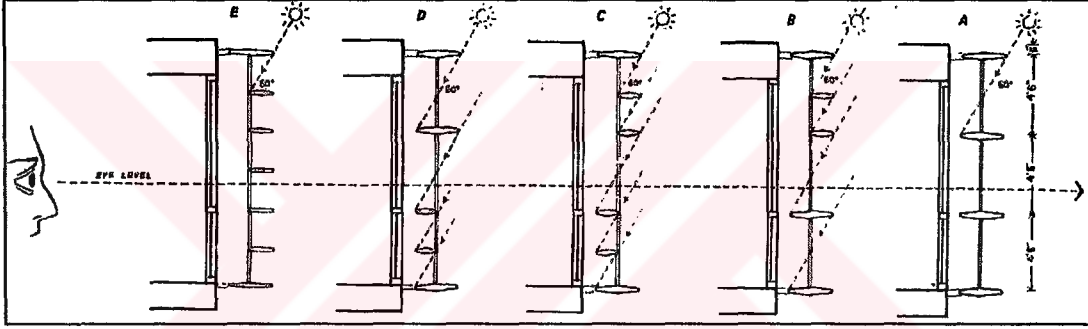
Şekil 3.45. Büyük yatay bir gölgeleme aracı yerine aynı performansı gösteren ve yatay hatlara sahip yapı kabuğu oluşturan gölgeleme aracı tasarımı. (B)

Dallas'ta tasarlanan Universal Corporation Fabrikası cephesinde tek ve büyük ebatta bir yatay gölgeleme aracı yerine daha küçük ebatta ve çok sayıda yatay elemanlar kullanılarak yatay bir cephe karakteri elde edilmiştir.



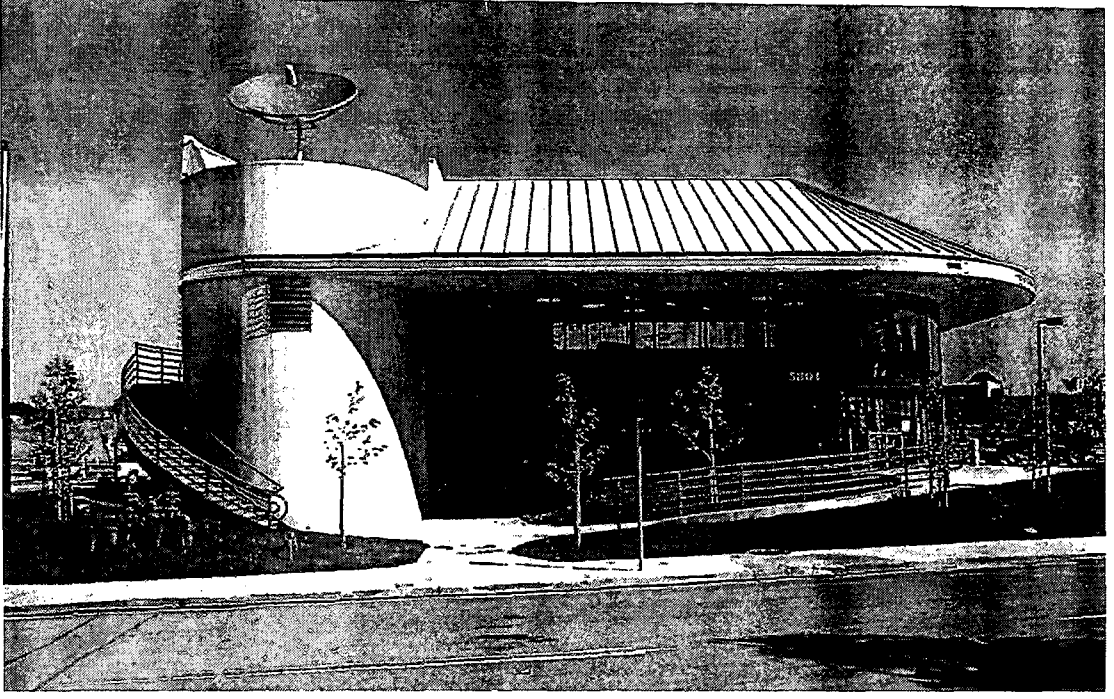
Şekil 3.46. Universal Corporation binası Güney cephesinde yatay hatların belirleyici etkisi.

Yapı kabuğunda bu yatay elemanların sayıları değiştirilerek cephede farklı hatlar oluşturmuştur.

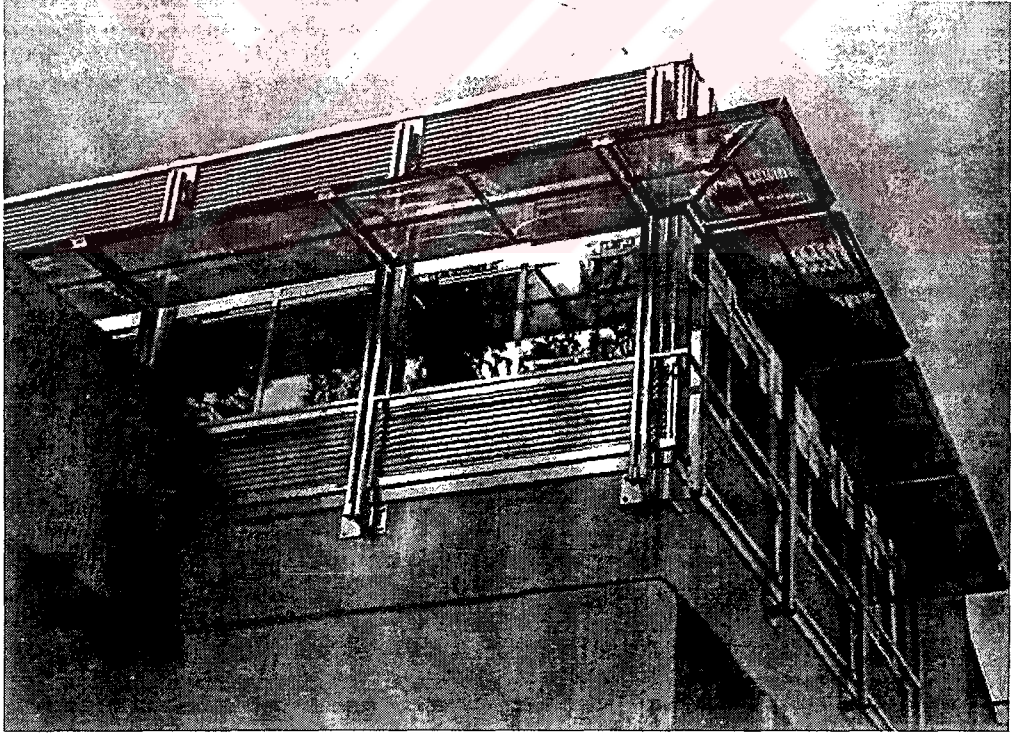


Şekil 3.47. Yatay elemanların değişik ebat ve sayıda kullanılmasıyla oluşan cephe kesitleri.

İlk olarak bina çatısından saçak şeklinde (Şekil 3.48.) ya da yapı kabuğundan öne doğru uzanan yatay çıkıntılar (overhang) olarak tasarlanan yatay gölgeleme araçları günümüzde yerini daha çok metal malzemelerle yapılan tasarımlara bırakmaya başladı. Metal alaşımların (özellikle alüminyum) daha kolay elde edilmeye başlanması ve daha hafif olması metal gölgeleme araçlarının yapı kabuklarında kullanımını arttırdı. Metallerin bu amaçla kullanılmaya başlanması daha ince kesitli profiller kullanılarak cephelerin hafiflemesi ve hatta asma-germe sistemler ile gölgeleme araçlarının taşınmasını da gündeme getirdi. Gölgeleme araçlarının ince metal bağlantı elemanlarıyla yapı kabuğuna bağlanmasından dolayı gölgeleme aracı üzerinde biriken ısı kütlelerinin yapı kabuğuna akışı minimuma indirilmeye başlandı.(Şekil 3.49.)



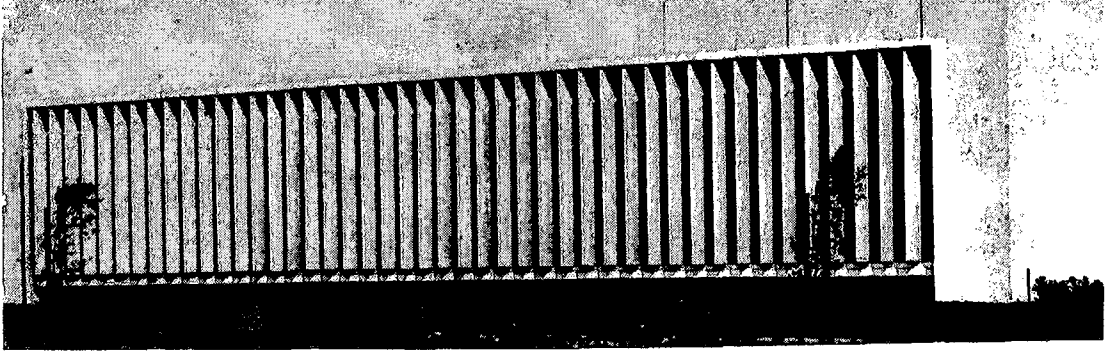
Şekil 3.48. Bina çatısının saçak şeklinde öne doğru çıkmasıyla sağlanan güneş kontrolünün bina cephesine etkisi.



Şekil 3.49. Metal malzemelerle oluşturulan yatay gölgeleme aracıyla oluşturulmuş yapı kabuğu karakteri.

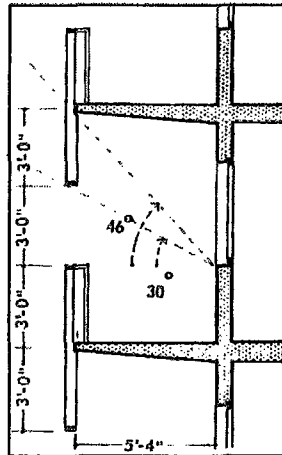
3.1.4.2. Düşey Gölgeleme Araçlarının Bina Cephe Oluşumuna Etkisi

Doğu ve Batı yönlerine açık yapı kabuklarında dar açı ile yeryüzüne gelen güneş ışınımı üzerinde etkili olan düşey gölgeleme araçları yapı kabuklarında düşey hatların baskın olduğu cephe karakterleri oluşturmaktadır.



Şekil 3.50. Düşey gölgeleme araçlarıyla oluşturulmuş düşey nitelikli cephe karakteri.

Düşey gölgeleme araçları, daha çok dört şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunların birincisi, yapı kabuğuna paralel ve 90° açılı olarak tasarlanan kalkan şeklindeki paneller(Şekil 3.51.), ikincisi yapı kabuğuna dik olarak tasarlanan düşey elemanlar(Şekil 3.53.), üçüncü olarak yapı kabuğuna göre plan düzleminde açılı olarak yerleştirilen yüzeyler (Şekil 3.54.) ve dördüncü olarak ta bu elemanların hareketli yapılmasıyla elde edilen tasarımlardır. Yapı kabuğuna paralel kalkan şeklindeki yüzeyler dış mekan görüşünü önemli ölçüde kesmektedir. Bina fonksiyonu ve binanın içinde bulunduğu çevrenin olumsuz koşulları gibi dış mekan görseelliğinin çok fazla tercih edilmediği koşullarda kullanımı olumlu sonuç vermektedir.

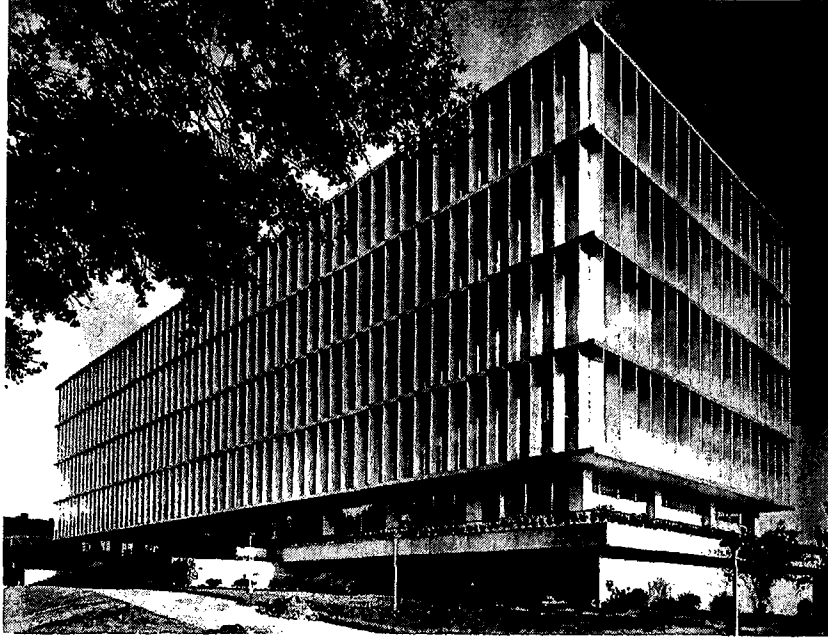


Şekil 3.51. Yapı kabuğuna paralel kalkan şeklindeki gölgeleme aracı kesiti.

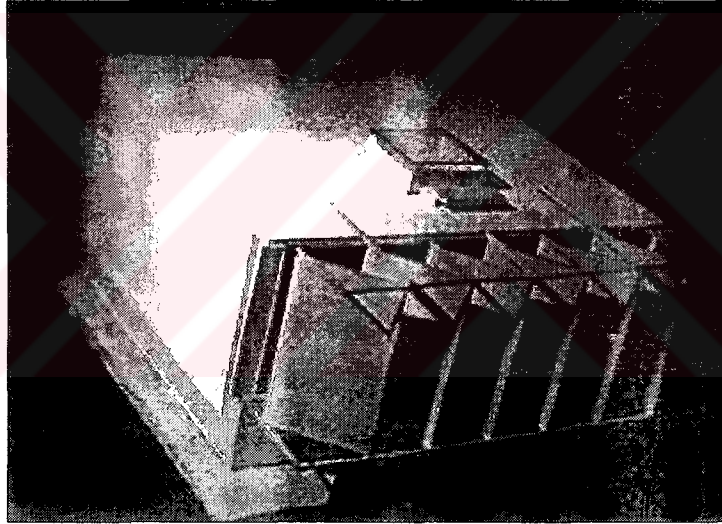


Şekil 3.52. Yapı kabuğuna paralel kalkan şeklindeki gölgeleme aracı ile oluşmuş cephe karakteri.

Diğer bir düşey gölgeleme aracı tasarımı, yapı kabuğuna dik konumda yerleştirilen dikey panellerdir. Bu sistemle dış mekan görüntüsü belli ölçüde algılanabilmektedir. Bu şekilde oluşturulan bina cephelerinde bir önceki belirttiğimiz yapı kabuğuna paralel sisteme göre daha ince kesitli düşey hatlar hissedilmekte ve dış mekandan bina cephesine bakıldığında daha geride kalan yapı kabuğu daha rahat algılanabilmektedir.(Şekil 3.53.) Üçüncü olarak belirtilen yapı kabuğuna plan düzleminde güneş ışınımının yönü düşünülerek açılı olarak yerleştirilen panellerle oluşturulan yapı kabuklarında dış mekan görseiliğinin kesilmesi sorunu yine mevcuttur (Şekil 3.54.). Yapı kabuğunda oluşturulan açılı duvarlar veya paneller çoğu zaman cephe karakterinde en baskın yapı kabuğu elemanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bölüm 4.2.10. da incelenen Phoenix'teki okul binasında ve bölüm 4.2.25. de incelenen Besançon Üniversitesi kütüphane binasında bu etkiler hissedilmektedir. Dördüncü olarak bu elemanların hareketli yapılması güneş radyasyonunun yönü ve şiddetine bağlı olarak gün boyunca değişken yapı kabuklarıyla karşılaşmamızı sağlamaktadır.



Şekil 3.53. Yapı kabuğuna dik konumlu düşey gölgeleme aracı tasarımıyla oluşturulmuş düşey nitelikli yapı kabuğu.



Şekil 3.54. Plan düzleminde yapı kabuğuna açılı yerleştirilen gölgeleme aracının yapı kabuğundaki belirleyici etkisi.

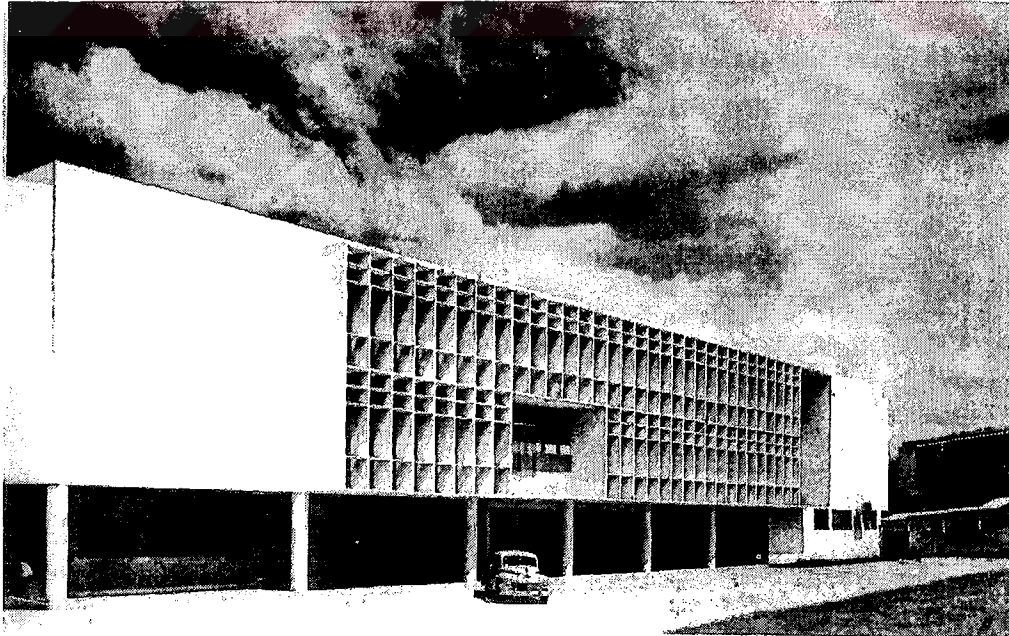
3.1.4.3. Karma Gölgeleme Araçlarının Bina Cephe Oluşumuna Etkisi

Karma güneş kontrol sistemleri yatay ve düşey gölgeleme araçlarının birlikte kullanılmasıyla oluşur. Karma gölgeleme aracı tasarımları çoğu zaman yapı kabuğundan öne çıkan balkonların yan duvarlarının da döşeme hizalarına kadar uzatılmasıyla karşımıza çıkmaktadır. Buna örnek olarak İstanbul Hilton Oteli yapı kabuğu ve bölüm 4.2.5.de anlatılan El Panama otelini gösterebiliriz.



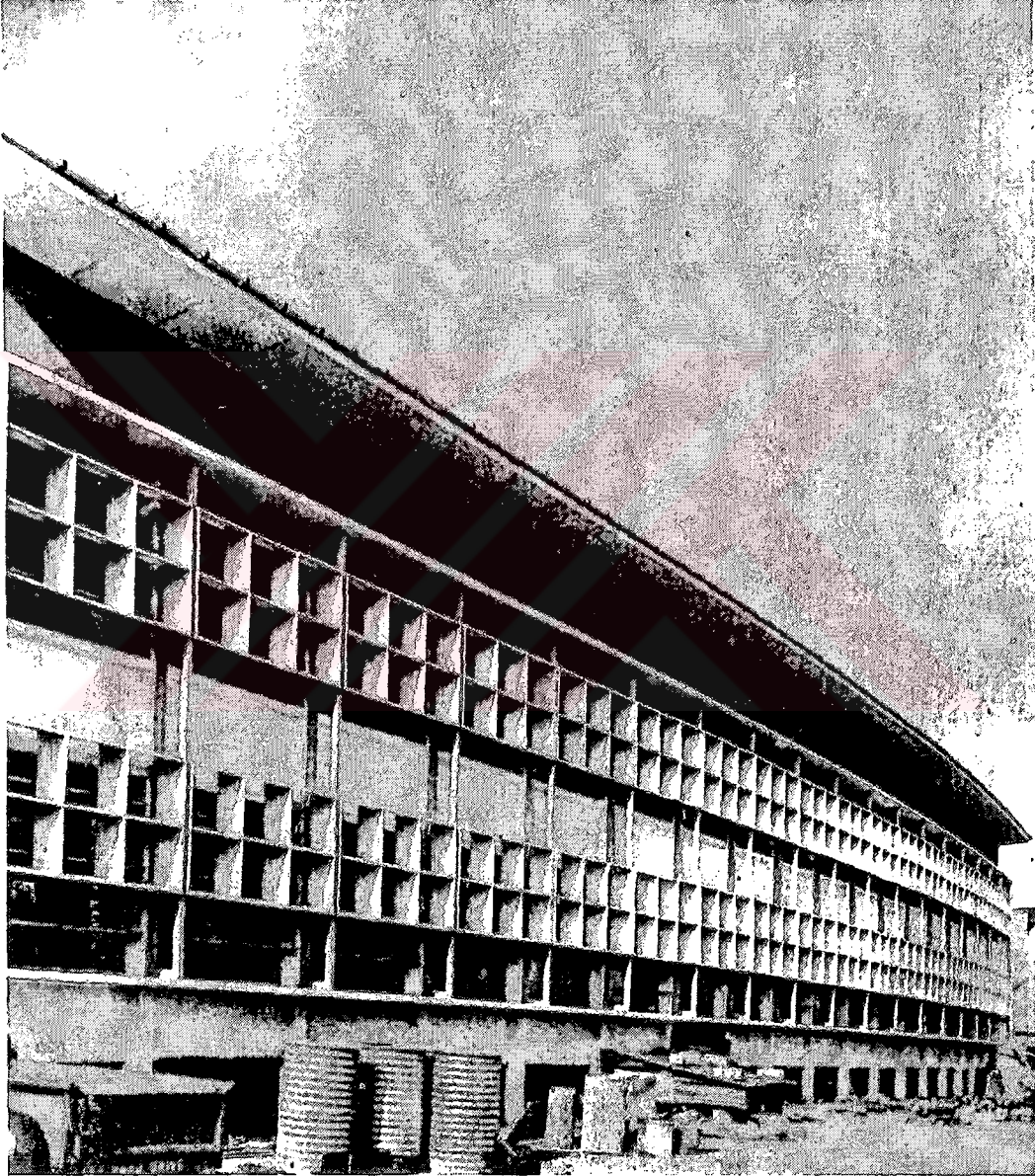
Şekil 3.55. İstanbul Hilton Oteli Yapı kabuğunda oluşturulan karma güneş kontrolü.

Bunun dışında yapı kabuğundaki saçakların dışa taşırılması ve bunlara cephede belli aralıklarla düşey ve yapı kabuğuna dik tasarlanan gölgeleme araçlarının uzatılması ile karma gölgeleme araçlarının oluşturulduğu birçok örnek vardır.



Şekil 3.56. Panama Üniversitesi yapı kabuğu.

Karma gölgeleme araçları yapı kabuğunda kafes şeklinde görüntüler oluştururlar. Yani yapı kabuğunda karma gölgeleme araçları kullanılan bir binanın cephelerinde kare veya dikdörtgen bölüntülerle oluşan ızgara şeklinde bir etki kaçınılmazdır. Gana'daki Prempeh koleji ve Panama Üniversitesi yapı kabuğunda karma gölgeleme araçlarıyla oluşan ızgara şeklindeki cephe karakteri aşağıda görülmektedir.(Şekil 3.56., Şekil 3.57.)



Şekil 3.57. Gana'daki Prempeh Koleji Yapı kabuğu.

3.1.4.4. Yapı Kabuğunda Tasarlanan Yeşil Öğelerin Bina Cephe Oluşumuna Etkisi

Bir güneş kontrol sistemi kurulurken yapma malzemelerin kullanılmasının zorunlu olmadığını yeşil öğelerin bu amaca yönelik kullanılabileceğini bölüm 3.1.3.4. de belirtmiştik. Yapı kabuklarında kullanılabilecek bitki veya ağaçların güneş kontrolü performansları düşünülerek kullanılması halinde gölgeleme fonksiyonunu yerine getirmesi sağlanabilir.

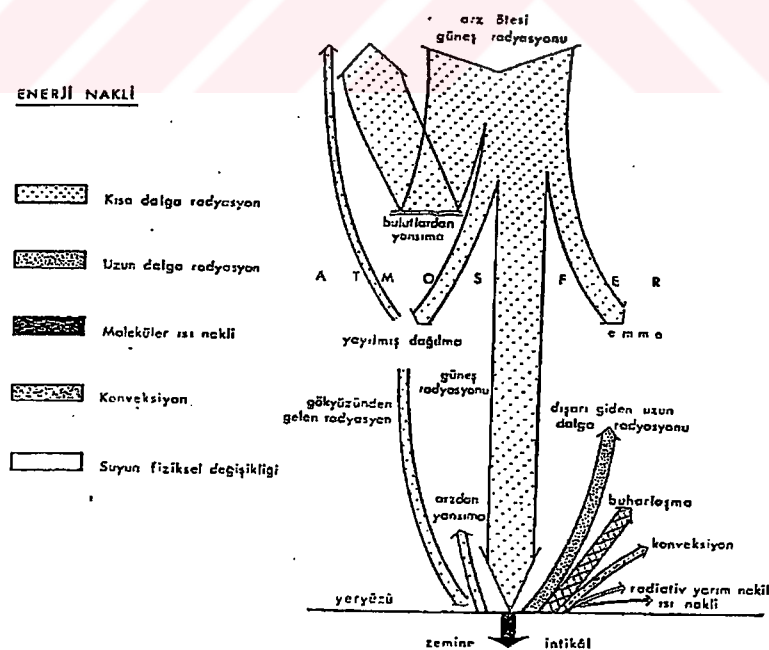
Sıcak ve nemli bölgelerde yaz ve kış yapraklarını dökmeyen ve büyük ebatlı bitkiler yapı kabuğunda bu amaca yönelik kullanıldığında güneş radyasyonunu keseceği gibi, yapı kabuğunda oluşacak rahatsız edici nemi de engelleyecektir. Serin bölgelerde ise yapı kabuklarında kışın yapraklarını döken bitkiler kullanıldığında yazın güneş radyasyonunun engellenmesi sağlanırken kışın gereksinme duyulan güneş radyasyonunun iç mekana alınarak iç mekan konfor koşullarının sağlanması mümkün olabilmektedir.

Bu bitkilerin cephedeki pencereleri ve diğer şeffaf yapı kabuklarını sarması iç mekanda bulunan insanlara yeşille iç içe yaşama hissini vermektedir. Özellikle binanın bulunduğu çevre itibarıyla dış mekan görüntüsünün pek tercih edilmediği bölgelerde bu sisteminin kurulması daha olumlu bir sonuç vermektedir.

Yapı kabuğu karakterini belirleyen bitkilerin kullanıldığı yapı kabukları, yeşille çepçevre sarılmış bir cephe oluşturmaktadır. Bu noktada bu bitkiler gibi doğal malzemelerin yapı kabuğuyla ilişkisinin doğru çözümü mimarlara düşen bir görevdir.

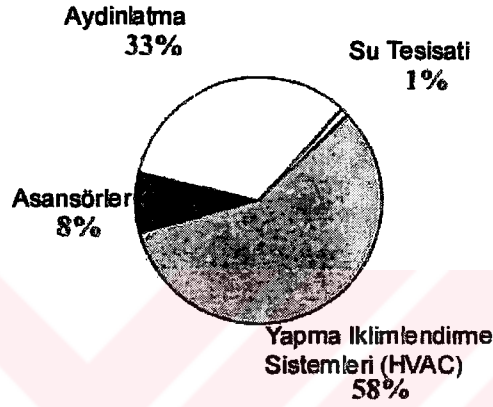
3.2. Güneş Kontrolü – Bina Ekonomisi İlişkisi

Yapı kabuğunun farklı yönlerde farklı tip gölgeleme araçlarının binaya sağladığı ekonomik değerlerin bilinçli bir şekilde karşılaştırılması zordur. Bununla birlikte insanların aklına hemen bir soru geliyor, insanlar bu yolla iklimlendirme ve özellikle soğutma maliyetlerini azaltmayı mı istiyor, yoksa sadece bu yeni bir mimari dekorasyon tarzı mı? Gölgeleme araçlarının fonksiyonu, cepheye kattığı estetik rolü ile de ilgilidir. Gölgeleme araçları zaman zaman binaların giriş bölümleri gibi ya da balkonlar gibi cepheyi vurgulayabilir. Fakat bu tasarımların asıl amacı yapı kabuğu ve özellikle yapı kabuğu üzerinde bulunan yırtıkları (pencereler, kapılar, çatı pencereleri v.b.) güneşin radyasyon etkisinden korumaktır. Bu rolü ile gölgeleme araçları bina yapı kabuğunun dışında yeralan bir izolasyon tabakası olarak görülen ve diğer izolasyon yöntemlerinden farklı olarak esnek bir karaktere sahiptir. Bir gölgeleme aracının bina soğutma ve ısıtma maliyetlerine getirdiği değer binanın içinde bulunduğu yörenin, coğrafi ve iklimsel özellikleri ile güneşin pozisyonuna ve mevsimlere göre değişiklik gösterir. Uygun bir gölgeleme aracı tasarımı ile amaç; güneş ışınlarını sıcak yaz aylarında binaya gelmeden kesmek, soğuk kış aylarında da mekanın içine maksimum derecede almaktır. Binaya ekonomik katkısı bu yönde sağlanır. Bu şekilde soğutma ve ısıtma yükleri arasında bir denge kurulabilir [10].



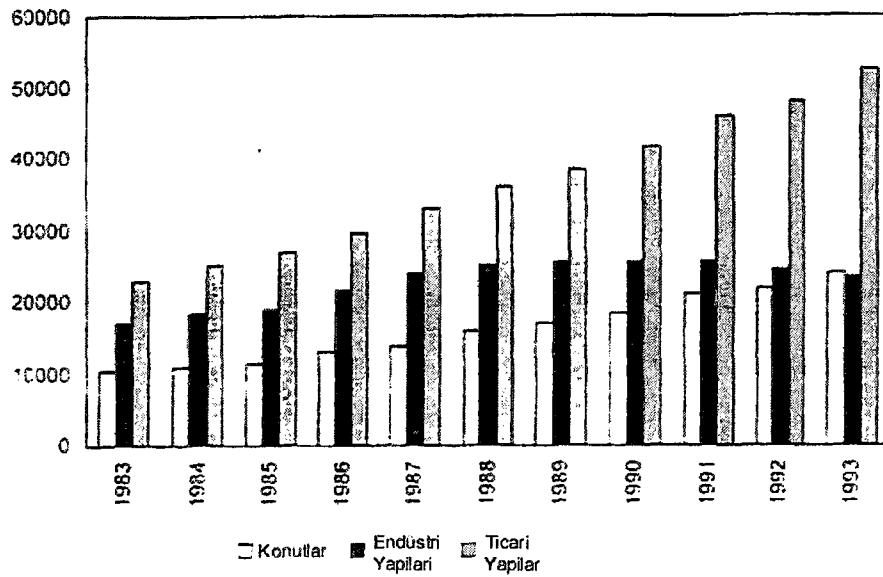
Şekil 3.58. Güneş radyasyonunun yeryüzüne ulaşım grafiği.

Güneş radyasyonu, etki ettiği yapı kabuğu üzerinde bir ısı kütlesi yaratmakta ve bu kütle mekan içi sıcaklık derecesinin yükselmesine sebep olmaktadır. Bu şekilde yapı kabuğundan sağlanan ısı kazancı iç mekan konfor koşullarını olumsuz yönde etkilemekte ve yapma iklimlendirme sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde yapı kabuklarında cam gibi şeffaf malzemelerin kullanımı oldukça arttığından bu yapma soğutma sistemlerine duyulan ihtiyaç kaçınılmaz hale gelmektedir. Şekil 3.59. de görüldüğü gibi cam giydirme cepheye sahip tipik bir büro binasında elektrik enerjisi kullanımında en büyük payın yapma iklimlendirme sistemine ait olduğu açıkça görülmektedir [69].



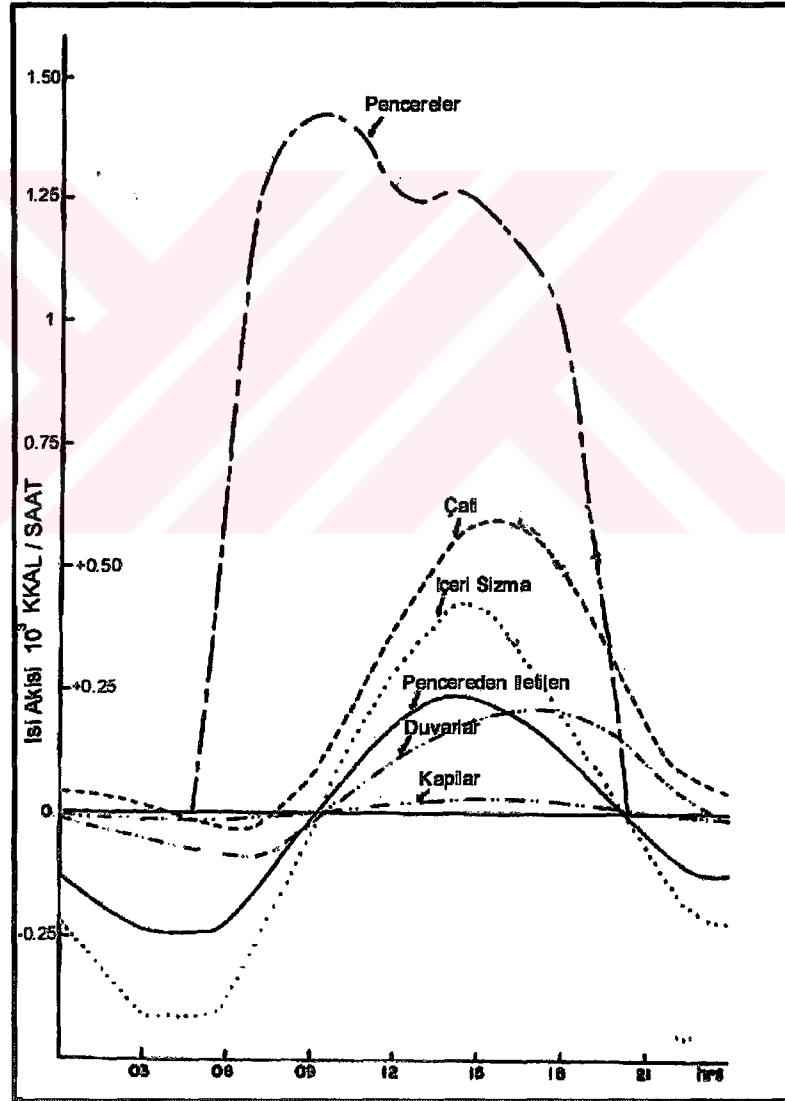
Şekil 3.59. Tipik bir büro binasındaki elektrik enerjisi kullanımının dağılımı.(Hong Kong)[69].

Bununla beraber elektrik enerjisi kullanımı yapma iklimlendirme tesisatlarına duyulan ihtiyaca paralel olarak sırasıyla en çok ticari yapılar(büro binaları), endüstri yapıları ve konutlarda kullanılmaktadır.(Şekil 3.60.)



Şekil 3.60. 1983-1993 yılları arasında Hong Kong'taki elektrik enerjisi kullanımının bina tiplerine göre dağılımı.[69]

Güneş kontrolünün önemi, farklı elemanlardan bina içine giren ısı miktarlarının karşılaştırılmasıyla gösterilebilir. Diyagrama yerleştirilecek eğriler farklı yönlerde yönelmiş cephe elemanlarından günün değişik saatlerinde mekan içine olan ısı akışlarının işlenmesiyle üretilebilir. Mekan içine iletilen toplam ısı mekan içinde uygun olan alanlarda dış cephe elemanlarının ilettiği ısı miktarları ölçülerek özetlenebilir. Şekil 3.61.'deki diyagramda Amerika'nın New York kenti New Jersey bölgesinde geleneksel ahşap karkas sistemle yapılmış bir evin cephe elemanlarından yaz aylarının ortalama saatleri baz alınarak Haziran ayı için mekan içine olan ısı akışı gösterilmektedir.



Şekil 3.61. Yapı kabuğuna ısı akışı diyagramı.

Bu diyagram farklı yapı kabuğu elemanlarının mekan içine aldığı ısı transferinin analizini göstermektedir. Geleneksel düşük maliyetli konut (Low Cost House) örnek alınmıştır. New Jersey bölgesinde olduğu farzedilen bu evde ısı iletkenliği az olan malzemelerin pencerelerde, yapı kabuğunda ve çatıda kullanıldığı düşünülmüştür. Bu nedenle binanın cephesinde ahşap paneller ve bu panellerle bina dış duvarı arasında cam elyafı bir izolasyon malzemesi vardır. Pencereler dış cephe ile aynı yüzeyde yarı geçirgen koyu renkli cam ile üretilmiştir. Yapı kabuğunu oluşturan elemanların alanları aşağıdaki gibidir;

- Duvarlar866 m².
- Çatı768 m².
- Pencereler139 m².
- Kapılar38 m².

Bu diyagrama dayanarak binaya ait istenmeyen ısı kazancının tespit edilmesinin önemi görülmektedir. Bu çalışma bina içindeki ısı kazanç miktarının en fazla pencerelerden olduğunu göstermektedir. Bu yüzden kullanılacak gölgeleme aracı en çok bu bölgelerdeki ısı kazancını engelleyecek şekilde düşünülmelidir. İkinci olarak çatıdan, üçüncü olarak içeri sızma (infiltration) ve dördüncü olarak pencere iletkenliğinden kaynaklanan ısı kazançları önem kazanmaktadır. Yapı kabuğunda kullanılacak izolasyon malzemeleri yukarıda sözü edilen güneş kırıncıların tam olarak sorunu çözemediği durumlarda yardımcı olarak düşünülmelidir. Bu türdeki malzemelerin varlığı ve duyulan gereksinimler bile bize güneş kontrolünün önemini vurgular [10].

Güneş kontrol sorunu binaların boyutları ve şekillerine göre değişir, bu yüzden yapı kabuğunun her bir bölümü için saptamaya ve çözümünü geliştirmeye yönelik analizler yapılmalıdır. Bu durumu daha iyi anlamak için yapı kabuğunda güneş kontrolü uygulanmamış bir binanın yapay iklimlendirme (air-conditioning) maliyetinin yapı kabuğunda güneş kontrolü uygulanmış bir bina ile karşılaştırmak ve ikincisinin güneş kontrolü maliyetini bu maliyete eklemek gereklidir. Varılan sonuç, pozitif veya negatif olabilir. Bu karşılaştırma tasarımdaki ekonomik dengeyi bizlere gösterir [10].

Tasarıma yönelik bu işlem tersine çevrilebilir düşünülebilir. Yapı kabuğunda ısı kazancının olduğu bilinen bir bölüm ve buna bağlı olarak ihtiyaç duyulan iklimlendirme (air-conditioning) maliyeti ve bu soğutma ihtiyacı miktarını dengelemek için bir eleman tasarlanabilir [10].

Bir ton suyun dondurulması için saat başına 3000 Kkal enerji gerekir. Bu Doğuya ya da Batıya yönelmiş duvarların 100m²'sinin ısı kazancına eşit olabilir. Eğer bu ısı kazancı yükü kesilirse duvarların her 100m²'si için bir tonluk soğutma kapasitesi kurtarılabilir. Tablo 3.1. de Amerika Birleşik Devletleri'nin New-York kenti için 21 Haziran'da herhangi bir binanın yapı kabuğunda biriken ısı yükleri (Kkal/Saat) gösterilmiştir.

Tablo 3.1. New-York kentindeki bir binanın yapı kabuğunda biriken ısı yükleri.(Kkal/Saat) [10]

Saat	Bina Cephe Yönlenişleri		
	Doğu	Güney	Batı
5.00	5.75	.....	.....
6.00	31.5	.....	.....
7.00	44.25	.....	.....
8.00	46.25	0.50	.....
9.00	40	4.75	.....
10.00	27	11.25	.....
11.00	10.75	14.50	.....
12.00	.....	18	.....
13.00	.....	14.50	10.75
14.00	.....	11	27
15.00	.....	4.75	40
16.00	.....	0.50	46.25
17.00	.....	.....	44.25
18.00	.....	.....	31.5
19.00	.....	.....	5.75

Binanın ani ısı kazançları soğutma yükünün değerini arttırmaktadır. Isı kaybının en yüksek olduğu saatler soğutma yükünde en yüksek olduğu üç saat olarak alınır. Yapıda ısı kazancı maksimum dereceye ulaştığında yapının ihtiyaç duyduğu soğutma yükü de maksimum değerini alır [10].

Yapma iklimlendirme sistemleri arasında en önemli yeri tutan iki sistem Fon - coil sistemi ve değişken hava hacimli sistem (VAV)' dir. Günümüzde bu iki sistemin ilk yatırım maliyetlerinin birim alana karşılık gelen değerleri Tablo 3.2. 'de gösterilmiştir. Tüm yapma ısıtma - soğutma sistemleri için işletme maliyeti yıllık birim alan için yaklaşık ilk yatırım maliyetinin % 5'ine karşılık gelmektedir. (Bu fiyatlar 2001 yılı itibariyle verilmiştir.) [52].

Tablo 3.2. Yapma iklimlendirme sistemlerinin birim alana düşen yaklaşık ilk yatırım ve işletme maliyeti [52].

Yapma İklimlendirme Sistemi Adı	Birim Alan için İlk Yatırım Maliyeti	Birim Alan için İşletme Maliyeti
Fan Coil	90 \$ - 110 \$	4,5 \$ - 5, 5 \$
Değişken Hava Hacimli Sistem (VAV)	120 \$ - 140 \$	6 \$ - 7 \$

New-York'ta direkt güneş ışınları etkisinde olan bir yapıda %100'lük bir gölgeleme sağlayan bir güneş kontrol aracıyla sağlanan birim alandaki soğutma yükleri yapının üç değişik cephesi için gösterilmiştir (Tablo 3.3.)[10].

Tablo 3.3. Soğutma Yükleri (kkal/saat)

	Doğu	Güney	Batı
Soğutma Yüğü Tasarruf Miktarı	39.25	14.25	39.25

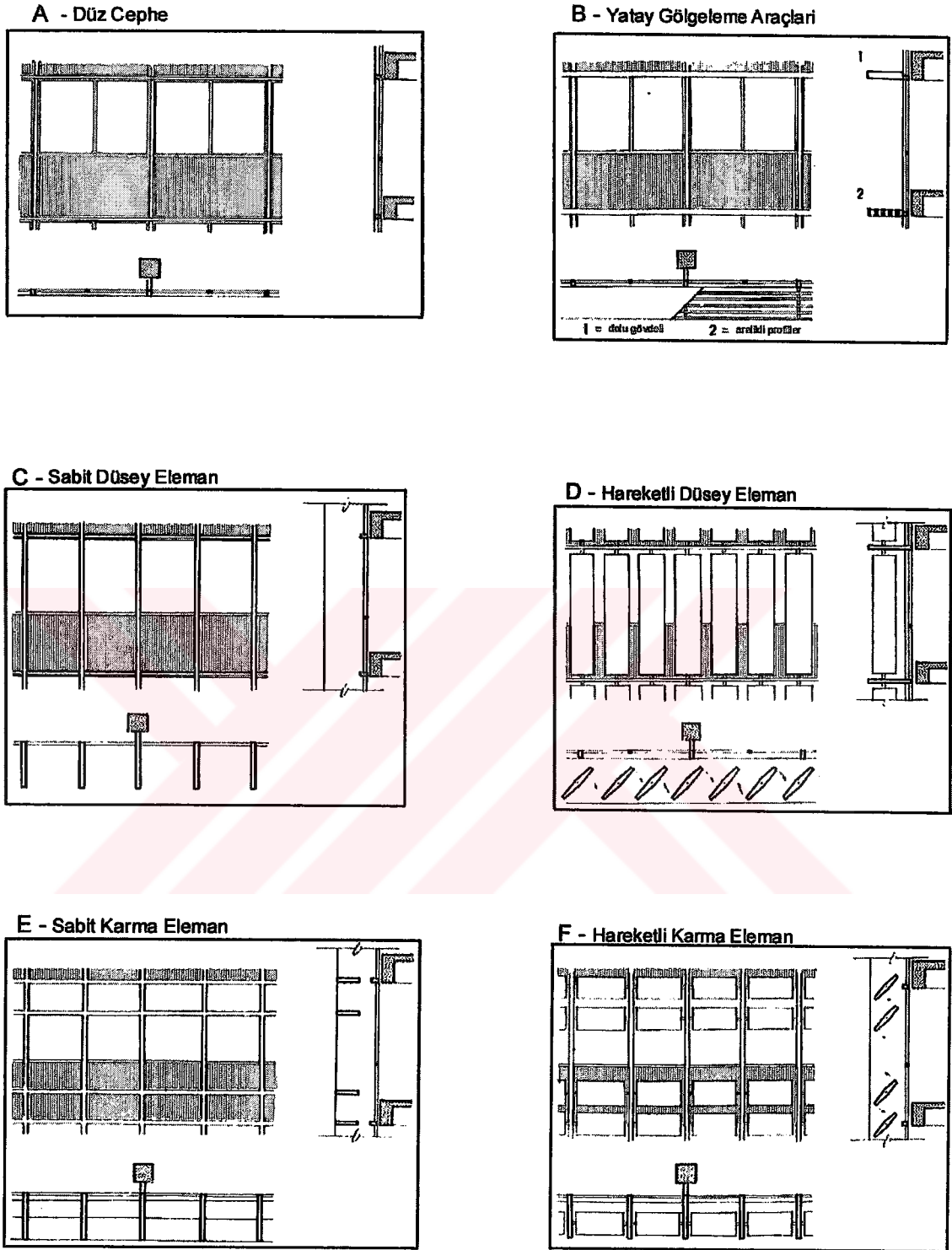
Tablo 3.3. deki değerler güneşin radyasyon etkisinin süzülerek alınan değerler değil güneş ışınlarının bir gölgeleme aracıyla kesilmesi ile elde edilen değerlerdir.

İklimlendirme tesisatının (air-conditioning) maliyeti ve ona eklenen bu tesisatın 2 yıllık işletme maliyeti ile gölgeleme elemanlarıyla sağlanan soğutma maliyeti tasarrufu 1m² pencere alanı için tablo 3.4. de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Yapı kabuğunun 1 m²'si için tasarruf miktarı [52].

	Doğu	Güney	Batı
Tasarruf Miktarı	16.00\$-18.00\$	5.60\$-6.30\$	16.00\$-18.00\$

Gölgeleme araçlarının yapıldıkları malzemelere veya içerdikleri mekanizmalara göre iklimlendirme tesisatının ilk yatırım maliyetlerine eşit ya da daha yüksek olduğu durumlar olabilir. Fakat genelde bu gölgeleme araçlarının maliyeti iklimlendirme tesisatının ilk yatırım maliyetine göre daha düşüktür [10].



Şekil 3.62. Değişik tipteki gölgeleme araçları.

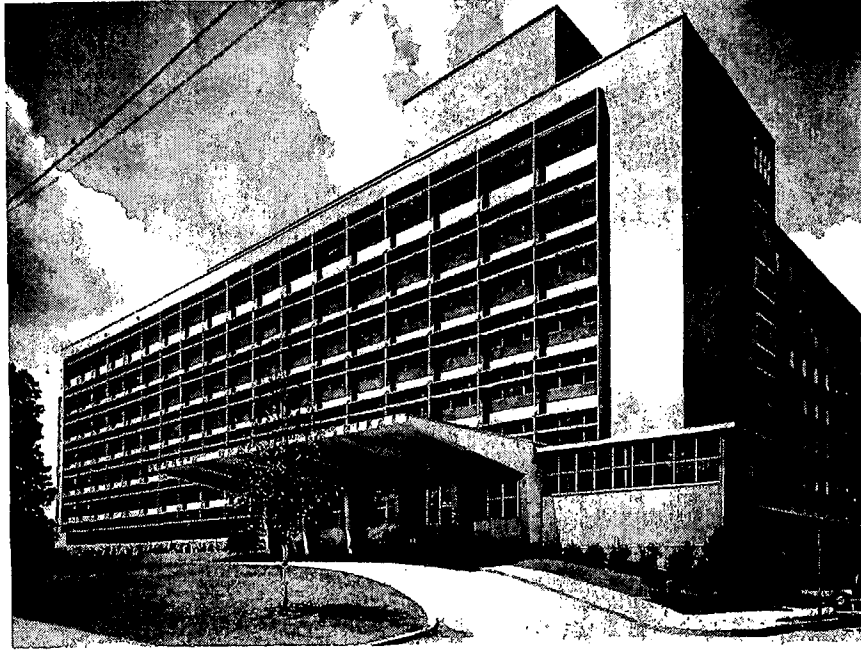
Şekil 3.62. de değişik tipte tasarlanmış gölgeleme elemanları görülmektedir. Şekil A da hiçbir gölgeleme aracı kullanılmamış cephe sadece diğerleriyle karşılaştırma sağlayabilmek için konmuş B ve F arasındaki bütün tipler A ile karşılaştırılmıştır.

Şekil A daki gibi düz bir cephenin maliyeti cephenin pencere boşluğu içerip içermemesine göre değişir. Alüminyum kaplı sağır bir cephenin maliyeti yaklaşık 70\$ civarındadır. Şekil A'daki gibi açılabilir alüminyum doğrama, çift cam ve metal parapet duvar kaplamasıyla oluşturulan cephenin birim alan maliyeti yaklaşık 85\$ civarında mal olmaktadır. Şekil B1'deki gibi eklenilen yatay alüminyum panel ile oluşturulan gölgeleme aracının birim alana düşen maliyeti 45\$ ile 50\$ arasında değişmektedir. Eğer bu yatay gölgeleme aracı alüminyum kutu profillerin aralıklı olarak yerleştirilmesiyle (louvre) yapılırsa birim alan maliyeti 55\$ 'a çıkmaktadır. Şekil C'deki gibi tasarlanan düşey alüminyum panellerin birim alan maliyeti yaklaşık 65\$ iken, bu düşey alüminyum paneller hareketli yapılırsa maliyeti 95\$'a kadar yükselmektedir.

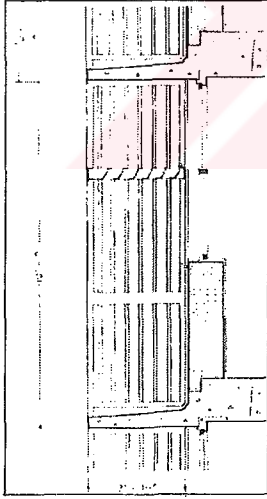
Karma gölgeleme elemanları eğer Şekil E'deki gibi sabit tasarlanırsa birim alan maliyetleri yaklaşık 85\$'a mal olurken, bu elemanlar Şekil F'deki gibi hareketli tasarlanırsa birim alan maliyetleri 125\$ civarındadır [59].

Yatay gölgeleme elemanları Güneye açık olan yapı kabuklarında kullanılırken, ona göre çok pahalı olan hareketli tipteki elemanlar Doğu, Güneydoğu, Güneybatı, ve Batı yönlerinde kullanılır.

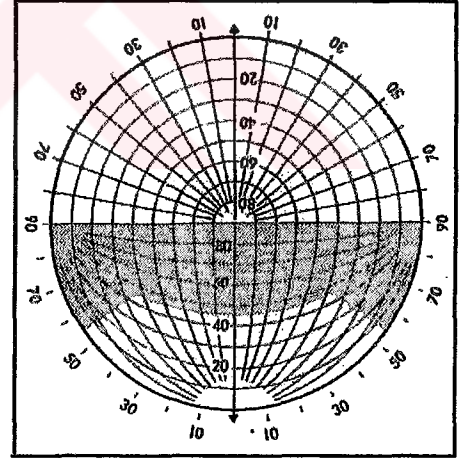
Güneş kontrolü elemanları uygun şekilde tasarlandığında ciddi bir iklimlendirme maliyeti kazancı sağlarlar. Stevens ve Wilkinson adlı mimarların Atlanta'da tasarladıkları hastane binasında Doğu, Batı ve Güney pencereleri güneş ışınlarından korunmuş, tüm döşeme betonları pencerelerin üzerine doğru çıkıntılı tasarlanmış ve bu döşeme çıkıntılarının daha altında aralıklı yatay metal elemanlar kullanılmış ve yine bu aralıklı elemanlar düşey olarak kolonların kenarlarında kullanılarak bir çerçeve oluşturulmuştur. Yapı kabuğundaki bu sistemle bina için kurulmuş olan iklimlendirme (air-conditioning) tesisatının işletme maliyeti açısından %15 tasarruf sağlamış ve sistem binanın iklimlendirme (air-conditioning) tesisatının ilk yatırım maliyetini de %30 azaltmıştır [10].



Şekil 3.63. Bina Cephesinde güneş kontrolü.



Şekil 3.64. Bina Kesiti.



Şekil 3.65. Gölgeleme maskesi.

Los Angeles'teki Federal Savings Bank binasının mimari revizyonu yapılırken, yapılan mekanik iklimlendirme sisteminin metrekare fiyatı 64.9 \$ iken pencerelerin üzerinde yapılan yatay alüminyum gölgeleme araçlarının metrekare maliyeti 43.29 \$

'dır. Gölgeleme araçlarının 1 m² ye düşen ilk yatırım maliyeti iklimlendirme (air-conditioning) sistemine göre birim alanda 21.61 \$'lık bir kazanç sağlarken, yıllık işletme maliyetinde m² de 1 saatte 3.2\$'lık bir enerji tasarrufu sağladığı saptanmıştır[31].

Alabama'daki Flintridge büro binasının yapı kabuğunda uygulanan hareketli yatay gölgeleme araçlarının ilk yatırım maliyeti yaklaşık 107.000\$ dır. Holabird, Root, Burgee adlı mimarlar gölgeleme araçlarının tasarlanmasının yapının mekanik iklimlendirme (air-conditioning) sisteminin mekanik cihazlarının ilk yatırım maliyetinin yaklaşık 98.000\$ 'a kadar düşeceğini, sistemdeki kanal dolaşımlarının azalmasından dolayı 16.000\$ ek bir tasarruf sağlanacağını ve yılda 1000\$ civarında da işletme maliyeti tasarrufu sağlanacağını hesapladılar [10].

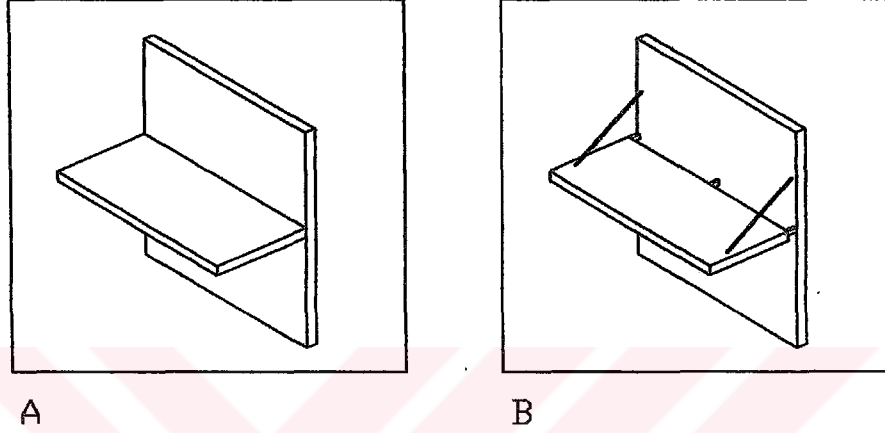
Bu tür örnekler çoğaltılabilir. Enerji tasarrufu sağlanan, gölgeleme maliyetlerinin işletme ve ilk yatırım maliyetlerine hemen hemen eşit olduğu durumlar ya da bazı faktörlere dayalı olarak gölgeleme sisteminin maliyetinin yapay iklimlendirme tesisatından daha pahalı olabileceği durumlar oluşabilir. Bir güneş kontrol sistemi kurulurken gerekli veriler ve bu verilere bağlı olarak fonksiyonel bir tasarım yapılması yerine cephe ile ilgili sadece estetik kaygılara dayanan ve güneş kontrolü açısından yapı kabuğu yönlerine uygun ve doğru boyutlarda kullanılmadan yapılacak bir güneş kontrol sistemi yukarıda belirttiğimiz gibi binaya enerji tasarrufu sağlamak yerine ek bir maliyet getirebilir.

Daha önce de belirttiğimiz gibi yapı kabuğunun farklı yönelişleri için güneşin radyasyon etkisi ve ısı etkileri değişkenlik gösterir. Isı etkisinin dengelenmesi, kurulabilecek mekanik iklimlendirme (air-conditioning) sisteminin ya da tasarlanabilecek güneş kontrol sisteminin etkileri ile sağlanabilir. Bu denge doğru bir mimari tasarım evresi oluşturularak kurulabilir. Bu tasarım adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yapı kabuğunu oluşturan tüm cephelerin güneşe göre doğru yönelişlerinin belirlenmesi,
- Pencere, kapı gibi duvar boşluklarının boyutları ve cephedeki dağılımları, belirlenmiş olan yapı kabuklarına olan ısı yayılım etkilerine göre belirlenmesi,
- Ekonomi sağlanması için en verimli ve yapı kabuğuna göre en uygun güneş kontrol sisteminin tasarlanması.

Yukarıdaki maddeler oluşturulurken bazı teknik durumlar da düşünülmelidir. Örneğin, dış gölgeleme araçları mat görünümlü metallerle yapıldığında özellikle

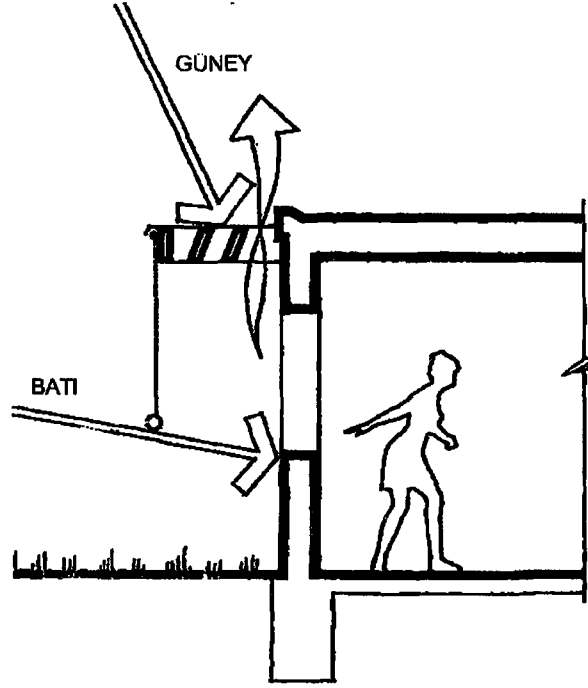
rüzgarsız ve sıcak günlerde üzerinde biriken ısı enerjisini yapı kabuğuna iletebilir. Bunun tam tersi olarak da soğuk ve rüzgarlı günlerde ısıyı bir soğutma radyatorü gibi yapı kabuğundan dışarıya taşıyabilir. Eğer gölgeleme araçları yapı kabuğundan izole edilecek şekilde tasarlanırsa bu olumsuz sorundan kurtulunabilir. Bu durum için en basit çözüm, gölgeleme aracının boylu boyunca yapı kabuğuna bağlı olarak değil sadece ihtiyaç duyulduğu kadar ve noktasal olarak yapı kabuğuna bağlamak veya yapılabiliyorsa yapı kabuğundan bağımsız yapmaktır[10] (Şekil 3.66.).



Şekil 3.66. Gölgeleme elemanı yapı kabuğu bağlantısı ve yapı kabuğuna ısı transferi.

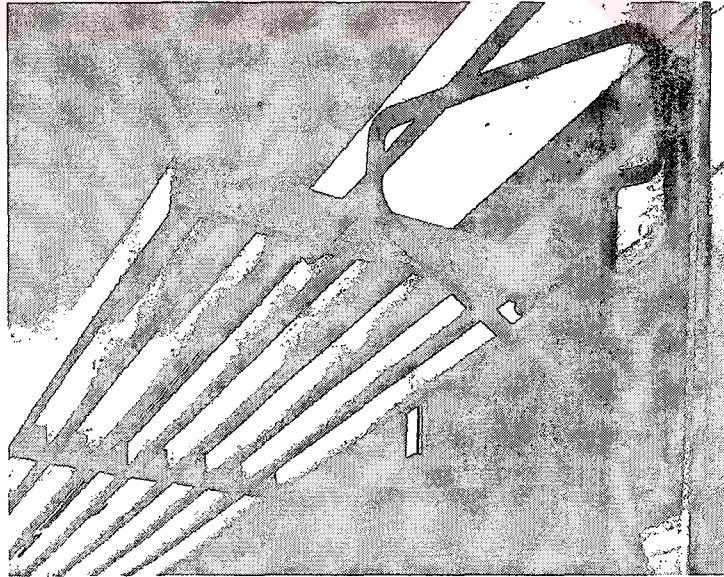
Akla gelen bir diğer problem kar ve buz sorunudur. Kutuplara yakın yerlerde caddelerde veya halka açık alanlarda bu sorun bir tehlike oluşturabilir. Binaların caddelere ve bu açık alanlara gelen cephelerinde yapılacak düşük kotlu uzun yatay çıkıntılar bu sorunu çözebilir [10].

Son yıllardaki güneş kontrolü uygulamalarına bakarsak, güneşi kesmek için mekan dışında kullanılan dolu gövdeli yüzeylerin yerini değişik yapı malzemelerinden oluşan dikdörtgen kesitli profillerin aralıklı olarak yerleştirilmesi mantığına bırakmaya başladığını görebiliriz.(Şekil 3.66.) Bu yolla binanın dışında biriken güneş ısının pencereleri etkilemeden bu aralıklı yerleştirilen profillerin arasından yükselerek kaçması sağlanabilmektedir[1] (Şekil 3.67.).



Şekil 3.67. Dikdörtgen kesitli profiller ile yapılan ve ısınan havanın bu profillerin arasından yükselerek kaçmasını sağlayan sistem kesiti.

Marcel Breuer dikdörtgen kesitli yerleştirdiği profilleri Westbury'deki Mc Intyre binasının Güney cephesinde kullanmış ve Güney cephesi için en uygun olan çözüm olan yatay güneş kontrol elemanlarını boşluklu olarak kullanarak cepheyi hafifletmiş ve gölgeleme aracından yapı kabuğuna olan ısı akışını engellemiştir. (Şekil 3.68.)

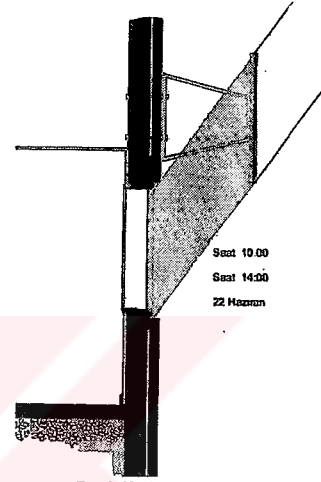


Şekil 3.68. Westbury' deki Mc Intyre binasında dikdörtgen kesitli aralıklı yerleştirilen profillerin boru kesitli taşıyıcı bir karkas ile yapı kabuğuna bağlanması. (Mimar Marcel Breuer 1954)

Marcel Breuer tarafından Kanada'da 1954 'te yapılmış olan Torrington şirket binasının cephesinde böyle dolu gövdeli profillerin aralıklı kullanılması yerine solar camlar kullanılarak bir güneş filtresi katmanı oluşturulmuştur. Açık mavi-yeşil renkli ve kırılmaz özellikli camlar hem güneşin radyasyon etkisini hem de gökyüzünün parlama ve göz kamaştırma seviyesini düşürmüştür ki bu tip cam yüzeyler şeffaf camlar olarak kullanıldığında pencere önlerinde gözü rahatsız edici kamaşmalara yol açmaktadır. Bu şekilde solar camlar ile güneş kontrolü yapılmasının en önemli avantajı iç mekandaki dış mekan görüntüsünün engellenmemesidir. (Şekil 3.69.)



Şekil 3.69. Torrington Şirket binası yapı kabuğunda kullanılan solar camların güneş kontrolü etkisi



Şekil 3.70. Cephe Kesiti

Böyle kalkan şeklinde kullanılan güneş kontrol elemanları cam gibi şeffaf bir malzeme yerine saydam olmayan malzemelerle yapıldığında dış mekan görüntüsünü kesebilirler [1].

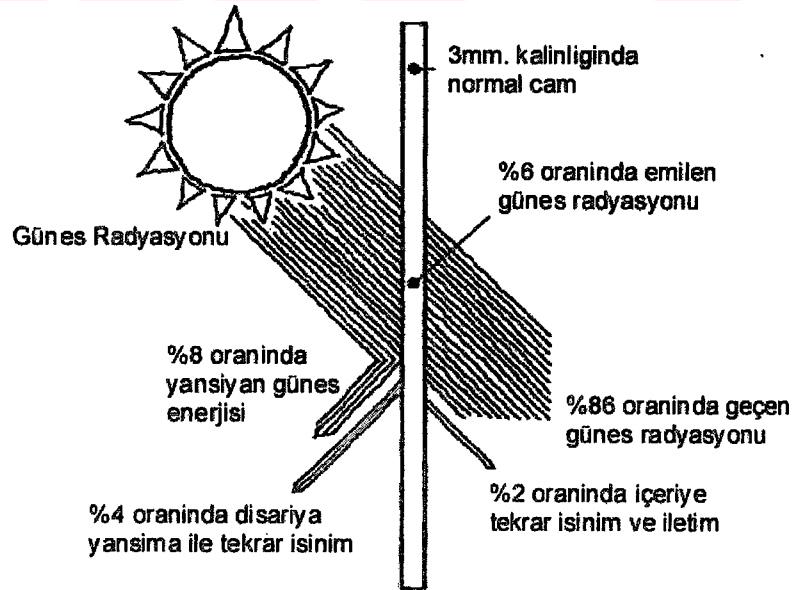
Binaların ekonomi sorunu güneş kontrollü ya da güneş kontrolsüz daima varolacaktır. Bu sorunun çözümü, mimari tasarımın kalitesi ve sadece güneş kontrolü sorununun değil bu sorunun sürekliliğinin de varlığını görerek geliştirilebilir[10].

3.2.1. Pencereelerde Kullanılan Cam Türleri ve Isı Kazancı Etkileri.

Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ile ilgili gelişmeler son on yılda çok hız kazanmıştır. Özellikle camın yapı kabuğunda kullanımı çok fazla artmış ve buna bağlı olarak sürekli teknolojisinde ilerleme gözlenmeye başlanmıştır.

Camın değişik şekillerde geliştirilmesiyle dayanıklı, ekonomik, estetik ve güvenlik özellikli tipleri geliştirilmeye başlanmıştır. İnsanoğlu için psikolojik olarak dış mekan görseiliği çok önemlidir. Fakat yapı kabuğunda camın kullanımı, sağır cephelerde kullanılan yapı malzemelerine göre yapı içine giren güneş radyasyonunu ve buna bağlı olarak ısı transferi bakımından bir çok olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir [35].

Bununla beraber, bu şeffaf malzeme ile, doğal havalandırma nasıl yapılabilir, bu ısı kaybı ve kazancı nasıl önlenabilir ve de dış mekan gürültüsünün bina içine olan etkisi nasıl engellenebilir gibi sorulara insanoğlu çözüm aramaya başlamıştır. Bu sebepten günümüzde birçok değişik özellikli cam türleri sürekli gelişmektedir. Çalışmanın bu bölümünde cevap aranan soru şudur, cam malzemesindeki bu teknik gelişmeler ile oluşturulan yeni cam türleri güneşin rahatsız edici ışınsal (radyasyon) etkisi ve olumsuz ısı kazancı ve kaybı sorunlarını çözmeye yeterli mi ? Şekil 3.71. de normal bir camın güneş radyasyonu karşısında nasıl davrandığı görülmektedir [35].



Şekil 3.71. Normal bir cam yüzeyindeki enerji dönüşümü.

3.2.1.1. Cam

Cam, ışığın mekan içine girmesini sağladığı gibi , güneş ışınım frekanslarının görünür tayflarının (visible spectrum) üstünden ve aşağısından geçişini de sağlamaktadır. Cam, ayrıca iyi bir ısı enerjisi iletkenidir. Bununla birlikte, mükemmel bir geçirgen malzeme değildir, bazı güneş ışınimleri camın dış yüzeyinden yansır, bazıları da cam tarafından yutulur.

Verilen herhangi bir dalga boyundaki güneş ışınımının geçirgen , emilen ya da yansıtılan türde olması dört değişkene bağlıdır, bunlardan üçü camın özellikleriyle ilgilidir [53].

- Camı oluşturan malzemelerin bileşimi
- Camın kalınlığı
- Camın kırıcılık etkisi.

Dördüncü değişken ise , camın performansını belirleyen cam tabakalaşmasının oluşumu ile ilgilidir.

Cam bir malzeme olarak düşünüldüğünde katı değil aşırı soğutulmuş bir sıvı gibi yorumlanır. Çoğu katıya benzememekle birlikte, bazı sıvılarda olduğu gibi, cam molekülleri içindeki elektronlar belirli enerji seviyelerine bağlıdır. Bu sebeple moleküller, farklı enerji seviyeleri arasında atlayıp ileri geri hareket yapamazlar, moleküller yayınık enerji, camı oluşturan moleküllerin içinden, sanki moleküller yokmuş gibi geçmektedir [53].

Tipik bir cam, görünür ve kızıl ötesinin dışındaki dalga boylarını emer, büyük miktarda UV ışınlarını ve uzundalgalı kızılötesi ışınlarını da dahil olmak üzere farklı türdeki camlar tarafından emilen ışınımın karakteri de farklı olmaktadır. Soda - lime-silica içindeki kaçınılmaz katkı maddeleri, direkt geçebilecek ışınimleri emmektedir [53].

- Camın Özellikleri

Camın emdiği güneş ışınımı oranı, cam içindeki katkı malzemelerinin miktarıyla belirlenir. Katkı malzemesinin tümüne bağlı olarak, bu yabancı moleküller görünebilir frekanslardaki enerji seviyelerini değiştirerek camdan geçen ışık enerjisinin emilmesini sağlar. Işığın emilmesi pencere camının dış ısının artmasında rol oynar. Düşük emme gücü olan “ Beyaz cam “ çok az miktarda katkı maddesine

sahipken, ısı emen camlar demir oksit miktarı artırılarak üretilirler. Cam ayrıca, bükülme ve kırılmayla gelen ışınları etkiler.

Kırılma, cam ve hava gibi farklı yoğunluktaki saydam malzemeler arasında oluşmaktadır. Kırılmadaki bükülme (dirsek) olayı, ışığın daha yoğun olan iki malzemedan birinden daha uzun sürede geçmesini temsil eden bir fiziksel olaydır ve yüzeye çarpan ışığın açısına bağlıdır.

Kırınım göstergesi (indeksi), verilen herhangi bir cam malzemesi için sabittir. Bu yüzden herhangi bir malzemedeki dalga uzunlukları farklı miktarlarda kırılır, kırınım indeksi ışığın farklı boyları için farklı değerler alır.

Bu prensip , kırılma yoluyla ışığın bükülmesinden faydalanarak oluşturulan prizma ve lenslerde de görülmektedir [53].

Camın ışık karşısında etkili olan fatörleri şunlardır;

-Kalınlık ; Cam kalınlığı sezgisel olarak ,önemli bir etkendir. Işığın geçeceği yol uzadıkça daha çok ışık emilmektedir. Normal cam için kalınlığı 3 mm'den 6 mm'ye çıkarmak güneş ışınlarının emilmesini % 6, görünür ışınlarının emilmesini ise % 2 oranında arttırmaktadır [53].

-Geliş Açısı (Angle Of Incidence); Camdan geçen ışığın yolunun uzunluğu hem camın kalınlığı hem de gelen ışının geliş açısıyla ilgilidir. Bu yansıma gelme açısının artması oranında büyümektedir. İlk başta yavaşça olan büyüme daha sonra hızla artarak tüm gelen ışınların yansıtıldığı 87° yi bulur. Bu açı, bitiş açısı [" cut off angle "] olarak tanımlanır [53].

0° geliş açısından bile camın her yüzeyinde ışınların küçük bir yüzdesi yansıtılmaktadır. Tipik bir cam için bu yansımanın miktarı, her bir yüzeyde yaklaşık olarak toplamın % 4'ü kadardır. Yansıma ve iletme birbirleriyle güçlü bir ilişki içindedir. Şöyle ki yansıma, iletimin azaldığı 45°den büyük geliş açılarında artmaktadır. Bu yüzden her bir cam tabakası, ışığın minimum % 8'inin yansıtıldığı ön ve arka olmak üzere iki yansıtıcı yüzeye sahiptir. Bu saydamlık katkı malzemelerini ortadan kaldıran artırılmış saf malzemelerle ya da daha güncel olarak yansıtıcılığı önleyen yüzey tabakalarının cama giydirilmesiyle artırılabilir. Su beyazı

" Water White " cam yüksek düzeyde artırılmış cama bir örnektir. Bu tür cam maliyeti sebebiyle saydamlığın istediği güneş toplayıcıları gibi elemanlarda kullanılır [53].

- Pencere Enerji Verimi

Üretici firmalar pencerenin enerji verimini U - değeri (ısı hareketi) ya da R - değeri (ısı kayıp hareketine direnç) olarak simgelerler.

Bu değerler camın, bir yüzeyinden diğerine ısı kayıp iletimi miktarıdır. Eğer pencerenin R - değeri yüksek ise bu pencere R - değeri düşük olana göre iletim yoluyla çok daha az ısı kaybediyor demektir. Zıt olarak U - değeri düşük olan bir camın, yüksek olana göre ısı kaybı daha az olmaktadır. Diğer bir deyişle U - değeri R - değerinin tersidir. $U \text{ değeri} = 1 / R \text{ değeri}$ 'dir [53].

Genellikle, R - değeri 0.9 ile 3.0 arasında (U - değeri ise 1.1 ile 0.3 arasında) değişmektedir, fakat bunun yanısıra bazı daha yüksek enerji verimli pencereler de vardır. Farklı pencereleri karşılaştırırken, tüm U ve R değerlerinin üreticiler tarafından aşağıdaki gibi belirtilmesi temin edilmelidir ; U ve R değerleri ;

- Avusturalya standartlarına ya da diğer tanınmış American Isı Birliği, Soğutma ve Hava Koşulları Mühendisliği (Air - Conditioning Engineers) (ASHRAE) , ya da CIBSE' ye uygundur.
- Tüm camlar için hesaplanmıştır, çerçeve ve tüm camlar yüzeylerinin ve
- Aynı ölçü ve türdeki camlar içindir.

Camın verimini etkileyen bir başka karakteri ise, ışığı ve ısıyı geçirme miktarıdır. Basitçe ışığı geçirme oranı, bir taraftaki ışık miktarıyla, ışığın geçtiği taraftaki ışığın karşılaştırılmasıyla bulunur. Bununla birlikte güneş ışınımı geçişi 3 mm kalınlığındaki normal cam referans alınarak ölçülür ve gölgelendirme katsayısı (shading coefficient) olarak verilir. Bu basitçe test edilen camdan geçen güneş ışınımının miktarlarının, aynı alanlı referans camdan geçen miktarla karşılaştırılır. Aşağıda Tablo 3.5.de cam türlerine ve düzenlenişlerine göre özelliklerini karşılaştırmaktadır [53].

Tablo 3.5. : Günümüz itibariyle üretilen camların ısı ve ışık geçirgenlik değerleri.[53]

Cam Türleri	Işık Geçirgenliği	Gölgeleme Katsayısı	R-value (m² °C/W)	Maliyet (\$/m²)
TEK CAM				
Normal (clear)	0.88	0.88	0.17	35-65
Yansıtıcı (Reflective)	0.10-0.30	0.10-0.30	0.16	100-130
Isı Yutucu (Heat Absorbing)	0.43-0.78	0.43-0.78	0.16	100-130
Düşük Yayınlı (Low-E Film)	0.17-0.50	0.17-0.50	0.25	40-50
ÇİFT CAM				
Normal + Normal (Clear+Clear)	0.76	0.83	0.30	90-130
Yansıtıcı + Normal (Reflective+clear)	0.10-0.31	0.25-0.36	0.30	70-200
Isı yutucu + Normal (Heat Abs. + Clear)	0.37-0.68	0.56-0.57	0.29	150-180

- İleri (Gelişmiş) Cam Sistemleri

Günümüzde ısı kayıp ve kazançlarını kontrol etmeye yardımcı olmak amacıyla çok sayıda gelişmiş cam sistemleri vardır. Gelişmiş camlar, çift ve güçlü pencere camı (düşük emisyonlu, seçimli, ısı emici renkli ya da yansıtıcı), gaz dolumlu camlar ve bunların kombinasyonu ile oluşturulmuş camlar olarak çeşitlendirilmiştir [53].

3.2.1.2. Gölgeleme Araçlarının Cam Üzerindeki Isı Kazancı Performansı.

Pencerelerin ve gölgeleme araçlarının nicel termal etkileri bu elemanların üzerine gelen ve kütlelerine işleyen radyasyon miktarı, pencerelerin boyutlarına ve yönlerine bağlıdır. Bununla birlikte, havalandırma durumları, kalınlık, maddenin termofiziki özellikleri gibi bazı faktörler pencere ve gölgeleme araçlarını etkileyen önemli diğer faktörlerdir [36].

Pencere boyutunun ısısal (termal) etkisi ana olarak gölgeleme koşullarına bağlıdır. Pencereler açılabilir ve gölgeleme yapıldığında iç mekan ısının dış mekan ısı seviyelerine yaklaştırır. Bu durum sadece büyük ebattaki pencerelerin sağladığı yüksek havalandırma (ventilation) oranıyla değil, aynı zamanda yapı kabuğunda ısısal direnci düşük olan cam alanların sıradan duvarlar ile ısısal etkilerinin karşılaştırılması ile de oluşur. Bununla beraber pencerelerde gölgelendirme yapılmazsa iç mekan ısı yapı kabuğundan olan ısı kazancı ile artış gösterir [36].

Pencere boyutunun, iç mekan ısı üzerindeki etkileri değişik havalandırma (ventilation) oranları ve farklı tipteki konstrüksiyonlar için Tablo 3.6.'da gösterilmiştir. Londra'da bir ofis binasının Güney cephesinin gölgeleme uygulanmamış pencerelerinin iç mekan ısına etkileri de aynı tablodan okunabilmektedir (Tablo 3.6.)[37].

Tablo 3.6. Pencere boyutundan kaynaklanan iç mekan ısı değişiminde hesaplanmış sapma miktarları.

Konstrüksiyon Tipi	Havalandırma oranı (Saat başına taze hava değişimi)	Duvar alanına bağlı pencere boyutu					
		0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Hafif Malzeme	2	-4.6	+1.4	+6.4	+11.0	+15.3	+18.0
	10	-2.9	0.0	+2.7	+5.3	+7.4	+9.3
Ağır Malzeme	2	-5.7	-1.4	+2.8	+6.7	+9.7	+12.1
	10	-4.6	-2.6	-0.7	+1.2	+2.6	+3.8

Aynı bölgedeki bir çalışmada, bina pencere boyutlarının, yapının tüm alanına oranının %8 olduğu bir konut kompleksinde, pencerelerin tamamen kapalı ve gölgelenmiş, açık ve gölgelenmiş ve de açık, fakat gölgelenmemiş durumları karşılaştırılmıştır. Binanın iç mekan ısı düzeyinin bina cephesindeki pencere boyutlarının çok küçük olması ve doğal havalandırma sağlanmasına rağmen 1,5 °C daha yüksek olduğu ölçülmüştür.

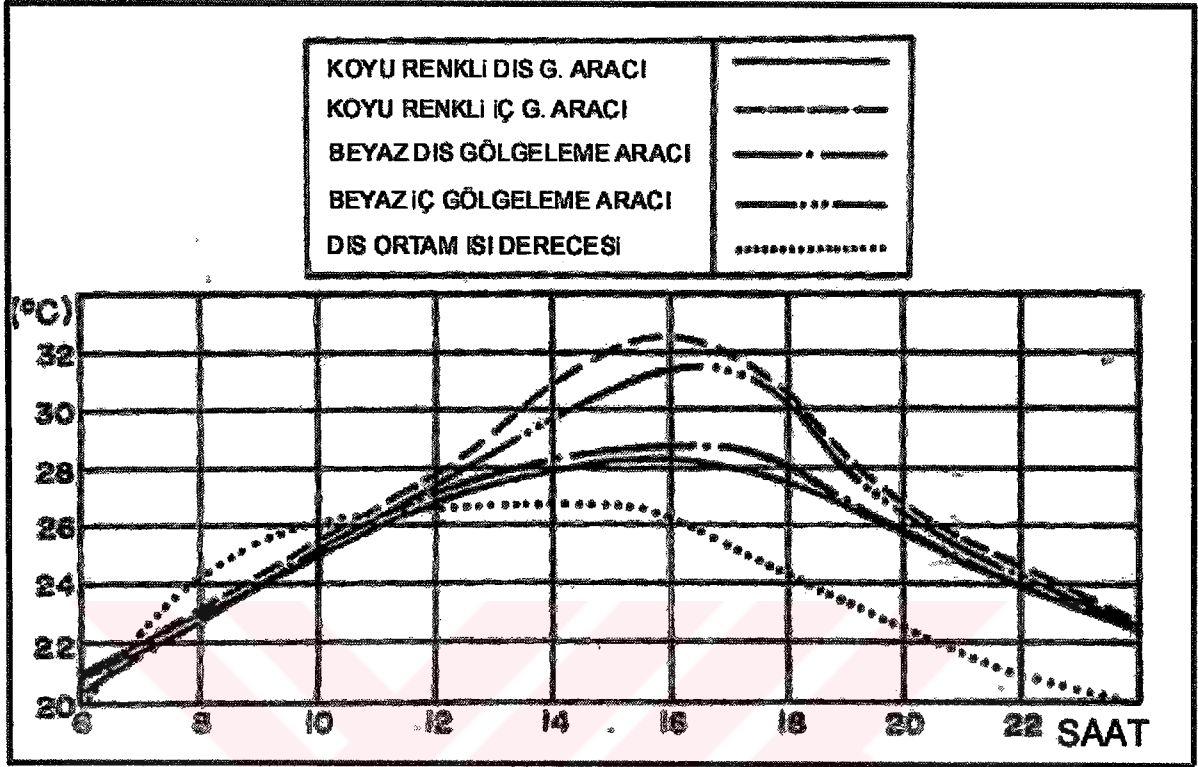
Diğer bir çalışma Amerika'da deniz kenarındaki bir yapı alanında yapılmıştır. Yapı kabuğundaki pencere alanının bina alanına olan oranının %6 olan prefabrik bir konut binasındaki deneysel ölçümler baz alınmıştır. Değişik tipteki hareketli dış panjurlar ve pencerelerdeki durumlar gözlenmiştir [36].

Pencere ve panjurlar kapalı iken iç mekan ısısının dış mekan ısısının maksimum değerinden yaklaşık 2°C daha düşük seviyeye indiği ve bu ısı seviyesinin sabit kaldığı görülmüştür. Pencerelerin tamamen, hareketli panjurların ise bir bölümü açıldığında güneş ışınlarının kısmi olarak kesildiği ve açılan pencereler ile oluşan hava akımının etkisiyle iç mekan ısı seviyesi ile dış mekan ısı seviyesinin maksimum değeri arasındaki fark 2°C'den 1°C'ye düşmüştür.

Pencereler ve panjurlar açık iken iç mekan ısı seviyesi dış mekan ısı seviyesinin minimum değerinin 4°C yukarısından, dış mekan ısı seviyesinin maksimum değerinin 1°C aşağısına kadar yükselmiştir.

Pencerelerin kapalı ve panjurların açık olması ile (pencerelerde oluşabilecek en büyük ısı artışı durumu) iç mekan ısısı istikrarlı bir şekilde dış mekan ısı seviyesinin maksimum değerinin 1°C aşağısına çıkmıştır. Buradan şu sonuca varabiliriz; gölgeleme önlemi alınmamış pencereler çok küçük boyutlarda olsa bile, iç mekan ısısını yaklaşık 1°C yükseltmiştir [36].

İsrail'de yapılan bir deneysel çalışma da ise gölgeleme aracının yerleşimi ve rengi araştırılmıştır. Yapı kabuğunda yeralan geniş yüzeyli pencerelerin iç mekan ısısının değişiminde oynadığı rol, değişik tipte uygulanan gölgeleme araçlarının etkilerine bağlı olarak araştırıldı. Şekil 3.72.'de Güney-Batı yönüne bakan bir yapı kabuğunun günün belirli saatlerinde farklı test koşullarında değişen iç mekan ısı düzeyleri gösterilmiştir. (Şekil 3.72.)



Şekil 3.72. Farklı tip gölgeleme araçlarının iç mekan ısısına etkileri.

Şu açıkça görülebilir ki, iç gölgeleme araçları ile mekan içi ısı seviyesinin yükselmesi dış mekan ısısına göre sırasıyla yeşil jaluzi için 5,5°C, beyaz jaluzi için 4,5°C'dir. İç gölgeleme araçlarında durum bu iken, dış gölgeleme araçlarında gölgeleme yapıldığında bu ısı seviyesi yükselişi 1,8°C ile 1,2°C arasındadır.

Dış gölgeleme araçlarıyla gölgeleme tam gölgeleme şeklinde yapılırsa iç mekan ısı seviyesi pencere yüzeyine göre hemen hemen eşit olabilmektedir [36].

3.2.2. Gölgeleme Araçları İle Sağlanan Enerji Kazancının Hesaplanması

Yapı kabuğunun ısı kazancı yükü faktörleri, soğutma yükünü oluşturan bileşenlerin hesaplanmasını gerektirir. Bu bileşenler şöyle oluşur;

- 1) Dış cephe duvarı, çatı ve dış saçaklar gibi yapı elemanlarına ısı iletimi,
- 2) İç perdeler, tavana ve döşemelere ısı iletimi,
- 3) Güneş radyasyonu etkileri;
 - a) İletim (kondüksiyon) ve taşınım (konveksiyon) yolu ile duvarlar, çatılar ve cam üzerinde güneş radyasyonunun dönüşümü,
 - b) Pencere camlarından direkt olarak mekan içine giren ısı kazancı [70].

* Kondüksiyon Etkisi ve U-Value Değeri

Bina çatısından, duvarlardan ve pencerelerden ısı akışı aşağıdaki bağıntıyla bulunabilir;

$$q = (UA) \times \Delta t \text{ veya } (A/R_t) \times \Delta t$$

q = Isı transferi oranı (Btu / saat)

Δt = Toplam sıcaklık farkı

R_t = Herbir ısı direnci bölümlerinin toplamı (hr.ft².F)/ Btu : $R_T = R_1 + R_2 + \dots = 1/U$

U = Isı iletim katsayısı : Btu / (hr.ft².F) = $1/R_t$

A = Bölümsel duvar alanı, ft² (mimari projeden hesaplanır)

Binanın gereksinme duyduğu soğutma yükü aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir;

$$q = U \times A \times CLTD$$

q = Soğutma yükü, Btu / saat

CLTD = Soğutma yükü sıcaklık farkı (Tablo A7'den elde edilir)[70].

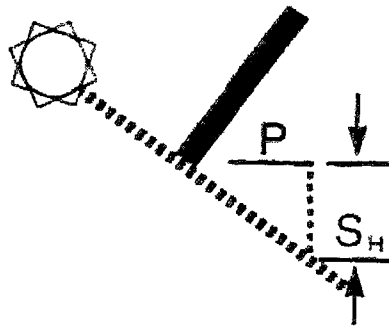
* Dış Gölgeleme Araçları İçin Gölgeleme Katsayısı

Tablo 3.7. 'de bazı yatay gölgeleme araçlarının gölgeleme katsayıları verilmiştir.

Tablo 3.7. 'de 6 grup gösterilmiş ve tanımlanmıştır.

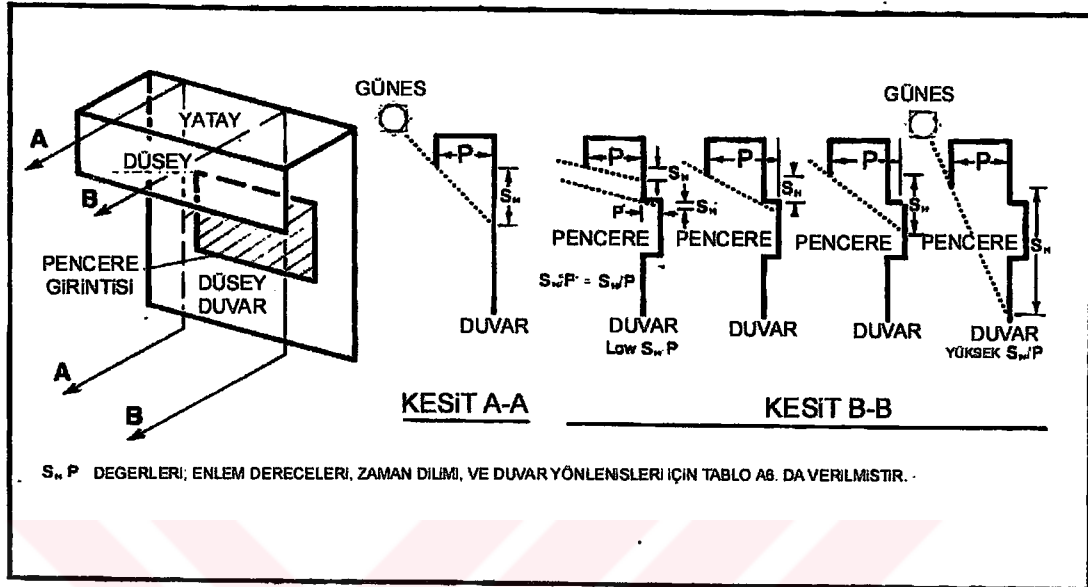
Tablo 3.7. Aralıklı profillerle kurulan yatay gölgeleme araçları için gölgeleme katsayıları (Louvred)[70].

Profil Açısı (Derece)	S_H / P^*	GRUP 1		GRUP 2	
		Geçirgenlik	SC	Geçirgenlik	SC
10	0.176	0.23	0.35	0.25	0.33
20	0.314	0.06	0.17	0.14	0.23
30	0.577	0.04	0.15	0.12	0.21
40	0.839	0.04	0.15	0.11	0.20
& üzeri	& üzeri				
Profil Açısı (Derece)	S_H / P^*	GRUP 3		GRUP 4	
		Geçirgenlik	SC	Geçirgenlik	SC
10	0.176	0.40	0.51	0.48	0.59
20	0.314	0.32	0.42	0.39	0.50
30	0.577	0.21	0.31	0.28	0.38
40	0.839	0.07	0.20	0.20	0.30
& üzeri	& üzeri				
Profil Açısı (Derece)	S_H / P^*	GRUP 5		GRUP 6	
		Geçirgenlik	SC	Geçirgenlik	SC
10	0.176	0.15	0.27	0.26	0.45
20	0.314	0.04	0.20	0.20	0.35
30	0.577	0.03	0.13	0.13	0.26
40	0.839	0.03	0.04	0.04	0.13
& üzeri	& üzeri				

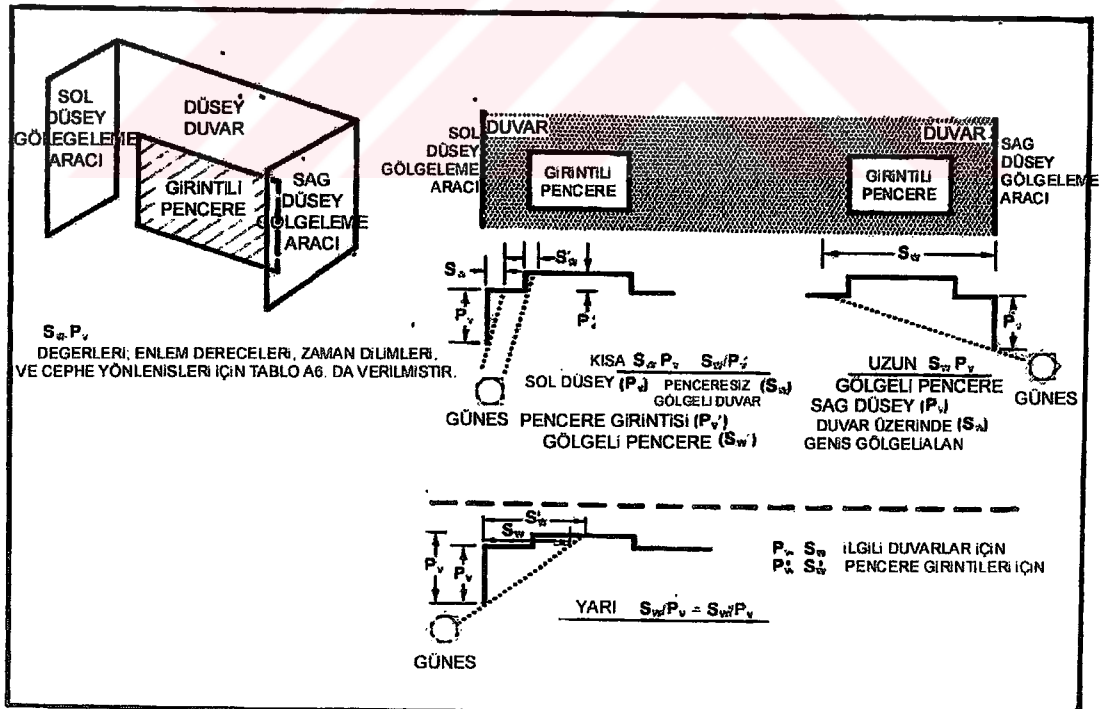


Şekil 3.73. Bina kesiti üzerinde P ve S_H değerleri.

Yapı kabuğundan gelen ısı kazancı ve konfor koşullarının sağlanabilmesi için gereken soğutma yükünün hesaplanabilmesi için belirtilen yapı kabuğu bölümleri ve bağıntılarda ifade edilen değerlerin karşılıkları aşağıda Şekil 3.74. ve Şekil 3.75. te gösterilmiştir.



Şekil 3.74. Yatay gölgeleme araçları ve yapı kabuğunda S_H ve P değerlerinin anlatımı.



Şekil 3.75. Düşey gölgeleme araçları ve yapı kabuğunda S_H ve P değerlerinin anlatımı.

* Maksimum Isı Kazancı Faktörü (SHGF)_{max} ve CLF

Maksimum ısı kazancı faktörü (SHGF)_{max} Tablo A2 'den elde edilir. Tablo A2 'de her enlem derecesi, ay ve yönlenişleri için değerler gösterilmiştir.

Anlatılan bu bilgilerden yola çıkarak bir bina bölümlerinde biriken ısı kazancına bağlı olarak ihtiyaç duyulan soğutma yüklerini hesaplayabiliriz. Gölgeleme yapılan yapı kabuğu parçasının gölgeleme yapılmayan yapı kabuğu bölümüne göre ne kadar bir ısı kazancı ile karşı karşıya kaldığını ve konfor koşullarının sağlanması için ihtiyaç duyulan soğutma enerjisi yükünü karşılaştırabilmemiz için aşağıdaki örnek verilmiştir[70].

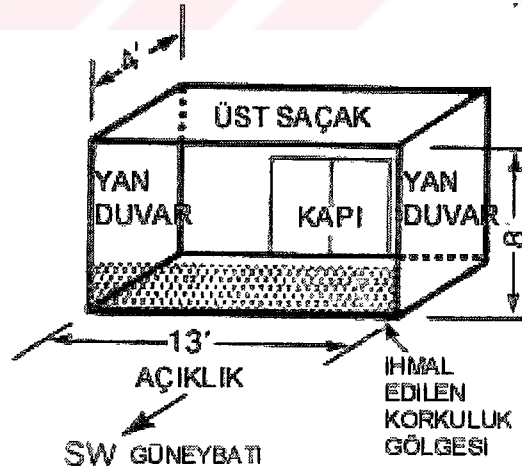
Örnek :

Ele alınan yapı kabuğunda bir karma güneş kontrolü tasarımı uygulanmıştır. Bir balkona açılan cam bir kapı yüzeyi, sağında ve solunda bulunan duvarlar ile oluşturulan düşey gölgeleme araçları ve üzerindeki diğer kat döşemesinin oluşturduğu saçakla meydana gelen bir güneş kontrol sistemi binanın Güneybatı cephesinde uygulanmıştır. Bina ile ilgili bilgiler aşağıdaki gibidir;

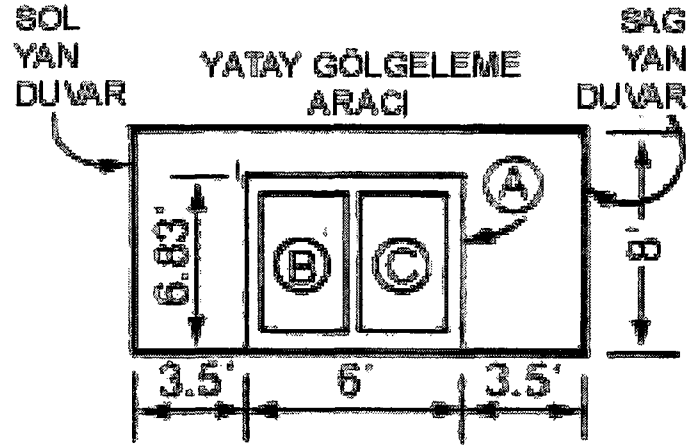
Yer: Chicago

Tarih ve Saat: 21 Haziran, 18:00

Enlem Derecesi: 42 derece Kuzey enlemi [70].



Şekil 3.76. Bina cephesinde oluşturulan karma güneş kontrol sistemi.



Şekil 3.77. Karma güneş kontrolü ile oluşturulmuş bina cephesinin ölçülerini gösteren cephe çizimi.

Isı kazancından dolayı ihtiyaç duyulan soğutma yükü;

$$q = A \times SC \times SHGF \times CLF \text{ 'dir.}$$

Örnekte soğutma yükü pencere camlarında gölgeleme yapılan ve yapılmayan bölümlere uygulandı.

$$Q = Q_{\text{gölgesiz}} + Q_{\text{gölgeli}}$$

Chicago kenti 42° Kuzey Enleminde bulunmaktadır.

Pencere camlarının alan hesabı;

Tüm alan : 6ft genişlik ve 6.83ft yükseklik

A : Ahşap çerçeveli doğrama, ortadaki kayıtlar birbirinin üzerine biniyor.

B : Cam 32in. x 74in. şeffaf cam

C : Herbir doğramada 1 / 4 in. bronz boyalı dış yüzey vardır.

1 / 4 in. hava

1 / 4 in. açık renkli iç boya

Herbir pencere cam alanı;

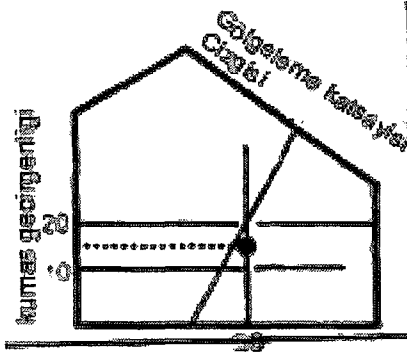
$$A = (32 \text{ in}) (74 \text{ in}) \times 1 \text{ ft}^2 / 144 \text{ in}^2 \\ = 16,45 \text{ ft}^2.$$

$$\text{Toplam Cam Alanı } A = 2 \times 16,45 = 32,9 \text{ ft}^2$$

$$\text{Brüt Pencere Alanı} = 6 \text{ ft} \times 6,83 \text{ ft} = 41,0 \text{ ft}^2$$

$$\text{Cam Alanı (\%)} = 32,9 / 41,0 \times 100 = \% 80,2$$

Tablo A2.'den Güneybatı yönü ve Haziran ayı için 42° Kuzey enleminde bulunan Chicago kentinde bulunan bir yapının ısı kazancı faktörü 40° ve 44° Tablo A2.'de verildiğinden ikisinin ortalaması alınarak bulunabilir.



Şekil 3.79. Şekil 3.78. den elde edilen gölgeleme katsayısı çizgisi.

* Gölgesiz (Unshaded) Bölümün Isı Kazancı Faktörü (SHGF)

SHGF = 170 (40° Kuzey Enlemi için) (Tablo A2.'den)

SHGF = 179 (44° Kuzey Enlemi için) (Tablo A2.'den)

Ortalama SHGF = 175 (Btu / saat.ft²) 42° Kuzey enlemi için bulunur.

* Gölge (Shaded) Bölümün Isı Kazancı Faktörü (SHGF)

Gölge cam bölümün ısı kazancı bulunurken Kuzey yönü baz alınır.

SHGF = 38 Btu / saat.ft² (Bu değerler farklı enlem dereceleri için çok farklılık göstermez.)

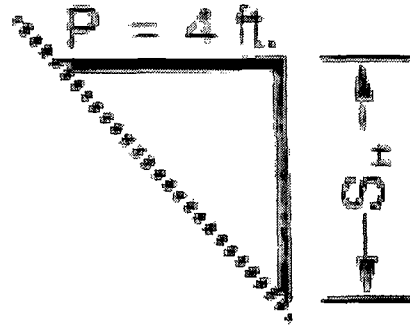
* Soğutma Yüğü Faktörünün Hesaplanması (CLF)

Güneybatı camlarının CLF değeri saat 17:00'da 0,69 ve gölge pencerelerin Kuzey (N) yönlenişinde CLF = 0,78 bulunur. (Tablo A1. ile)

S_H / P : Balkonda üst döşemenin yatay gölgeleme aracı olarak oluşturduğu kesitteki gölge bölümün uzunluğu.(her bir ft başına) (Şekil 3.80.)

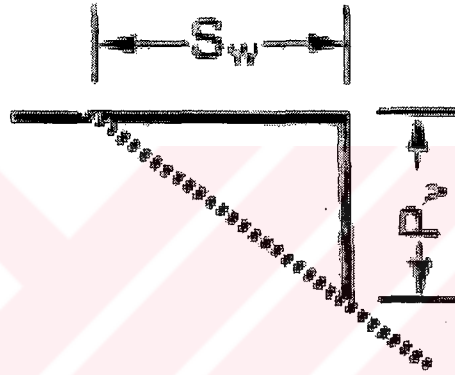
S_W / P_v : Balkonun iki yan duvarının dikey gölgeleme aracı olarak oluşturduğu plna düzlemindeki gölge uzunluğu.(her bir ft başına) (Şekil 3.81.)

Tablo A6.'den 40° Kuzey enlemi için saat 17:00'da Güneybatı (SW) için S_H değeri 0,7ft.....1,3 ft elde edilir.



Şekil 3.80. Bina kesiti üzerinde S_H ve P değerleri.

S_W / P_V değeri 48° Kuzey enlemi için saat 17:00 da 1,1 olarak bulunur. (Güneybatı SW)



Şekil 3.81. Bina planı üzerinde gölge alanı ifade eden S_W ve P_V uzunlukları.

$$S_H / P = 0,7$$

$$S_W / P_V = 1,3 - 0,25 (1,3 - 1,1) = 1,25$$

$$S_H = 0,7 (4) = 2,80 \text{ ft.}$$

$$S_W = 1,25 (4) = 5,00 \text{ ft.}$$

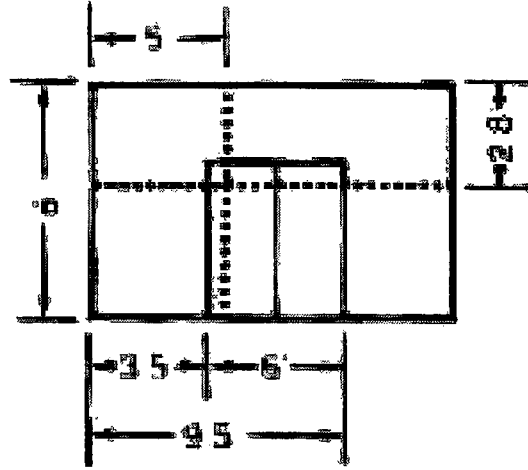
Buradan gölgelenen alan ve güneşli (gölgesiz) alanların hesabına geçilebilir.

$$A_{\text{gölgesiz}} = (8 - 2,8) (9,5 - 5) (0,8)$$

$$A_{\text{gölgesiz}} = 5,2 (4,5) (0,8) = 18,72 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{gölgesi}} = A_{\text{Cam Alanı}} - A_{\text{gölgesiz alan}} = 32,90 - 18,72$$

$$A_{\text{gölgesi alan}} = 14,18 \text{ ft}^2 \text{ olarak bulunur.}$$



Şekil 3.82. Bina cephe eskizinde gölgeleme araçlarıyla oluşan gölge hatları.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gölgesiz}} &= [A (SC) (SHGF_{\text{max}}) (CLF)]_{\text{gölgesiz}} \\
 &= 18,72 (0,37) (175) (0,69) \\
 &= \mathbf{836 \text{ Btu / saat.}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gölgeli}} &= [A (SC) (SHGF_{\text{max}}) (CLF)]_{\text{gölgeli}} \\
 &= 14,18 (0,37) (38) (0,78) \\
 &= \mathbf{156 \text{ Btu / saat.}}
 \end{aligned}$$

Gölgeleme yapılan ve yapılmayan yapı kabuğu bölümleri arasındaki fark;

$$836 - 156 = \mathbf{680 \text{ Btu / saat. 'dir.}}$$

Bunu metrik sisteme çevirirsek;

1 Btu / saat : 4 = 1 Kkal / saat olduğuna göre

170 Kkal / saat.'lik fark oluşmuştur.

$$836 / 156 = \mathbf{5,36 \text{ Kat .}}$$

Görüldüğü gibi güneş radyasyonundan direkt etkilenen yapı kabuğu bölümünde, gölgeleme yapılan yapı kabuğu bölümüne göre yaklaşık 5,5 kat daha fazla soğutma (Cooling) enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır [70].

3.2.3. Gölgeleme Aracı Tasarımıyla Elde Edilen Enerji Tasarrufu

Gölgeleme aracı tasarımıyla elde edilen enerji tasarrufuna ilişkin olarak çeşitli araştırmalar mevcuttur. Örneğin, gölgeleme araçlarının bina ihtiyacı olarak yıllık ısıtma ve yaz aylarında elektrik enerjisi talebinin en üst düzeyde olduğu zaman aralıklarında Amerika Birleşik Devletlerinin Teksas eyaletinin Austin kentinde yer alan bir konut kompleksinde Teksas Üniversitesi tarafından 1985 yılında saatlik enerji analiz modeli ile, tasarruf miktarları iç ve dış gölgeleme aracı için hesaplanmıştır.

Sonuçlar yıllık ısıtma ve soğutma enerjisi kullanımı ve enerji maliyeti, test edilen her bir gölgeleme aracı için aynı bölgede bulunan 3 ayrı konut yapısı ile karşılaştırılarak sunulmuştur. Gölgeleme araçları enerji maliyeti tasarrufu açısından sıraya konuldu ve buna bağlı olarak en iyi performansı gösteren 5 gölgeleme aracı yıllık soğutma enerjisi tasarrufu %32'yi bulduğunda, yıllık enerji maliyeti tasarrufu %5 ila %14 arasındaydı. Diğer kayda değer bir sonuç, gölgeleme katsayısı (SC) ve U-Value değerleri ile yıllık ısıtma ve soğutma enerjisi tasarrufunun normal seviyelere getirilmesi ve çok yönlü gerilemesi arasındaki ilişkidir. Bu karşılıklı ilişki vasıtasıyla çalışmanın sonuçları Austin'deki incelenen her bir konut için uygulanacaktır [48].

Araştırmada ele alınan 3 temel gölgeleme aracı tipleri;

- Yansıtıcı ve açık renkli cam (bir yüzüne şeffaf yansıtıcı film yapıştırılmış)
- İç Gölgeleme Araçları (jaluzi ve kumaş perdeler)
- Dış Gölgeleme Araçları (kumaş tenteler, yatay çıkıntılar, pencere girintileri ve ağaçlar)

Direkt ve dolaylı ısı kazancı, ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) tarafından analiz edildi. Her bir iç gölgeleme aracı, gölgeleme katsayısı (SC) ve bir U-Value değerine göre nitelendi. Dış gölgeleme araçları gölgeleme faktörleri (Time averaged shading coefficient) ile nitelendi [48].

Prototip Olarak Seçilen Konutların Parametrik Analizi

Tip olarak seçilen konutlar yeniden düzenlenmiş küçük, orta ve büyük ölçekteki evlerdir. Nominal temelde, (ısıtma, tek panel cam ve küçük bir saçak ile bir gölgeleme ve komşu binalardan yapı kabuğu üzerine oluşan gölgeleme) koşulları her üç evde de benzer şekilde kuruldu.

Birinci konut, 1964 yılı yapımı eski bir karkas sisteme ait bir katlı, iki yatak odalı bir evdir. Tavan kalınlığı 19cm., döşeme kalınlığı 11cm., 20 cm. Kalınlığında izolasyonsuz duvarlar ve soğutma (air-conditioning) uygulanan bir oda vardır. İkinci konut tek katlı 4 odalı ve 1973 yılında yapılmış bir konuttur. Yapı kabuğu 19cm kalınlığında yalıtımlı bir tavan ve 11 cm kalınlığında dış duvarlarla çevrilidir. Aynı zamanda 2,5 ton merkezi bir klima sistemine sahiptir. Üçüncü konut 2 katlı, 4 yatak odalı daha yeni ve büyük bir yapıdır. Isı kaybı daha az olan 11cm kalınlığında duvarlar ile yapılmıştır. İki adet merkezi klima bulunmaktadır. (1,5 ton ve 3 tonluk üniteler) [48].

İkinci ve üçüncü örnekteki tip konutlar aylık ve yıllık elektrik veya gaz kullanımı ölçen saatler gibi bir sisteme benzer şekilde DOE-2 şartlarında ölçülmüştür. Yapı kabuğunun her bir cephesi için gölgeleme faktörünün dağılımı ve buna bağlı olarak enerji kullanımı saptanması için gölgeleme aracının en uygun şekilde tasarlanması sağlandı.

Bu şekilde yapılan deneysel çalışma sonucu, eğer yapı kabuğundan olan ısı kazancı engellendiğinde (0 gölgeleme katsayısı), yıllık enerji maliyeti %7 ile %9 arasında azalmıştır. Bina yönelişi ve gölgeleme etkisinin cephelere dağılımını araştıran bu testte binanın yıllık enerji kullanımı, enerji maliyeti ve yazlık enerji talebinin en yüksek olduğu dönemlerde minimum bir etki sağlamıştır. Pencere camları çift cam ile yapıldığında %5 ila %7 gibi küçük miktarda bir enerji kullanımı azalması sağlanmaktadır. Buna karşılık bu şekilde yıllık enerji maliyeti yaklaşık %3 kadar azalma göstermiştir. Bu farklılık, gölgeleme saçağı ve komşu binaların gölgeleme alanları ne kadar küçük bile olsa bina ekonomisi üzerindeki etkisini göstermektedir[48].

Bu üç konut binası için iç stratejiler, enerji maliyeti tasarrufu açısından dış stratejilerin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bune benzer bir gereklilik, dış gölgeleme araçları bir yapı kabuğu için tüm yıl boyunca devam eden bir etki göstermesidir. Kış aylarında yapı kabuğundan olan ısı kazancı azaldığında U-Value değerinin yükselmesi bina ısıtma maliyetini düşürecekken dış gölgeleme araçları

U-Value değerinin yükselmesine engel olur. Örneğin, açılır-kapanır tente şeklinde bir gölgeleme aracı kış aylarında çıkartılarak yapı kabuğunun ısı kazancı artırılabilir. Bununla birlikte dış gölgeleme aracının yıllık enerji tasarrufunu 3. ev olan en büyük konutta %7 azalttığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, kullanılan dış gölgeleme aracının yıllık soğutma enerjisi tasarrufu %32'ye varırken, yıllık enerji maliyeti tasarrufu %14'e ve yazlık ısı kazancı yükü %22'ye inmiştir [48].

Dış gölgeleme aracının enerji tasarrufu üzerindeki değeri böyleyken yapı kabuğu yüzeyinde güneş kontrolü önlemi olarak kullanılan bir yüzüne yansıtıcı film yapıştırılmış açık renkli camın yıllık enerji maliyeti tasarrufu %1 ile %3 arasında saptanmış, hareketli jaluzinin enerji tasarrufu %0.3'tür [48].

Yıllık enerji maliyeti tasarrufuna göre tasarruf miktarının yüksek olduğu değerden az olduğu değere doğru sıralanmış gölgeleme araçları ve gölgeleme katsayıları;

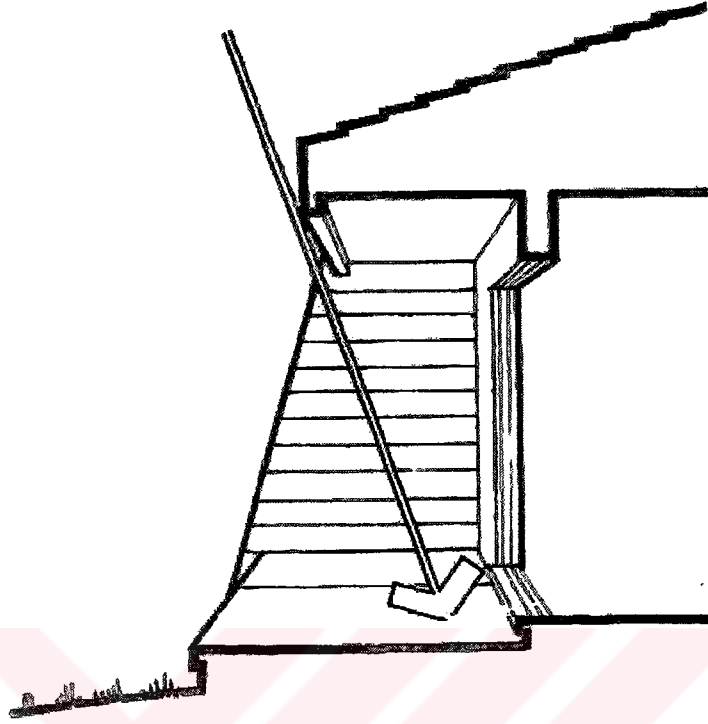
- Dış gölgeleme aracı olarak yatay gölgeleme aracı: (SC= 0.14)
- Yansıtıcı filmlili açık renk cam : (SC=0.23)
- İç kumaş perde : (SC=0.15)
- Hareketli jaluzi (45° açık pozisyonda) : (SC=0.51)

3.2.4. Bina Ekonomisine Yardımcı Güneş Kontrolü

Yapı Kabuğunda tasarlanacak bazı sistemlerle ısıtma ihtiyacı olan dönemlerde iç mekan ısı seviyesinin artırılması ve iç mekan aydınlık düzeyinin artırılması sağlanabilir. Bu şekilde bina ekonomisi üzerinde tasarruf sağlamak mümkün olabilmektedir.

3.2.4.1. Yapı Kabuğunda Yarı Korunumlu Bölgeler

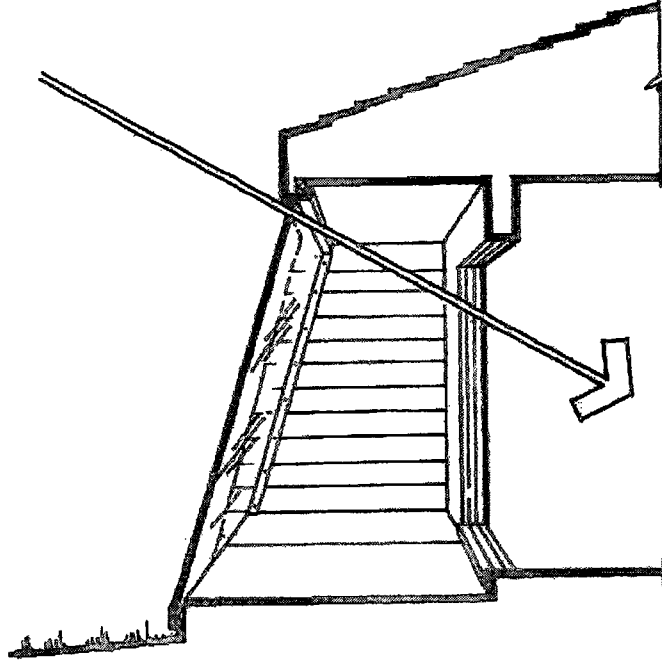
Teraslar, saçaklar, iç bahçeler ve güneş kontrolü amaçlı yapılan diğer öğeler iç mekanın görsel ve iklimsel konfor koşullarına etki eder. Yaz aylarında saçaklar ve teraslar bina duvarlarını ve duvar boşluklarını gölgeleyerek bina cephesinde güneş ışınlarına karşı bir kalkan oluştururlar. Bu durum yapı kabuğundaki ısıyı düşürerek hem doğal havalandırma sağlar hem de duvarlardaki ısı kazancını en aza indirir. Güneş kontrolü elemanlarının çeşitliliği doğal havalandırma ve güneşi keserek ısı kaybı ve kazancını kontrol etmede bize farklı seçenekler sunar [2].



Şekil 3.83. Yaz aylarında güneş kontrolü yapacak şekilde boyutlandırılmış saçak.

İç bahçe ve avlular iyi bir şekilde bitkilendirildiğinde mekanın ısını düşürür ve ortam neminin buharlaşmasını sağlar. Bu şekilde iç avlular ile planlanabilen binalarda bina cephesinde ağaçlar ve iç avlu tarafından oluşan bu doğal havalandırma ve mekanın ısı seviyesinin düşmesi binada soğutma için harcanacak enerji miktarını da önemli ölçüde azaltır.

Aynı şekilde tasarlanan dış mekanlar kış aylarında da bir çok yarar sağlar. Güneşi mekanın içine alacak ve hapsedebilecek şekilde tasarlanan yapı kabukları kısa sürede yapının bu dış bölümlerini ılık mekanlar haline getirir. Yapı kabuğunun kullanılan bölümlerinin kış güneşini maksimum derecede alacak şekilde uzatılması bina içindeki ısıнын artmasına ve ısı kaybının en aza inmesine neden olur. Dış mekanlar hem yaz güneşinden korunmak hem de kış güneşini en maksimum derecede içeri almak amacı ile tasarlanabilir ve yapı kabuğu ile arasında bir cam bölme oluşturularak kışın bu alana gelen güneş ışınlarının ısı olarak bu alanda depolanarak binanın ısı kaybını minimuma indirmesi sağlanabilir (Şekil 3.82.) [2].

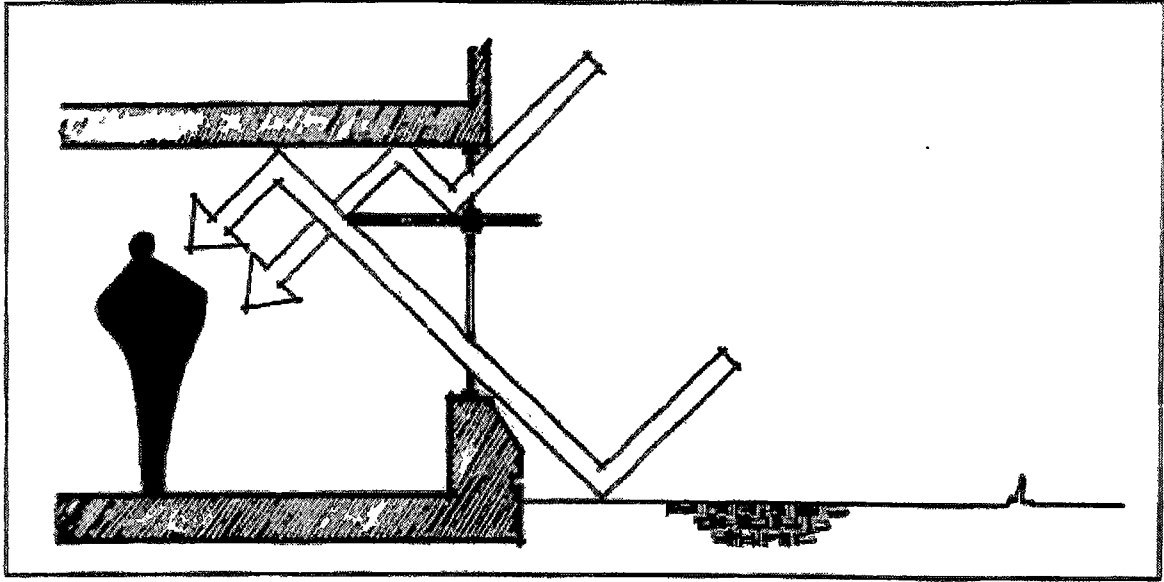


Şekil 3.84. Yapı kabuğu ile duvar boşluğu arasında cam bölme bırakarak güneş kontrolü fonksiyonunun sağlanması ve iç mekan ısısının korunması .

3.2.4.2. Isınma ve Aydınlık Düzeyi İhtiyacı Açısından Gölgeleme Aracı Tasarımları

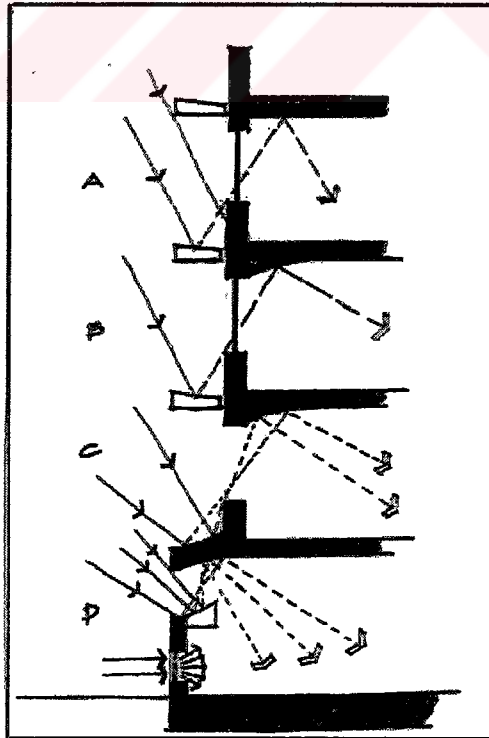
Güneşin kaynağı olan güneş, yüzeyler ve nesneler tarafından mekanın içine yansıtılır ve dağıtılır. Derinliği ve görüş mesafesi çok olan mekanlarda bu şekilde bina cephesine gelen ışığı mekanın içine yayarak almak mekanın içindeki görsel konfor koşullarını artıracaktır. Bu şekilde bina yüzeyindeki yansıma ve emme oranında da ciddi bir düşüş olur. Tavan seviyesinden seviye olarak düşük şekilde tasarlanacak yatay bir eleman mekanın içindeki aydınlık seviyesini artırırken penceredeki oluşacak yansımayı ve parıltıyı da engelleyecektir (Şekil 3.83.) [7].

Cisimlerin görülebilirliğinde rol oynayan parıltı etkeninin çok yüksek değerlere ulaşması ile, kamaşma olayı meydana gelmektedir. Bununla birlikte büyük parıltı kontrastları da gözün görme yeteneğini azalttığı gibi bir huzursuzluk duyguyu uyandırabilir [49].



Şekil 3.85. Yatay bir gölgeleme aracının, günışığını endirekt olarak mekanın içine yansıtacak şekilde tasarlanmasıyla mekanın aydınlık düzeyinin artırılması.

Pencerelere ve duvar boşluklarına doğru tavanların mekana göre içbükey tasarlanması günışığının mekanın içine daha fazla alınmasını sağlayarak mekanın aydınlık seviyesini artırır ve mekanın içinin daha fazla ısınmasını sağlayarak enerji tasarrufu sağlar (Şekil 3.84.) [7].



Şekil 3.86. Günışığını dış gölgeleme araçlarıyla mekanın içine yönlendirme yöntemleri.

3.3. Bölüm Sonuçları

Güneş radyasyonunun yapı kabuklarına etkilerinin kontrol edilmesi gerekliliği, yapı kabuklarında kullanılacak gölgeleme araçlarının (shading devices) oluşmasındaki ana etken olmuştur. Güneş radyasyonunun oluşturduğu rahatsız edici kamaşma etkisi ve yapı kabuğunda ısı kütlelerinin birikmesi sorunlarını çözmek için birbirinden farklı güneş kontrolü önlemleri geliştirilmiştir.

Bu nedenle ilk olarak " yapı kabuğunda değil dışındaki öğelerin bu amaca yönelik kullanımı bu sorunu çözebilir mi ? " sorusu gündeme gelmektedir. Ağaç ve büyük ebatlı bitkilerin yapı kabuğu çevresinde güneşin yörüngesel hareketi dolayısıyla güneş açıları irdelenerek, bu veriler ışığında uygun yerleştirdikleri özellikle az katlı veya yüksek binaların alt katları için soruna çözüm getirebilmektedir.

Binanın tasarlanacağı çevrede bulunan mevcut yapıların kütleleri ve onların oluşturacakları gölgeler saptanmalı ve tasarımına başlanacak binanın cephesine etkileri hesaplanmalıdır. Böylelikle tasarlanacak binanın cephesinde uygulanacak gölgeleme araçlarının bazı katlar için uygulanmaması gündeme gelebilmekte böylelikle binanın ilk yatırım maliyeti düşürülebilmektedir.

Bütün bu çevresel etkenlerin dışında yapı kabuğu tasarımlarında güneş kontrolü öğeleri tasarımına gelindiğinde dört ayrı gölgeleme aracı tasarımıyla karşılaştırılmaktadır. Yatay, düşey, yatay ve düşey gölgeleme araçlarının birlikte kullanılmasıyla elde edilen karma gölgeleme araçlarının yeşil bitkiler gibi doğal ve canlı öğelerin yapı kabuklarında kullanımı ile bir çok sayıda gölgeleme sistemi kullanılabilir. Bu genel anlatımlarla belirlenmiş olan gölgeleme araçlarının yapı kabuğu bağlantılı tasarımları ve esas sistemlerle ne kadar farklı tasarımlar yaratılabileceği tamamen mimarların elindedir.

Çoğu zaman yatay, düşey ve karma gölgeleme araçları ile oluşan yapı kabuğu karakterleri farklılık göstermektedir. Bununla beraber yapı kabuğunda tasarlanan güneş kontrolü sistemlerinin bina cephelerini belirleyen ana unsur olması olası hatta sıkça karşılaştığımız bir durumdur.

Gölgeleme araçlarının yapı kabuklarında doğru performans gösterebilmeleri için gölgeleme maskelerinin doğru çıkartılması gerekmektedir. Yatay gölgeleme araçları yay, düşey gölgeleme araçları dilimsel ve karma gölgeleme araçları da yay ve dilimsel şeklin birleşimi biçiminde maske oluşturmakta ve koyu alan (yay veya dilim

şeklinin içindeki) gölgeleme aracının performans gösterdiği zaman dilimlerini göstermektedir.

Çalışmada belirtilmek istenen bir başka ana sorun; güneş radyasyonunun bina ekonomisi üzerindeki etkileridir. Yaz aylarında güneş ışınlarının yapı kabuğunun ısı kütleleriyle sarılmasını sağladığı ve bunun sonucu olarak mekan içinde iklimsel konfor koşullarının oluşturulması için çok pahalı yapma iklimlendirme (HVAC) sistemleri kullanıldığı herkesçe bilinmektedir. Bu sorunun çözümü olarak dış gölgeleme araçları, güneş ışınlarını yapı kabuğuna ulaşmadan kestiği için bu sorunun çözümünde en doğru, en ekonomik ve en kalıcı çözüm olmaktadır. Özellikle yapı kabuklarında camın çok kullanılması gündeme geldikçe binaların içindeki iklimsel konfor koşullarının sağlanması için gereken soğutma yükü ve ona bağlı olarak kurulacak yapma iklimlendirme (HVAC) sisteminin maliyeti o kadar ağırlaşmaktadır. Çalışma kapsamında camın özellikle incelenmesinin ve özelliklerinin anlatılmasının asıl sebebi, yapılardaki en büyük ısı kaybının camın kullanıldığı pencereler veya çatı ısıklıkları gibi bölümlerden olmasıdır.

Bununla beraber güneş radyasyonunun arzu edildiği kış aylarında, güneş kontrol elemanları kışın ihtiyaç duyulan mekan içi sıcaklık derecesinin ve aydınlık düzeyinin artırılması amaçlı da tasarlanmaktadır.

Sonuç olarak; 3. Bölümde yapı kabuğunda gölgeleme araçlarının oluşumu ve bu tasarımların bina ekonomisi üzerindeki olumlu etkileri bir takım sayısal sonuçlara da varılan örnek niteliğindeki bazı çalışmalarla irdelenmiştir.

BÖLÜM 4 : ÖRNEKLEMELER

Cephe oluşumu ve bina ekonomisi açısından güneş kontrol sistemlerinin örneklerle somutlaştırılabilmesi için farklı ülkelerden özellik arz eden uygulamalar, bir örnekleme çalışması olarak aşağıda sunulmaktadır.

4.1. Örnekleme Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Önceki bölümlerde yapı kabuklarında güneş kontrolü sisteminin kurulması gereksinmelerinin nedenleri ve doğru bir güneş kontrolü sisteminin nasıl tasarlanması gerektiği incelenmişti.

Yatay, düşey, karma ve yapı kabuğunda tasarlanan yeşil öğelerin güneş kontrolünün yanısıra yapı kabuğu oluşumuna etkileri çok farklı tasarlanmış bina cephelerini karşımıza çıkarabilmektedir. Şüphesiz ki bu farklı gölgeleme sistemi tasarımlarıyla elde edilebilecek yapı kabuğu karakterleri sınırsızdır. Araştırma kapsamına alınan örneklerde bunlar açıkça görülebilmektedir.

Seçilen örneklerin farklı iklim bölgelerine ait olmalarına ve bunun belirtilmesine özellikle ihtiyaç duyulmuştur. Örnekleme çalışmasıyla çalışmada varılan bazı sonuçlara somut örneklerle işaret edilmek istenmektedir. Örnekler içinde bulunan bazı yapı kabuklarında uygulanan gölgeleme araçlarının oluşturduğu gölgeleme maskeleri verilerek daha iyi kavranması sağlanmaya çalışılmıştır.

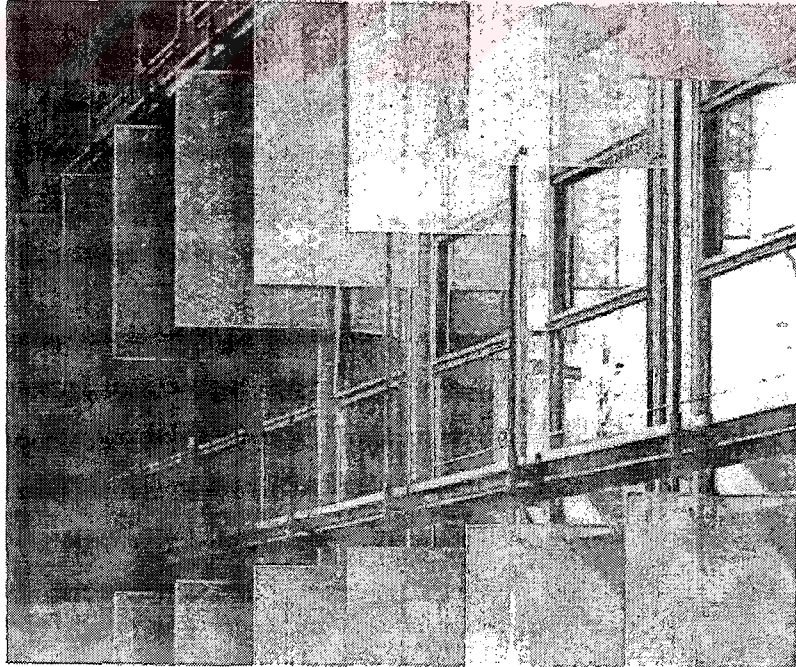
Bu bölümde anlatılmak istenen, güneş kontrolünün ana etken olarak düşünülmesi ile oluşacak yapı kabuğu tasarımlarının, mimarların inisiyatifinde ve onların hayal gücüne bağlı olarak sınırsız olduğuna işaret etmektir. Aktarılan bilgilerin pekiştirilmesi için binalarda konfor koşullarının oluşturulması ve bina ekonomisi üzerinde tasarruf sağlanması amacına yönelik tasarlanmış ve uygulanmış dünya genelinde seçilen bazı örneklerin incelenmesinde yarar vardır.

4.2. Örnekler

Konunun pekişmesi açısından örnekleme çalışması kapsamında, farklı iklim bölgelerine ait, 4 ayrı kıtada tasarlanmış ve yapı kabuğunda güneş kontrolü fonksiyonunun baskın bir şekilde öne çıktığı farklı bina fonksiyonlarına ait yapı kabuğu tasarımları seçilmiştir.

4.2.1. Open Üniversitesi, Milton Keynes / İngiltere

Open Üniversitesi'nin Walton Hall, Milton Keynes'teki kampüsünün yapımına 1969 yılında başlandı. 1995'te ise 5000 m²'lik yeni ofis binalarının ve buna bağlı mekanların yapımına karar verildi. Mimar Feilden Clegg tarafından hazırlanan yenilikçi ve binanın az enerji kullanımına dayalı tasarımı üniversiteyi etkiledi. Bina Kuzey-Güney doğrultusunda uzanan bir plana sahiptir. Binanın tasarımında binanın ısı kazancını minimuma indirmek için bina cephelerini termal kütlelerin etkisinde bırakacak şekilde ve öncelikle asma tavanlardan kaçınılarak katlardaki zemin ve tavan arası yükseklik maksimum derecede tutulmaya çalışılarak mekan içinde doğal havalandırma hatları oluşturulmuş ve güneş kırıcı elemanlarla ısı kazancı azaltılmaya çalışılmıştır [17].



Şekil 4.1. Binanın Doğu cephesinde yapı kabuğuna açılı şekilde yerleştirilen kalkan şeklinde tasarlanmış delikli metal elemanların bina cephesindeki belirleyici etkisi.

Güneşin direkt etkisi değil endirekt etkisi esas alınmış ve iç mekanlarda bu endirekt ışık mekanın aydınlık seviyesini artırmıştır [17].

Batı cephesinde ise hareketli yatay elemanlar hem güneş kırıcı olarak hem de bir yürüyüş yolu gibi düşünülerek cephe camlarını temizlemeye olanak vermiştir. Dış yüzeylerde yapılan güneş kontrolleri güneşin direkt etkisini (Göz Kamaştırıcı Etkisi) tam olarak kesememiş bu yüzden her iki cephede de pencerelerin iç bölümlerinde güneş kırıcı elemanlar kullanılmıştır. Bina cephelerinin güneş kontrolü açısından

yönlenişleri ideal değildir. Bunun sonucu olarak pencerelerin iç yüzeylerinde ikinci bir güneş kontrolü düşünölmek zorunda kalınmıştır.(Şekil 4. 3.)



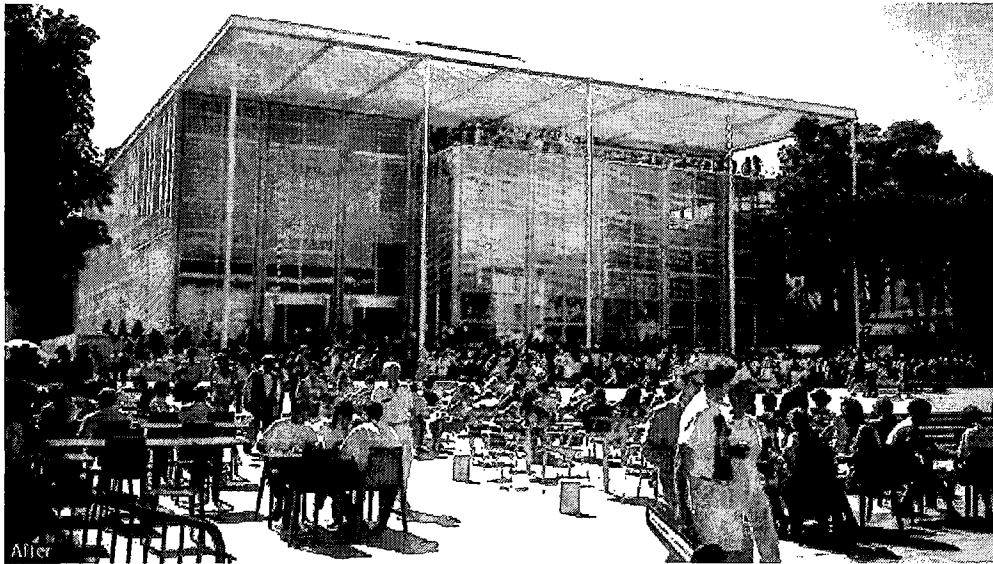
Şekil 4.3. Batı cephesinde kullanılan hareketli yatay güneş kontrolü elemanlarının cephedeki belirleyici etkisi.

4.2.2. Carré d' Art, Nîmes - Fransa

Fransa'nın Nîmes kentinde Sir Norman Foster tarafından 1984 yılında bir proje yarışması sonucu tasarlanan ve 1993 yılında yapımı tamamlanan bina bir müze - kütüphane ve sanat merkezi yapısıdır. Bina Roma dönemine ait bir tapınağa bakmakta ve geniş bir meydan da bulunmaktadır. Binanın tapınağa bakan cephesi yapı kabuğunun ana karakterini belirleyen cephesi olarak öne çıkmış bina girişi de burada planlanmıştır.(Şekil 4.4.)



Şekil 4.4. Roma dönemine ait tapınağa bakan Güneybatı cephesi .



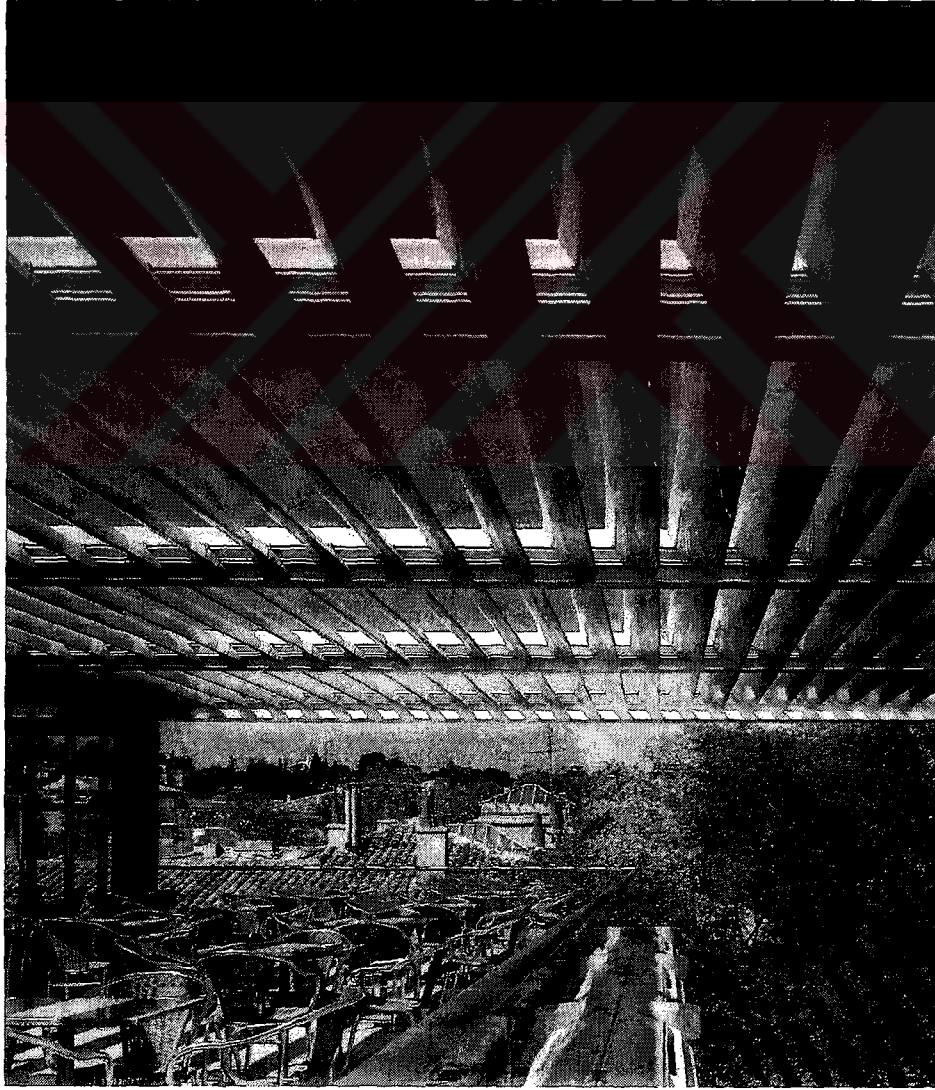
Şekil 4.5. Yapı kabuğunda güneş kontrolünün belirleyici etkisi.

Bu konumsal özelliklerden dolayı yapı kabuğunun güneybatı yönüne bakan ana cephesi başta olmak üzere tüm cephe hemen hemen tamamen şeffaf olarak düşünülmüştür. Aynı zamanda binanın yine bu ana cephesinde en üst katta büyük bir açık teras planlanmış ve bu terasta insanların tarihi tapınağı gözlemlemeleri sağlanmıştır [54].



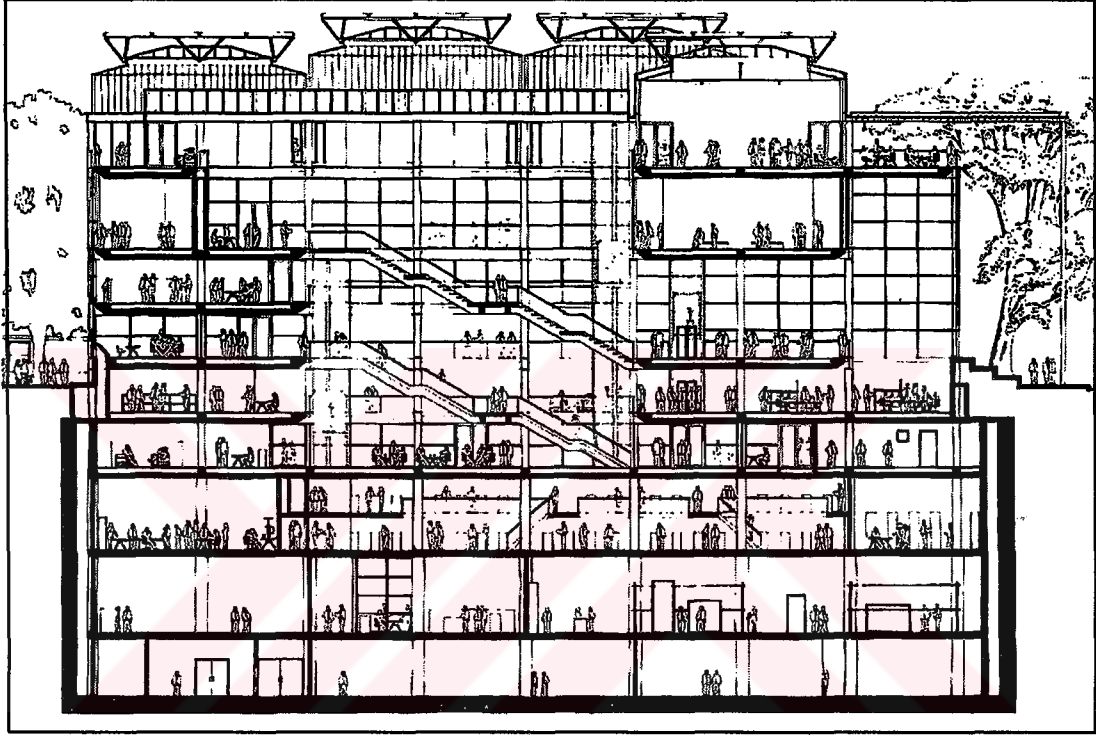
Şekil 4.6. Yapı kabuğunda metal pergola ve cam cephe üzerindeki 45° açılı tasarlanan gölgeleme araçları.

Bu şekilde planlanan binanın Güneybatı cephesi çok önem kazanmış ve bir güneş kontrol sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Binanın bu cephesinde özellikle öğleden sonra dar açı ile gelen güneş ışınlarının olumsuz etkilerini engellemek için metal pergola tasarlanmıştır; bu da yapı kabuğunun baskın (dominant) bir öğesi olarak ön plana çıkmıştır. Bunun yanısıra bu metal pergola nitelik olarak yatay bir gölgeleme aracı olduğundan Güneybatı yönünde dar açılı güneş ışınlarını kesmekte yeterli olmamış , bu yüzden cam cephe üzerinde daha küçük kesitli metal profillerin 45° açı ile yerleştirilmesi ile bir güneş kontrol sistemi daha uygulanmıştır. Yatay metal pergola binanın en üst katında yer alan açık terasın üzerini tamamen kaplandığından ve bu profillerinde 45°açı ile yerleştirilmesinden dolayı yaz aylarında güneşin en dik durumunda iken güneş ışınlarını kesmektedir.

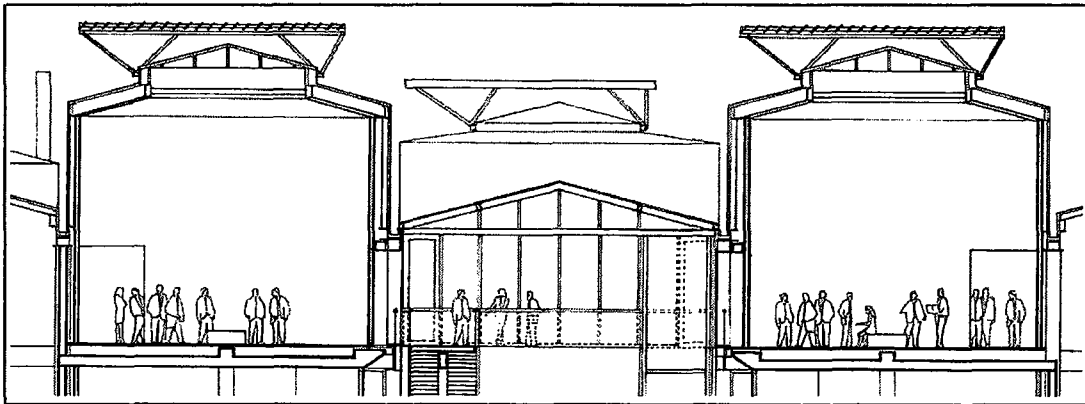


Şekil 4.7. Binaın en üst katında yer alan seyir terası üzerinde güneş kontrolü.

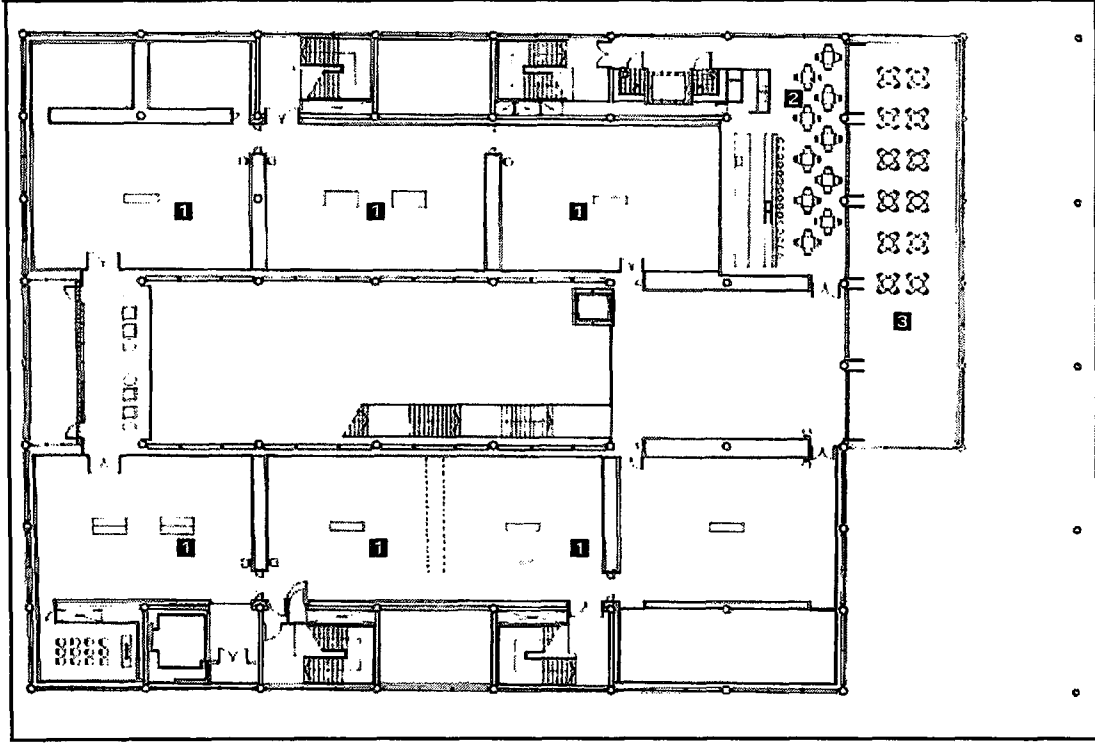
Bunun yanısıra bina çatısında 7 adet çatı ışıklığı (skylight) tasarlanmış ve bu yapı elemanlarının üzerinde de bir güneş kontrol sistemi düşünülmüştür. Çelik konstrüksiyon ile taşınan Güneye doğru 45° açılı yerleştirilen metal profiller ile kurulan gölgeleme sistemi tüm çatı ışıklıklarında uygulanmış, bu gölgeleme araçlarının çatı ışıklıklarından yaklaşık 2,50 mt yüksek tasarlanması ile dışarıdan algılanması sağlanarak binanın tümünde güneş kontrolü fonksiyonunun ön plana çıkmasına sebep olmuştur.



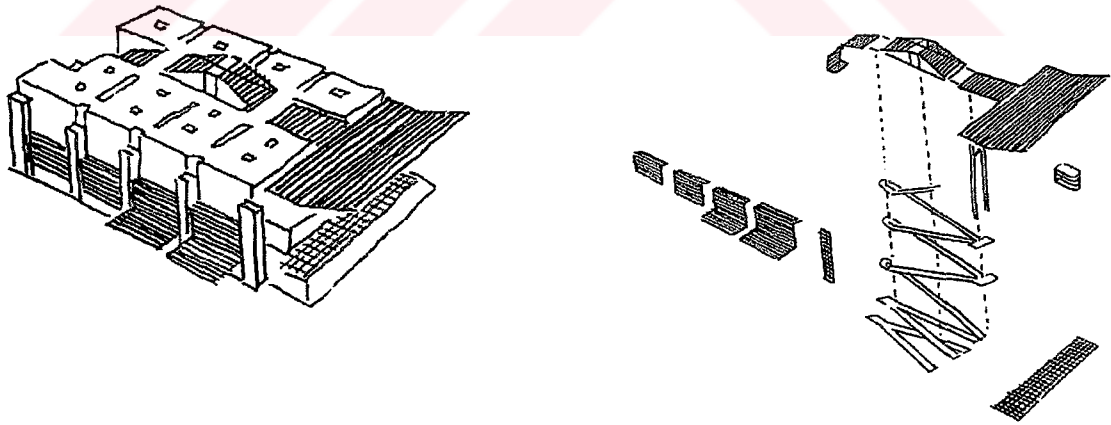
Şekil 4.8. Bina boykesiti üzerinde cephede ve çatıda güneş kontrolü.



Şekil 4.9. Kısmi enkesit üzerinde çatı ışıklıkları üzerindeki metal gölgeleme araçları.



Şekil 4.10. Bina Planı.[54]



Şekil 4.11. Yapı kabuğundaki güneş kontrolünün tasarım eskizleri [54].

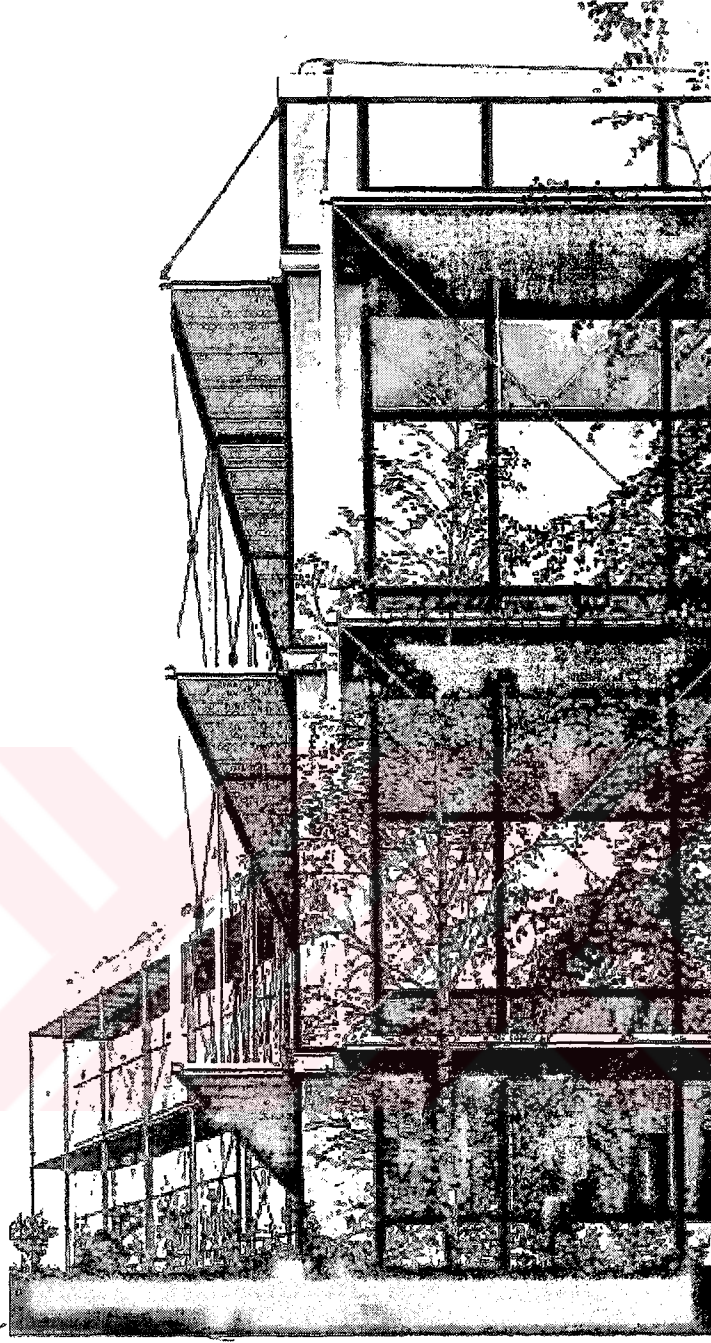
4.2.3. Office Park, Leeds / İngiltere

Mimar Peter Foggo tarafından tasarlanan ve uygulanan bina İngiltere 'nin Leeds kenti yakınlarında inşa edilmiştir. Bina ana girişinde yer alan tamamen şeffaf düzenlenmiş olan atrium bölümüne iki yandan takılan ofis blokları şeklinde tasarlanmıştır. Atrium ve ofis bloklarının büyük cepheleri Güney yönüne bakmaktadır (Şekil 4.12.) [16].



Şekil 4.12. Bina Güney cephesi.

Bina ısıtma ve soğutma maliyetlerini en aza düşürmek amacıyla cam açıklıkların hakim olduğu bir şekilde tasarlanmış; düşey ve yatay taşıyıcıların araları tamamen şeffaf ve opak (Spandrel) camlar ile kapatılmıştır. Güneşin direkt ışınlarını kesmek amacıyla düşey ızgara şeklindeki elemanlar kullanılmış, bunlar çelik boruların düşey ve çapraz kullanılması ile cephenin üç boyutlu bir görünüm kazanmasına yol açmıştır. Bu elemanlar aynı zamanda özel bir cam silme sisteminin yapılmasına gerek duyulmadan insanların üzerinde yürüyerek camların temizlenmesine de olanak vermiştir. Güney cephesinde uygulanan bu güneş kontrolü tasarımı diğer Kuzeybatı ve Doğu cephelerinde de cephe bütünlüğü sağlanması kaygısıyla aynı şekilde uygulanmıştır. Düşey kontrol elemanları Güney cephesinde güneş kontrolü fonksiyonunu başarıyla yerine getirirken; diğer üç cephede güneş ışınlarının istenmeyen etkilerini engelleyemediği görülmüştür. Bununla beraber binanın Güney cephesinin en uzun ofis bloğu cephesini oluşturduğu düşünülürse güneş kontrolü açısından tam olmasa bile önemli ölçüde başarıya ulaşıldığı görülmektedir. (Şekil 4.13.)



Şekil 4.13. Güney cephesinde kullanılan yatay gölgeleme araçlarının cephe kaygısı sebebiyle fonksiyonsuz olarak Doğu cephesinde de uygulanması.

4.2.4. Arizona'da Konut / A.B.D.

Arizona'nın iklim şartlarına ve yöresel mimari yapısına göre mimar Judith Chafee tarafından tasarlanan konut yapısı Güneybatı yönüne bakacak şekilde planlanmıştır. Yapı kabuğu ısı izolasyonu açısından kalın ve ağır taş duvarlarla çevrilidir [2].

Yapının iç bahçe bölümünde ve teras bölümünde doğal ahşap elemanlarla boylu boyunca bir güneş kontrol öğesi tasarlanmıştır. Dağın eteklerinde yapılan bu binanın üzerinde tasarlanan bu güneş kontrol elemanı dağın eteklerini yalayarak gelen ve ortam nemini alan rüzgarın rahatça içinden geçmesine izin verecek şekilde ve yöresel mimariye uygun olarak tasarlanmıştır.(Şekil 4.14.)



Şekil 4.14. Arizona'nın sıcak ve kuru ikliminde rüzgara izin veren doğal malzemelerle tasarlanmış Güney cephesi.

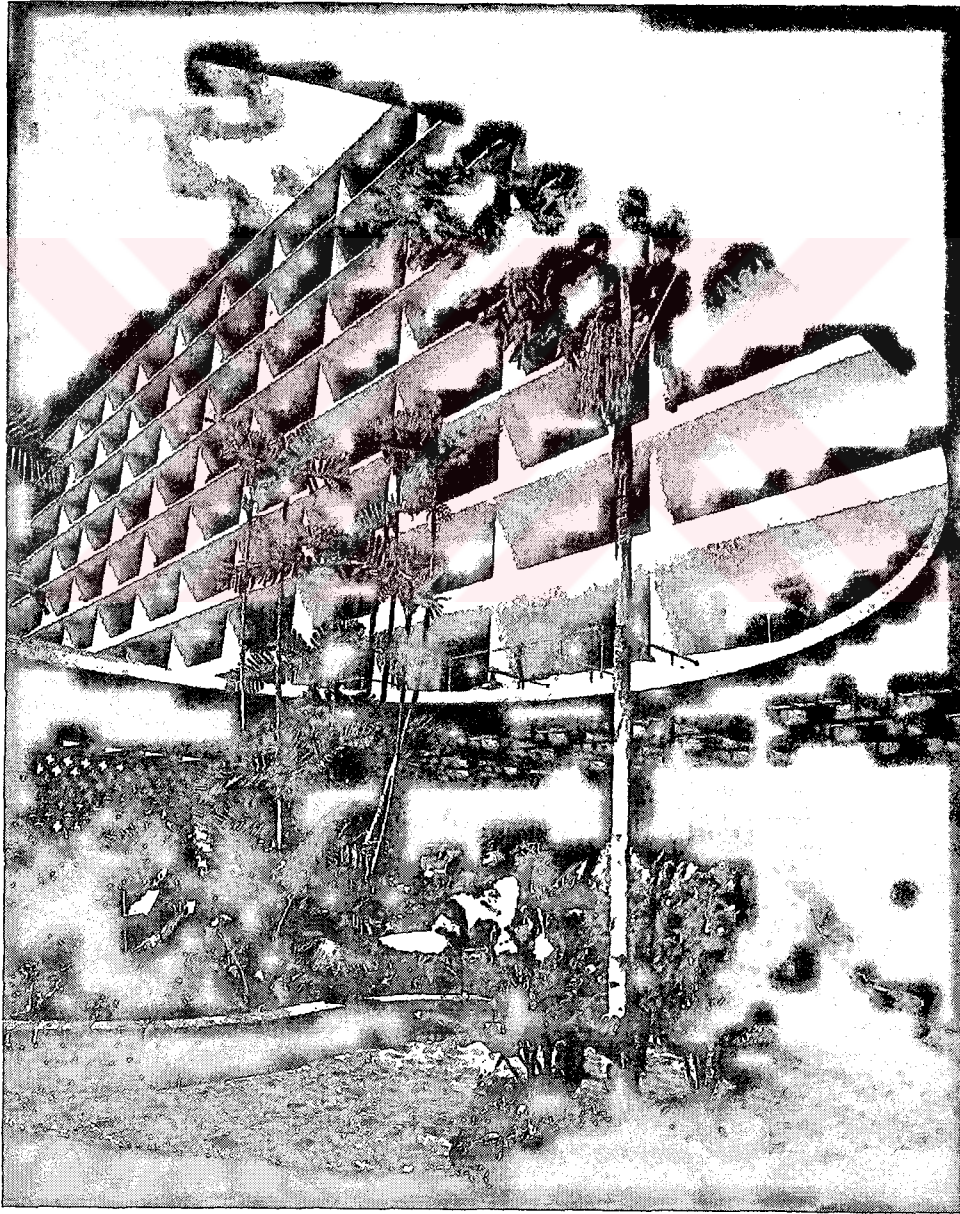
Bina Güneybatı cephesinde tasarlanan ve yöreye ait doğal malzemelerle yapılan güneş kontrol saçağı oldukça büyük tutularak yapının aynı yönünde bulunan açık terasın çok geniş olarak yapılmasına ve güneşin yoğun etkisinin söz konusu olduğu zaman dilimlerinde rahatça kullanılmasına olanak vermiştir. (Şekil 4.15.)



Şekil 4.15. Güneş kırıcıların gölge etkisi.

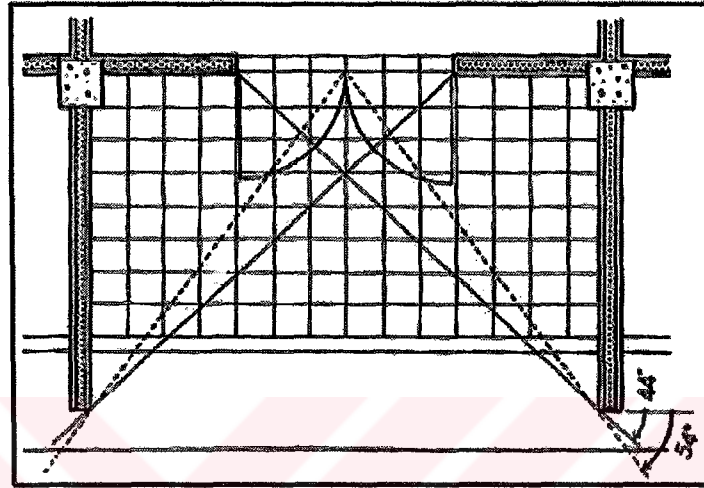
4.2.5. El Panama Oteli / Panama

Şekil 4.16 da Panama'da yapılmış Panama Oteli'nin Panama körfezine bakan cephesini görülmektedir. Panama sıcak nemli bir bölge olduğu için otelin iç mekanlarında konfor ortamının sağlanması iki temel ilkenin gerçekleşmesine bağlıdır. Birinci ilke otel odalarının cephelerini güneş ışınlarından koruyan güneş kontrol elemanlarıyla donatılmış bir yapı kabuğu oluşturmak, ikinci ilke olarak da okyanustan esen serin rüzgarların iç mekana girişini sağlamaktır [10].

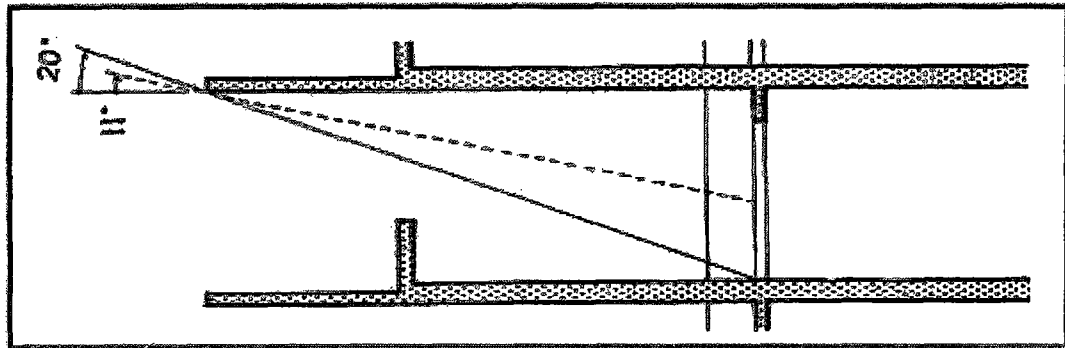


Şekil 4.16. El Panama oteli cephesi.

Yapı kabuğuna baktığımızda bu temel ilkenin bina kabuğunun oluşumunda doğru tasarlandığı görülmektedir. Odalar önünde bulunan balkon döşemesi ve bunu çevreleyen duvar ; yatay ve düşey güneş kontrol elemanı olarak kullanılmıştır. Bu eleman boyutlarının güneş kontrolünü en olumlu biçimde sağlayarak, rüzgarın iç mekana girişini önleyemeyecek boyutta yapıldığı kesit ve plan krokilerinde görülmektedir (Şekil 4.17.)[10].



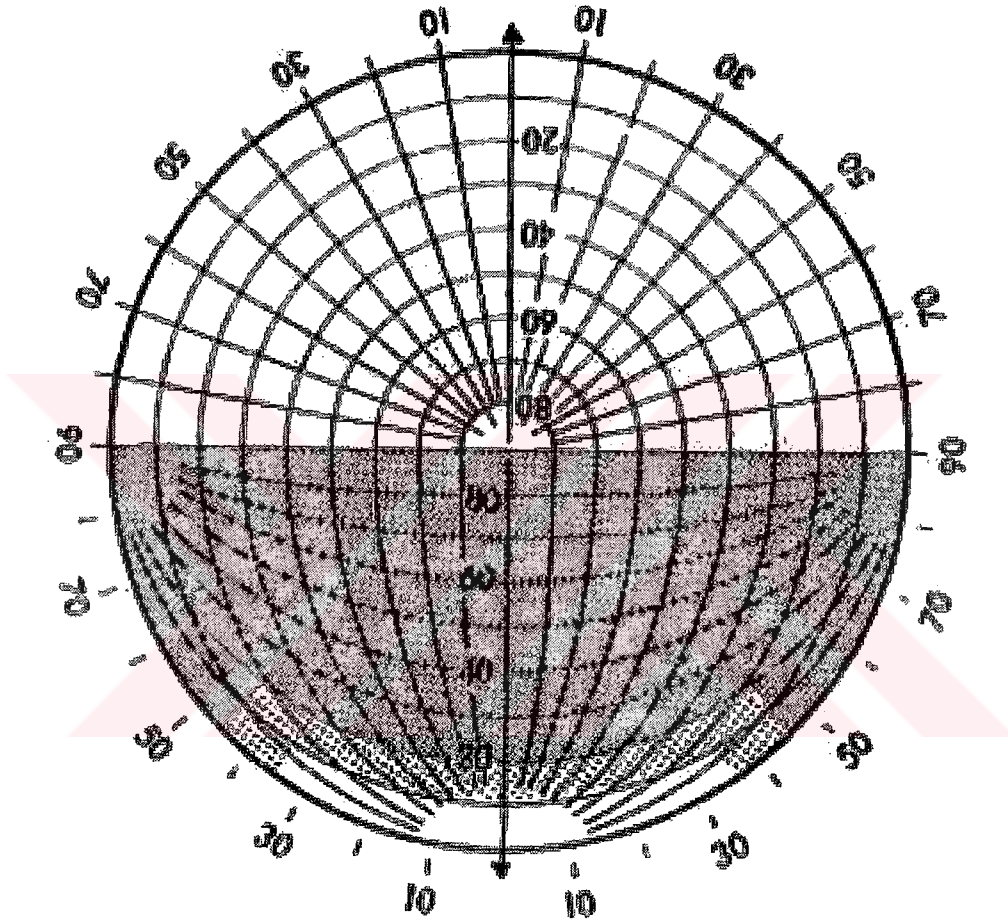
Şekil 4.17. El Panama Oteli planında görülen profil açıları.



Şekil 4.18. Cephe kesitinde görülen yükseliş açıları.

Yapı kabuğunda; güneş kontrolünün gerekli olduğu saatlerdeki güneş açıları belirlenerek; profil açısının 20° üzerindeki açılarının tamamını ile, azimut açısının 44° ile 54° dışındaki açılarının kontrolünü sağlayacak boyutta tasarlandığı

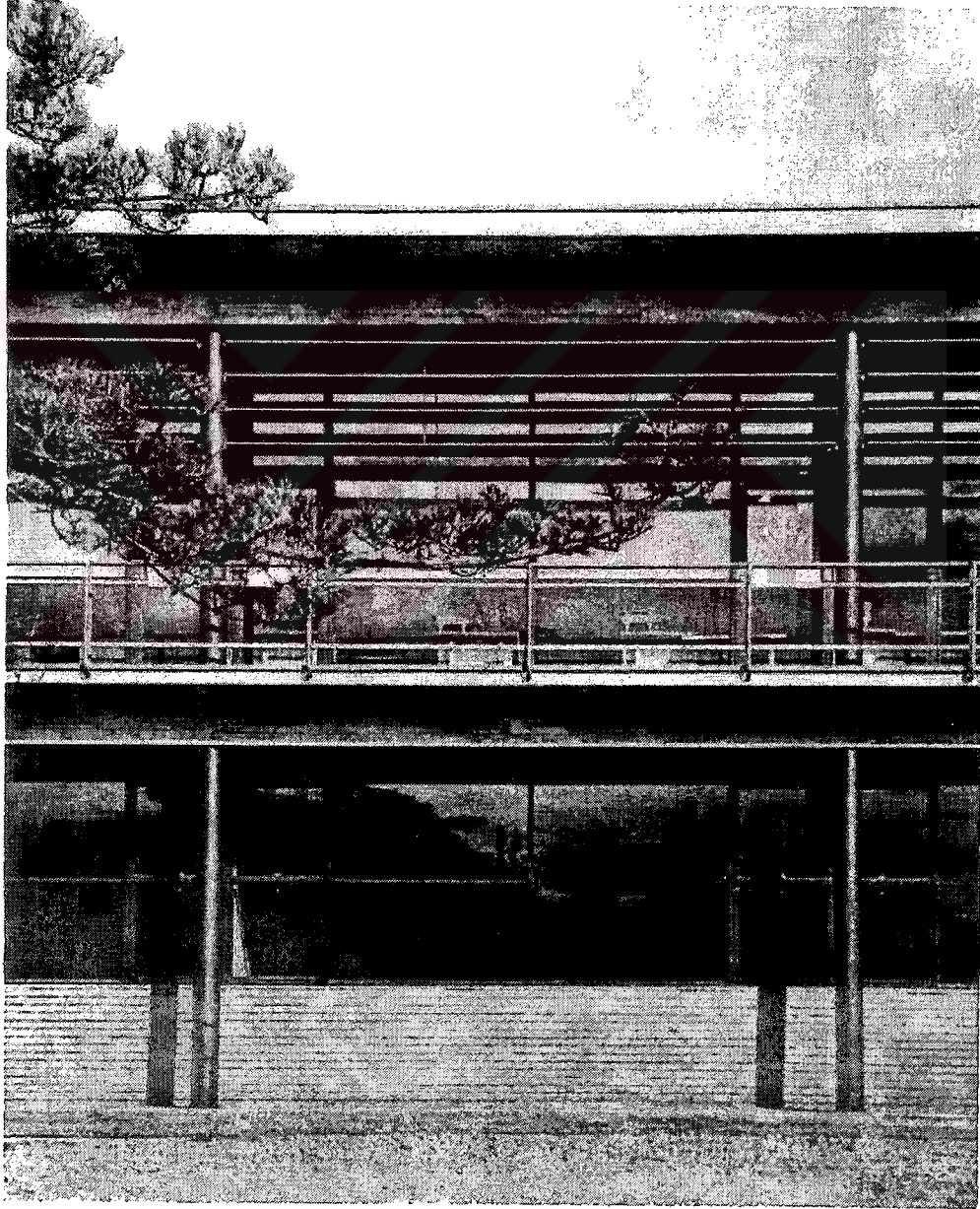
görülmektedir. Bu çizimlerle yapı kabuğunun bilinçli olarak tasarlandığını ve güneş kontrolünün tasarımda belirleyici olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 4.19. El Panama Otelinin profil açıları ve yükseliş açılarının gölge hattı diyagramına işlenmesiyle oluşan gölgeleme maskesi.

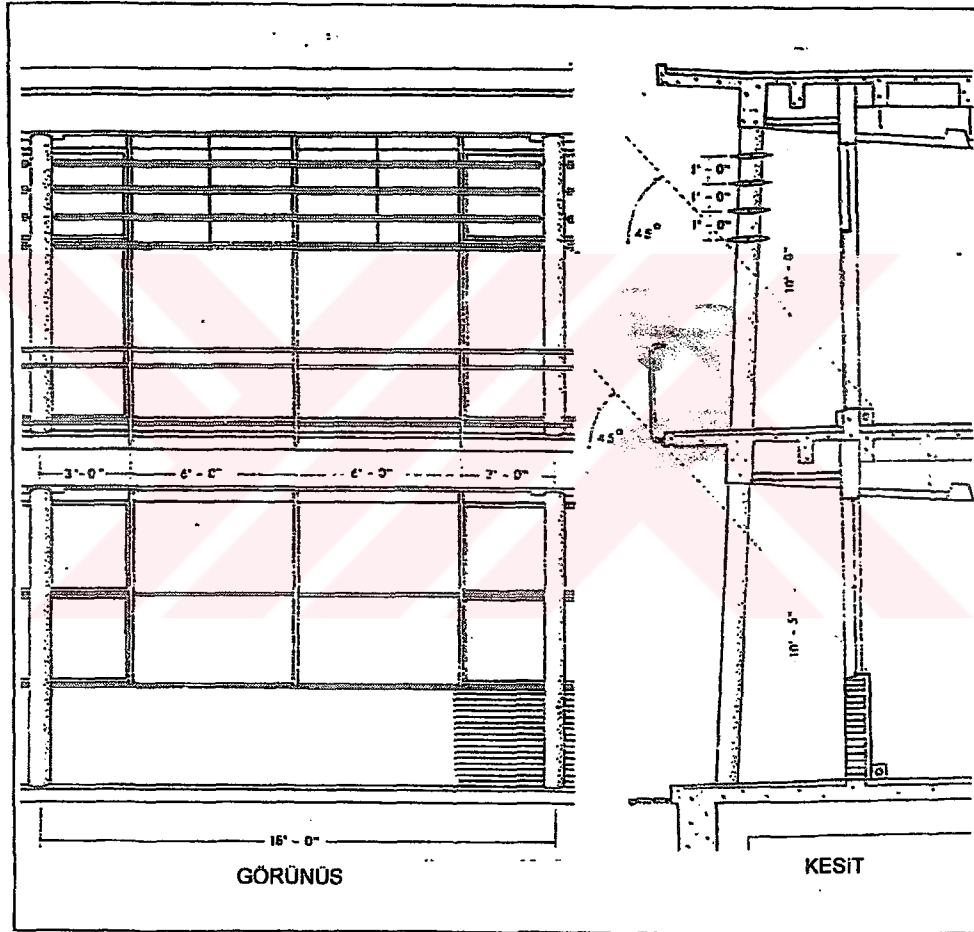
4.2.6. Büro Binası, Tokyo / Japonya

Şekil 4.20 de Raymond & Rado'nun tasarladığı iki katlı büro binası görülmektedir. Yapı kabuğu uzun dikdörtgen formda, betonarme ve çelik konstrüksiyonla, kullanıcıların konforunu sağlayacak şekilde inşa edilmiştir. Bundan dolayı yapı kabuğunun ön cephesinde güneş kontrolünün tasarımda etken olduğu görülmektedir [10].



Şekil 4.20. Ofis binası cephesindeki yatay gölgeleme elemanlarının cephedeki belirleyici etkisi.

Şekil 4.21.'deki kesit'te yatay güneş kontrol elemanlarının 45° 'den daha dik gelen güneş ışınlarının, iç mekânı etkilemesine izin vermeyecek boyutlarda bilinçli olarak tasarlandığı algılanmaktadır. Tasarımcı yapı kabuğunda yatay güneş kontrolü sağlayan betonarme terasın, sirkülasyon için gerekli olduğu boyuttan fazla büyümemesini istemiştir. Bunun için de çelik kolanlar arasına 45° 'den dik gelen güneş açılarından koruyacak boyut ve aralıkta, dört sıra metal yatay güneş kontrol elemanı kullanmıştır. Böylece yapının kabuğu beton ve çelikle modern ifadesini bulurken; mimari karakterini de güneş kontrol elemanlarının etkisiyle güçlendirmiştir.



Şekil 4.21. Büro binasının cephe ve kesiti.

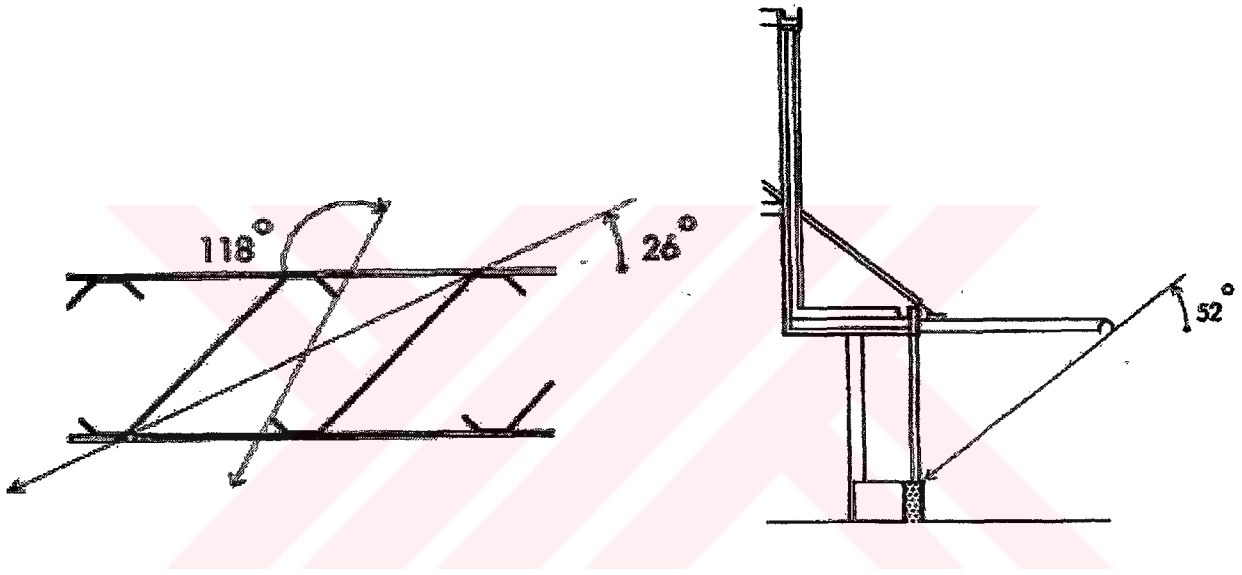
4.2.7. Alışveriş Merkezi, California / A.B.D.

Şekil 4.22. de Robert E. Alexander'in tasarladığı Baldwin Hills'de inşa edilen Baldwin Hills Alışveriş Merkezi görülmektedir. Yapının kabuğunda, mimarın tasarladığı geniş vitrin yüzeylerinin, sabah saatlerinde ihtiyaç duyulan direkt ışıktan faydalanılması beklenirken, günün diğer saatlerinde ise korunması istenmiştir. Bu yüzden yapı kabuğunun oluşumunda güneş kontrolü etkin bir faktör olmuştur [10].



Şekil 4.22. California'daki Baldwin Hills alışveriş merkezi güneş kontrol saçağının cephedeki etkisi.

Şekil 4.24 deki kesit'te görüldüğü gibi sabah saatlerinde istenen güneş ışınlarından faydalanabilmek için, yatay güneş kontrol elemanı olarak kullanılan jaluzilerin 52° 'den dik gelen ışınları kontrol etmesi uygun görülmüştür. Aynı duyarlılık kontrol elemanı olan jaluzilerin aralıklarında da görülmektedir. Şekil 4.23. 'de görülen jaluzilerin 26° ile 62° açıları dışında gelen güneş ışınlarını kontrol ettiği görülür. Böylece jaluziyi oluşturan elemanların boşlukları, yatayla olan açıları ve kontrol ettiği güneş ışınlarına bağlı olarak yapı kabuğu üzerinde istenilen zamanlarda gölgelerin parçalı hareketinden koyu gölgelere geçilebilmektedir.



Şekil 4.23. Gölgeleme elemanı Planı.

Şekil 4.24. Gölgeleme elemanı kesiti.

Yapı kabuğunu bu şekilde tasarlamının iki avantajı vardır. Bunlardan birincisi; güneş ışınlarının kabuk yüzeyinde biriken ısının rüzgar ile atılarak iç mekanı etkilemesinin önlenmesi, ikincisi ise; vitrin yüzeylerinde güneş kontrolünden dolayı sert gölgeler yerine belirli zamanlarda parçalı gölgeler ve yaygın bir ışık elde edilmesidir.

4.2.8. Büro Binası, Stuttgart / Almanya

Şekil 4.25. de R. Gutbrod, G. Karrer, O. Besenferder'in tasarladığı Almanya'nın Stuttgart şehrinde inşa edilen büro binası görülmektedir. Dar keskin açılı bir köşede bulunan yapının kabuğunun karakteri, güneş kontrol elemanlarının pozisyonuna göre değişir. Cephe etkilerinden de anlaşılabilir gibi, yapı kabuğunun oluşumunda güneş kontrolü tasarım prensiplerine yön vermiştir [10].

Tasarım yapılırken yapının güneşin etkisinden korunabilmesi için iki prensibin gerçekleştirilebilmesi dikkate alınmıştır. Bunlardan ilki istenmeyen direkt güneş ışınlarının kontrol edilmesi, diğeri ise yapı kabuğu üzerinde biriken güneş ısının iç mekanı etkilemeden uzaklaştırılmasıdır.



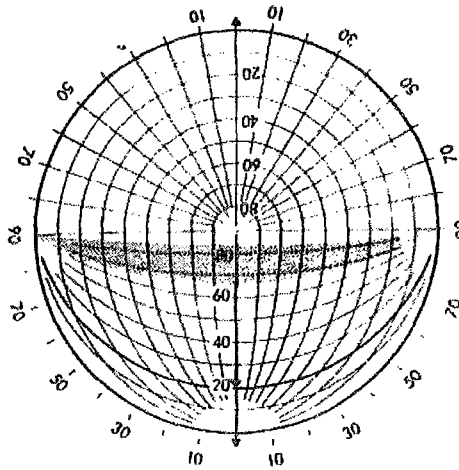
Şekil 4.25. Stutgart'daki büro binası cephesi.

Bu prensiplere göre binanın cam yüzeylerini korumak için hareketli tenteler düşünülmüş ve tenteler kabuk yüzeyinde biriken ısının yapının içini etkilemeden uzaklaştırılabilmesi için duvar yüzeyinden kopartılarak ısınan havanın yükselmesine olanak verecek şekilde tasarlanmıştır.

Şekil 4.26. da hareketli tentelerin detay fotoğrafı yer almaktadır. Güneş kontrolüne gerek olmadığı zamanlarda beklenen ışınları içmekana almak bu şekilde mümkün olmaktadır.



Şekil 4.26. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.

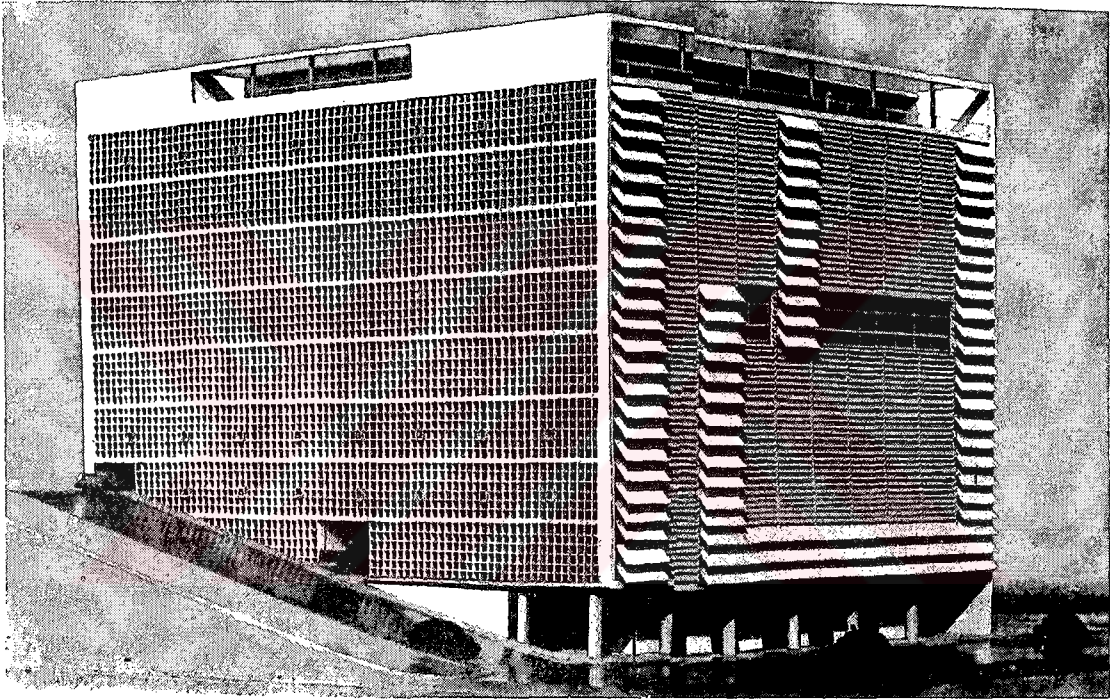


Şekil 4.27. Yapının Gölgeleme maskesi.

4.2.9. Empreza Graficas / Brezilya

Şekil 4.28 de Oscar Niemeyer'in Rio de Janeiro'da tasarladığı Empreza Graficas binası görülmektedir. Bu kamu yapısının bulunduğu köşe arazinin Kuzeyinde Rio de Janeiro'nun ana caddesi ve Doğuya bakan tarafında ise yan cadde bulunmaktadır.

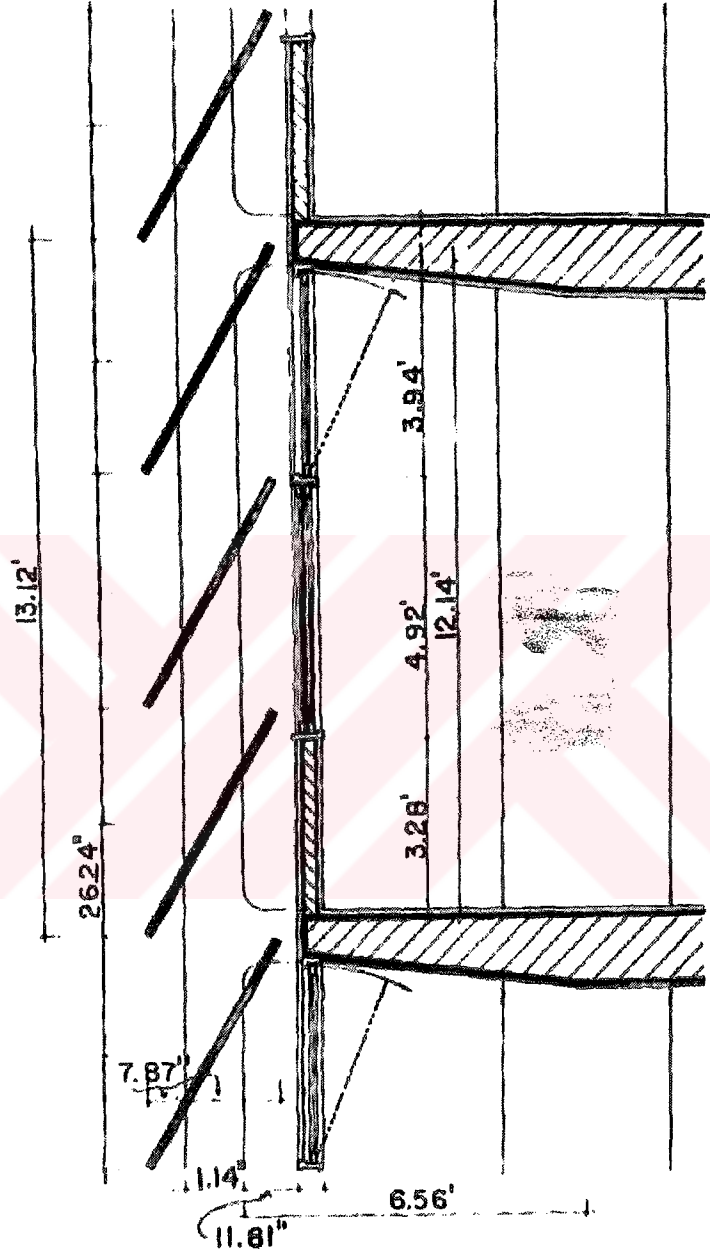
Burada inşa edilen yapının tasarımında güneş kontrolünün belirleyici olduğunu görülmektedir. Cephede sabit ve hareketli elemanlarla güneş kontrolü sağlanmaktadır. Yapı kabuğunun karakteri, bu güneş kontrol elemanlarının kullanılması ile oluşmuştur [10].



Şekil 4.28. Bina cephesinin ana belirleyicisi hareketli yatay güneş kontrol sistemi.

Güneş kontrolünün doğru yapılabilmesi için farklı yönlerde bakan cephelerde farklı çözümler üretilmelidir. Çünkü güneş açıları yönlerde göre farklılık göstermektedir. Bu da kabuk yüzeyinin oluşumunda farklı yöntemlerle kontrol edilen cephe anlayışlarını getirmektedir. Yapının bünyesinde bulunan atölyelerde sabahın erken saatlerinde başlayan çalışma saatlerinden dolayı, güneş ışığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için kabuğun bu cephesinde, sabit karma güneş kontrol elemanı olarak beton petek sistem kullanılmıştır. Böylece sabah saatlerinde yatık gelen güneş açıları iç mekana alınırken günün ilerleyen saatlerinde yükseliş açıları artan güneş ışınları kontrol edilmiş olmaktadır. Kuzey cephesinde ise kesitte görüldüğü gibi hareketli yatay

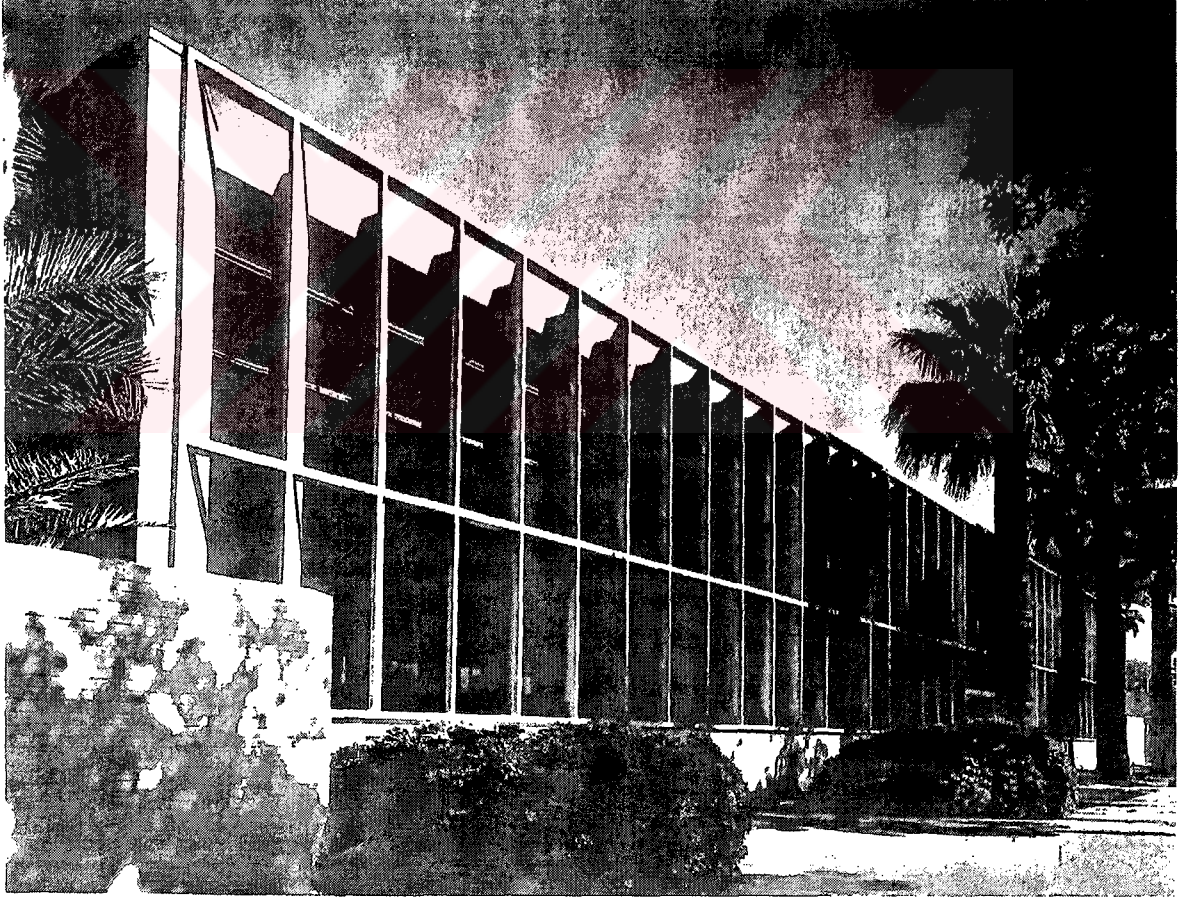
panjurlar güneş kontrolünü sağlarken değişen konumları ile yapı kabuğuna farklı bir cephe anlayışı katmaktadır.



Şekil 4.29. Hareketli yatay elemanların kesiti.

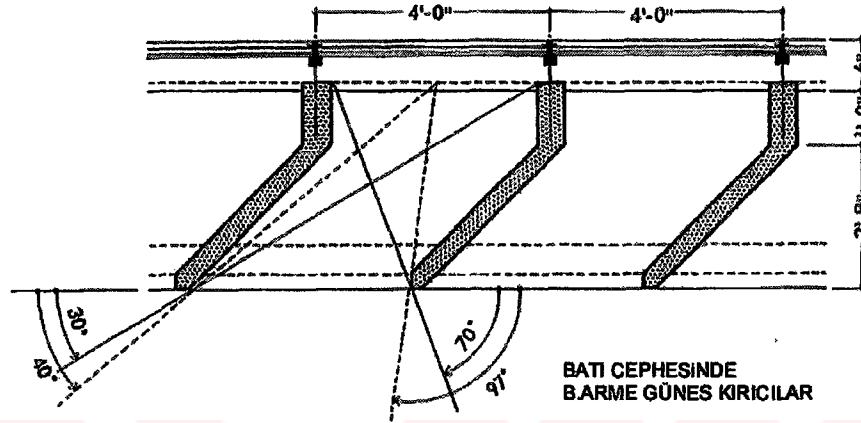
4.2.10. Okul Binası, Phoenix / A.B.D.

Şekil 4.30. da Phoenix, Arizona'da, Guirey & Jones'in tasarladığı okul binası görülmektedir. Konfor ortamını sağlayabilmek için bu yapının kabuğunun oluşumunda güneş kontrolü belirleyici rol oynamıştır. Cephelerde kullanılan yatay ve düşey güneş kontrol elemanları bunu açıkça belirtmektedir. Şekil 4.31. de ise Batı ve Doğudan geçen kesit görülmektedir. Farklı yönlere bakan yapı kabuğu cephelerinde farklı önlemler alınmıştır. Bunun sebebi, güneş açılarının farklı değerleri ile yapı kabuğunu etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Şekil 4.30. da yapının Batı yönlü cephesi görülmektedir. Bu cephede yatık gelen güneş ışınlarına karşı düşey elemanlar kullanılmıştır [10].



Şekil 4.30. Binanın Batı cephesinde yapı kabuğuna 45 açı ile yerleştirilmiş düşey güneş kontrol elemanları.

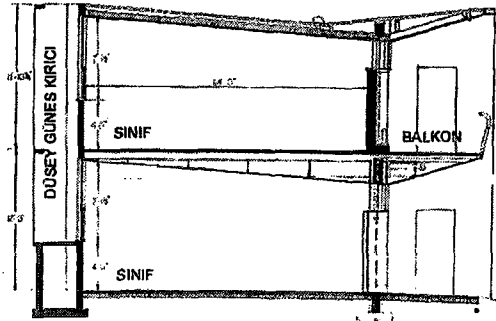
Okul yapısının Batıya bakan cephelerinde, rahatsız edici güneş ışınlarından korunmak için, betonarme düşey elemanlar kullanılmıştır. Cephede 45° açıyla Kuzeybatıya yönelen betonarme düşey elemanların cam yüzeyden koparılmış olması, güneş kontrolünde kullanılan iki yöntemle uygun olarak tasarlanmış olduğunu kanıtlamaktadır. (Şekil 4.31.)



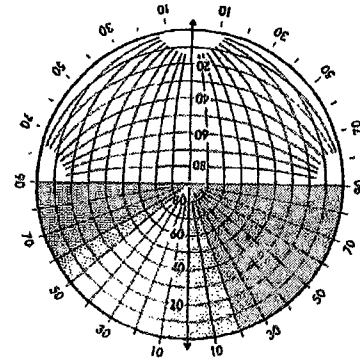
Şekil 4.31. Yapı kabuğuna 45° açıyla yerleştirilen güneş kırıcıların planı.

Birincisi şekilde görüldüğü gibi Batı güneşinden yapıyı koruyarak, istenen sabit Kuzey ışığına yönelerek mümkün olduğunca görsel konforu sağlamaktır. İkinci prensip ise; kabuk yüzeyindeki güneş kontrol elemanlarını yapıdan kopararak üzerinde biriken güneş ısıısının iç mekana taşınmasını önlemektir [10].

Yapı kabuğunun Doğu cephesinde ise, sabah saatlerinde istenen güneş ışığını iç mekana alabilecek; fakat, günün kalan diğer saatlerinde yapıyı koruyacak yatay balkon çıkıntıları kesitte görülmektedir.

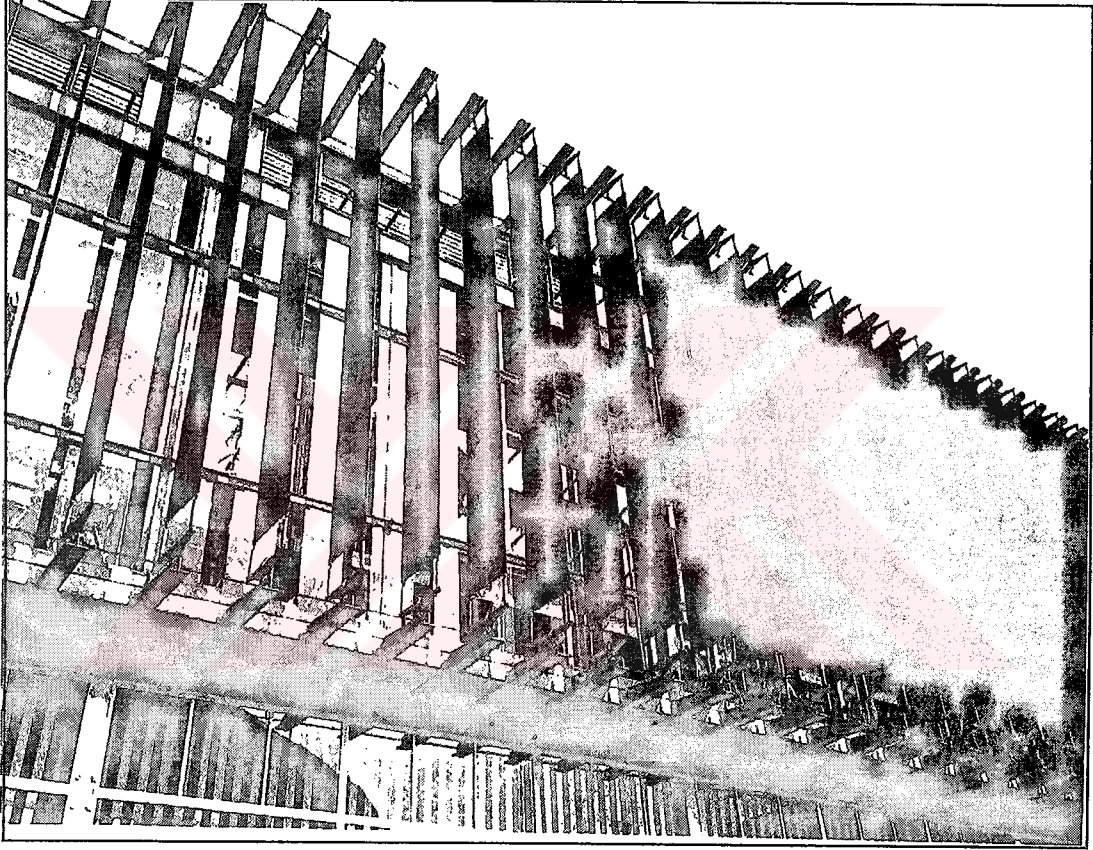


Şekil 4.32. Bina kesiti.



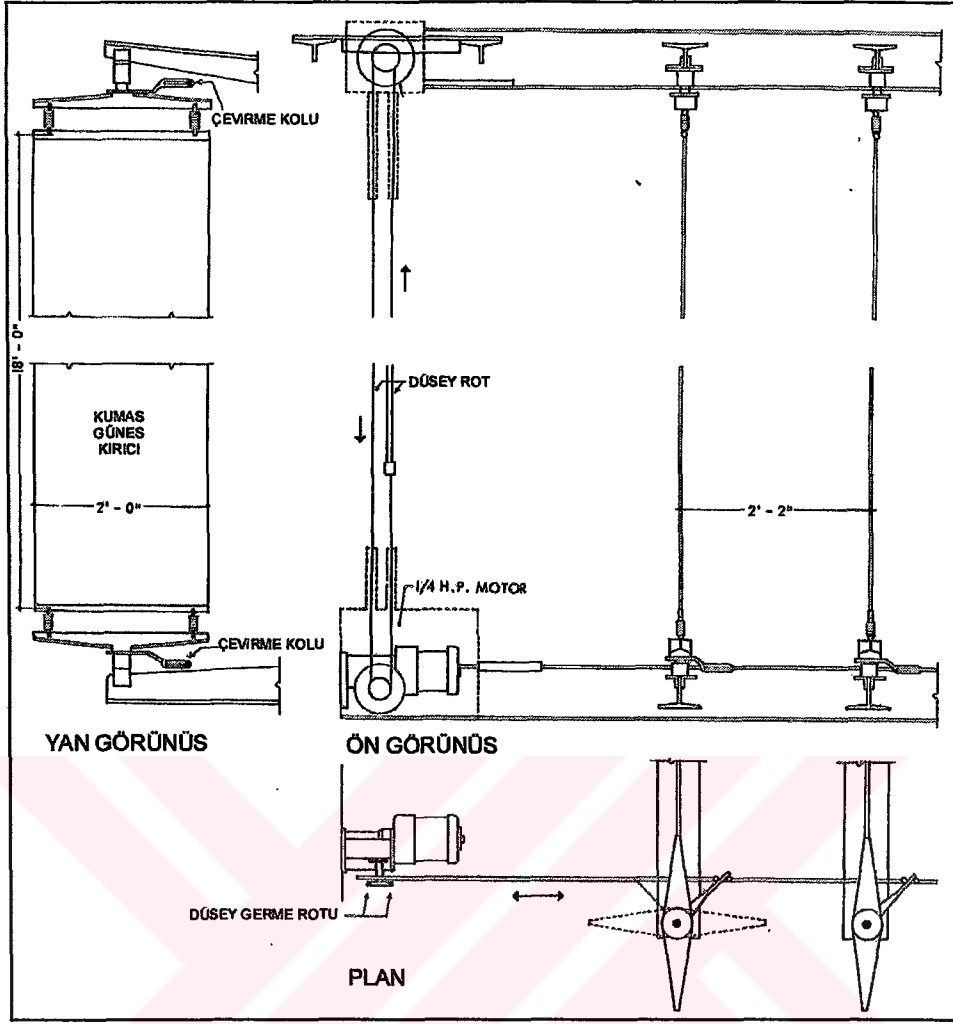
4.2.11. Sergi Pavyonu, Londra / İngiltere

Şekil 4.34. de Londra'da Brian O'rorke'nin tasarladığı pavyon binası görülmektedir. Bitkilerin üretimi ve gelişiminin gösterildiği bu pavyonun fonksiyonu gereği yapı kabuğunun tasarımında güneş kontrolü belirleyici olmuştur [10].

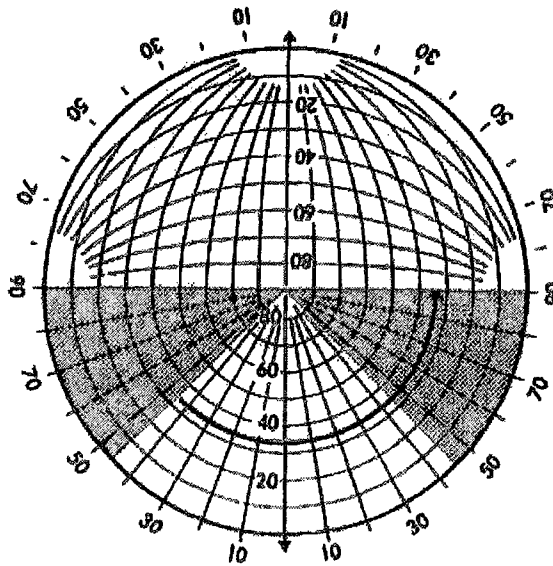


Şekil 4.34. Hareketli düşey gölgeleme araçlarının cephedeki belirleyicisi etkisi.

Cepheelerde hareketli düşey elemanlarla güneş kontrolü sağlanmış; mekanlarda klima kullanılmayarak, yarı açık havalandırma tercih edilmiştir. Gerekli görülen güneş ışığı, sergileme ve bitkilerin sağlıklı yetiştirilebilmesi için, elektrikli motorlarla hareket eden düşey kumaş paneller yardımıyla kontrol edilmektedir. Yapı kabuğunun bu şeffaf açık mekanlarında kumaş panjurların rüzgardan uçmasını önlemek amacıyla, kumaşlar alttan ve üstten gerilmiştir. Böylece yapı kabuğunda güneş kontrolü sağlanırken, mimari karakteri de belirlenmiş olmaktadır [10].



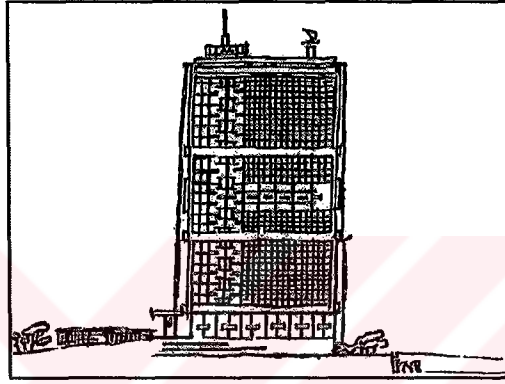
Şekil 4.35. Cephe belirleyici etkisi görülen hareketli düşey güneş kontrolü sistemini gösteren detaylar.



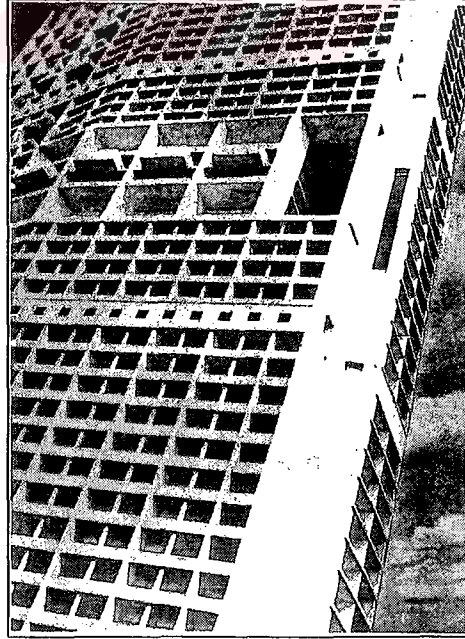
Şekil 4.36. Cephedeki düşey güneş kontrol elemanlarının gölgeleme maskesi.

4.2.12. Büro Binası / Cezayir

Şekil 4.37. de görülen ve Cezayir'de inşa edilen büro binasını Le Corbusier tasarlanmıştır. Yapı kabuğu oluşumunda, yatay ve düşey güneş kontrol elemanları birlikte kullanılmıştır. Plan belirgin bir şekilde simetrik ve cam cephelerin uzadığı saf bir prizma forma güneş kırıcılar teras şeklinde uygulanmıştır. Böylece kullanılan karma kontrol elemanları ile direkt ve denizden yansıyan gelen güneş ışınları durdurulurken aynı zamanda da cam yüzeyler yağmurdan korunmuş olmaktadır.



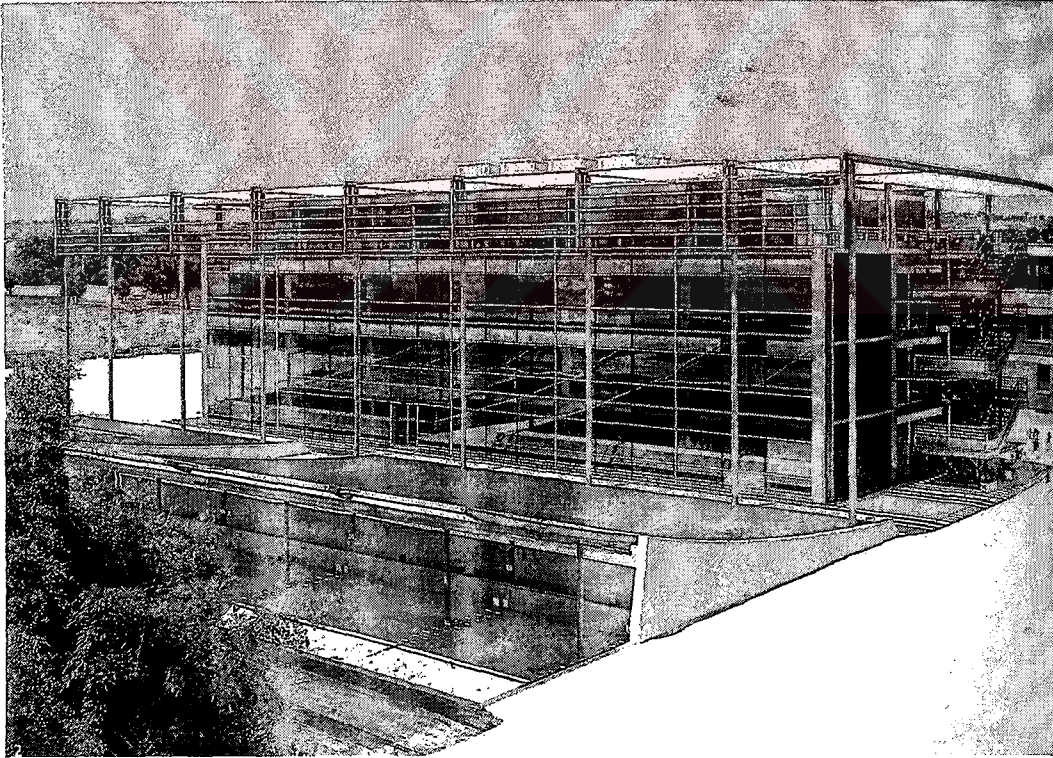
Şekil 4.37. Le Corbusier'in tasarladığı güneş kontrolü esasına dayanan cephe eskizi [10].



Şekil 4.38. Yapı kabuğundaki güneş kontrolü etkisi [10].

4.2.13. Büro Binası, Recanati / İtalya

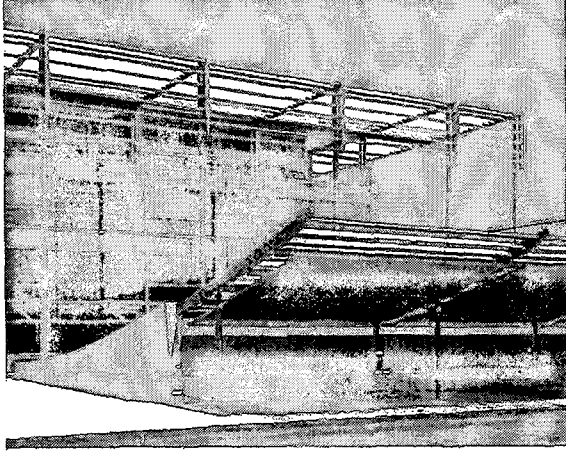
İtalya'nın Adriyatik sahilindeki Recanati kasabasında tasarlanmış ve adına Light Canopy denilen tamamen güneş kontrolü ve buna bağlı olarak az enerji kullanımı amacına yönelik olarak tasarlanmıştır. Bina tasarlanırken bu etken en önemli ve yapı kabuğunda en belirgin öge olarak vurgulanmıştır. Binanın mimarı Mario Cucinella günışığına ihtiyaç duyduğu dönemlerde günışığını maksimum düzeyde mekan içine almak, istenmediği dönemlerde günışığını kesmek ve tüm bir yıl için doğal havalandırma (Natural Ventilation) sağlamak amacıyla yapı kabuğunu oluşturmuştur. Recanati'nin endüstri bölgelerinden birinde bulunan bu bina hemen hemen bütünüyle şeffaf bir yapı kabuğuna sahip ve boylu boyunca yapı kabuğunun üzerini saran bir kanopi şeklindeki güneş kontrolü sistemi ile korunmuştur. Dikdörtgen planlı bina 4 katlı bir ofis yapısı olarak düşünülmüş ve bu yapının merkezinde bir atrium oluşturulmuştur [9].



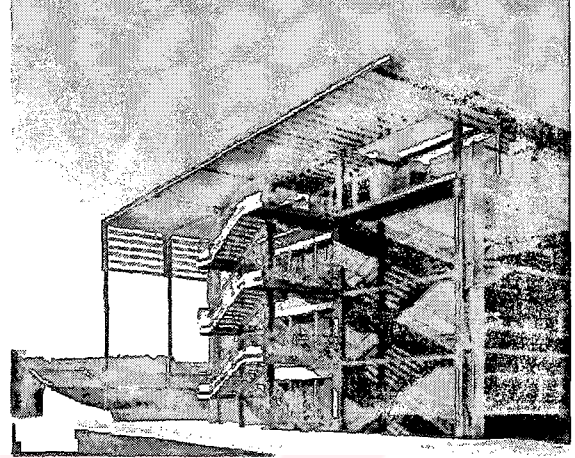
Şekil 4.39. Bina Güney cephesi.

Uzun Kuzey ve Güney cepheleri tamamen cam gibi şeffaf bir yapı kabuğuyla giydirilmiş, bu da günışığını ve şeffaflık hissini yapı kabuğunun ana karakteri olarak ortaya çıkarmıştır. Kısa

mesafeli olan Doğu ve Batı cepheleri sağır duvarlar şeklinde düşünülmüş bu sağır duvarlar metal panellerle kaplanmıştır. Güney cephesinde cam kabuk taşıyıcı karkastan 78 cm daha ileride yapılmış ve boylu boyunca bu cepheden dışarı bir saçak gibi çıkan ve 90° açı ile aşağı doğru dönen aralıklı metal elemanlar ile korunmuştur.

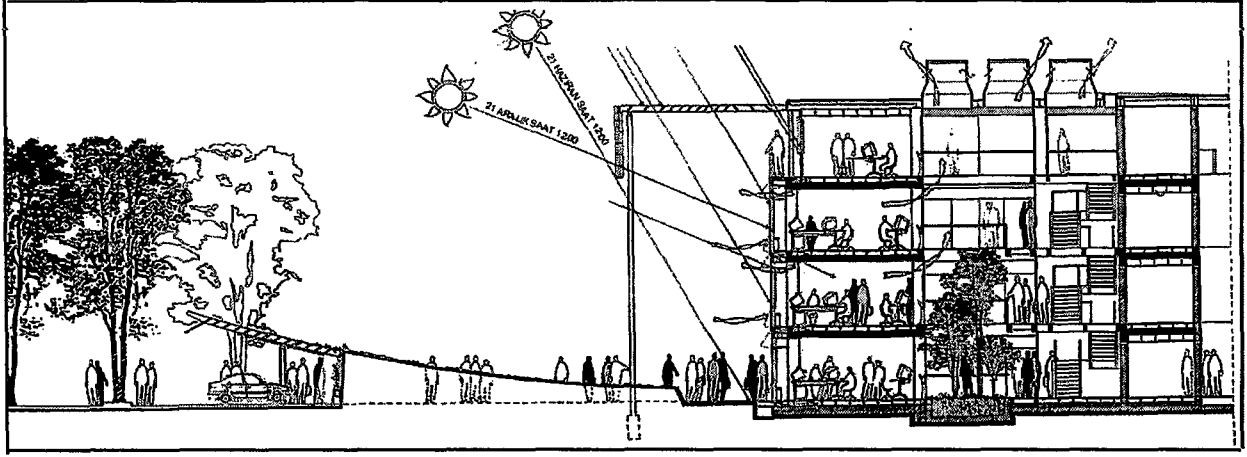


Şekil 4.40. Güneş kontrolünün cephedeki belirleyici etkisi.



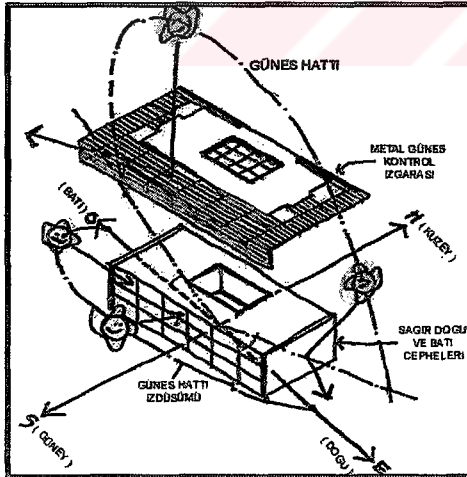
Şekil 4.41. Binaya Kuzeydoğu yönünden bakış.

Yapı kabuğunun 6,7 m önünde tasarlanmış olan çelik kolonlar, alüminyum profiller ile oluşturulmuş çatı güneş kırıcıları taşımakta; bu güneş kırıcıları da, güneş açılarına karşı yapı kabuğunda gölgeleme oluşturacak şekilde aralıklı olarak yerleştirilmiştir. Dar açı ile gelen kış güneşini mekan içine maksimum düzeyde alarak ısı kazancını artıran bu kanopinin bir amacı da kimi zaman 40C ye kadar ulaşabilen Akdeniz güneşinin radyasyon etkisini kesmektir. Serin atmosfer havası tasarlanan bir doğal havalandırma (natural ventilarion) yöntemiyle sağlanmış, buna destek olarak iç ısı artışına karşı fan - coil sistemi ile yapay bir soğutma da düşünülmüştür. Dış cephe kaplamaları ve kalın blok duvarlar kabuğu termal kütlelere daha dayanıklı yaparak sıcak yaz günlerinin çok büyük bölümünde yapay soğutma sisteminin çalıştırılmasına ihtiyaç duyulmamasını sağlamıştır.

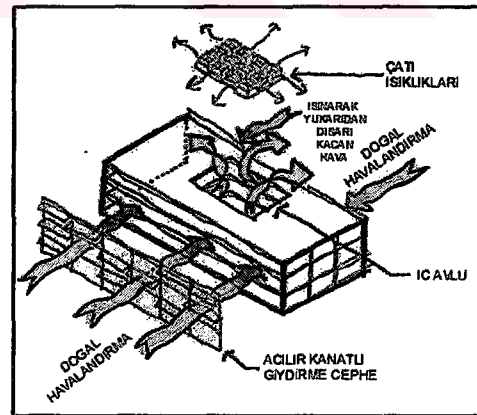


Şekil 4.42. Bina kesiti üzerinde güneş kontrolü etkisi.

Doğal havalandırma sistemi, yapının ana cephesini oluşturan Güney yönünde kat yüksekliğine göre alt kat ve üst katta yapılmış olan açılır pencerelerden giren havanın açık ofisler boyunca gezinerek atriumdan burada bulunan çatı pencereleri yardımıyla tekrar dış ortama verilmesi şeklinde düşünülmüştür. Mekan içinde dolaşan serin hava, ısındıktan sonra tepe pencerelerinden tahliye olur; bu da mekan içi ısının artmasını engelleyerek enerji tüketimini azaltmaktadır. Bu doğal havalandırma sisteminin kurulması ile 1 yılda % 55'lik bölümünde iklimsel konfor koşulları sağlanabilmektedir. Mekanik soğutma sistemine yılın sadece % 10'luk bölümünde ihtiyaç duyulurken, ısıtma yılın % 35'lik bölümünde yapılmaktadır [9].



Şekil 4.43. Güneş kontrolü stratejisi.



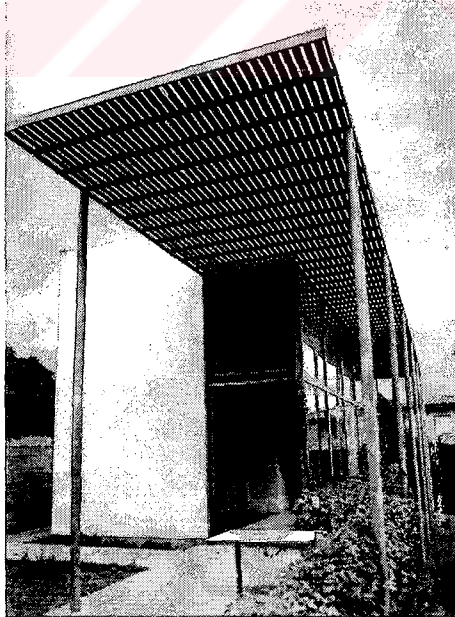
Şekil 4. 44. Kurulan doğal havalandırma sisteminin üçboyutlu anlatımı.

Bina ile ilgili bu değerler standart bir iklimlendirme (air - conditroning) uygulanan bir ofis binası ile karşılaştırıldığında kayda değer bir enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir.

4.2.14. İspanya'da Konut, Costa Brava – Girena / İspanya

Binanın Doğu yönü açık bir deniz manzarasına sahiptir. Bina denize doğru bir yamaçta bulunmakta ve bu da binayı deniz manzarasına daha hakim kılmaktadır. Mimar Josê Llinàs Carmona tarafından İspanya'nın Costa Brava / Girena'da 1980 yılında yapılan bina özellikle bu manzaranın maksimum derecede konut içinden algılanabilmesi için doğu cephesi itibariyle cam olarak tasarlanmıştır. Binanın Batı cephesinden ise işlek ana caddenin giriş bölümünden plaja kadar olan bölüm görünmektedir. Bina birbirine bağlanan karşılıklı iki büyük teraslarla güneşe yönlenmektedir. Denize bakan bütünüyle cam cephe iç mekanda bir galeriye bakmaktadır. Bu bölüm doğal ışığı olduğu gibi iç galeriye almaktadır. Buna tamamen zıt olarak manzaranın hakim olmadığı Batı cephesinde pencereler doğal havalandırmayı sağlayabilecek kadar az miktarda ve günışığını minimum derecede alacak kadar küçük tasarlanmıştır [18].

Özellikle bölgenin aşırı sıcak olduğu dönemlerde güneşin rahatsız edici direkt etkisinden korunmak için bu cam cephe boydan boya büyük ve yatay elemanlardan oluşan gri, metal bir pergola ile korunmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.45. Yapı kabuğunun Doğu cephesini boydan boya kaplayan gölgeleme sistemi.

Fakat bu geniş yüzeyli iç galeriye karşılık gelen cam cephe Doğu yönüne baktığı için yeryüzüne dar açı ile gelen güneş ışınlarını kesmekte başarılı olamamış ve şekil

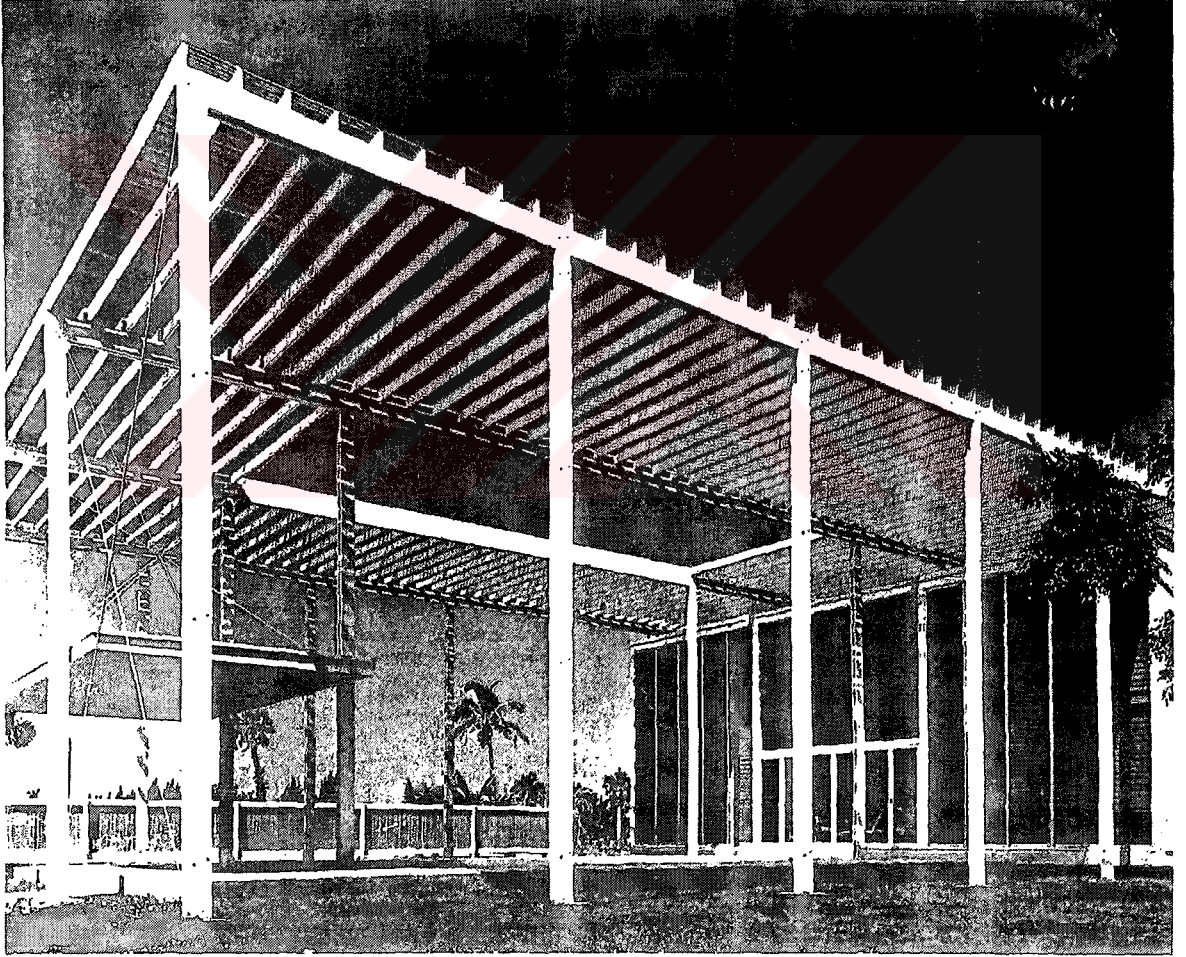
'de görüldüğü gibi mekan içinde boydan boya jaluziler kullanılmak zorunda kalınmıştır. Bu nokta itibariyle yapı kabuğunda dominant olarak görünen ve yapı formunu belirlemiş olan güneş kontrolü, fonksiyonunu gerçekleştirememiş sadece bina cephesine hareket kazandıran bir yapı elemanı olmaktan ileri gidememiştir. (Şekil4.46.)



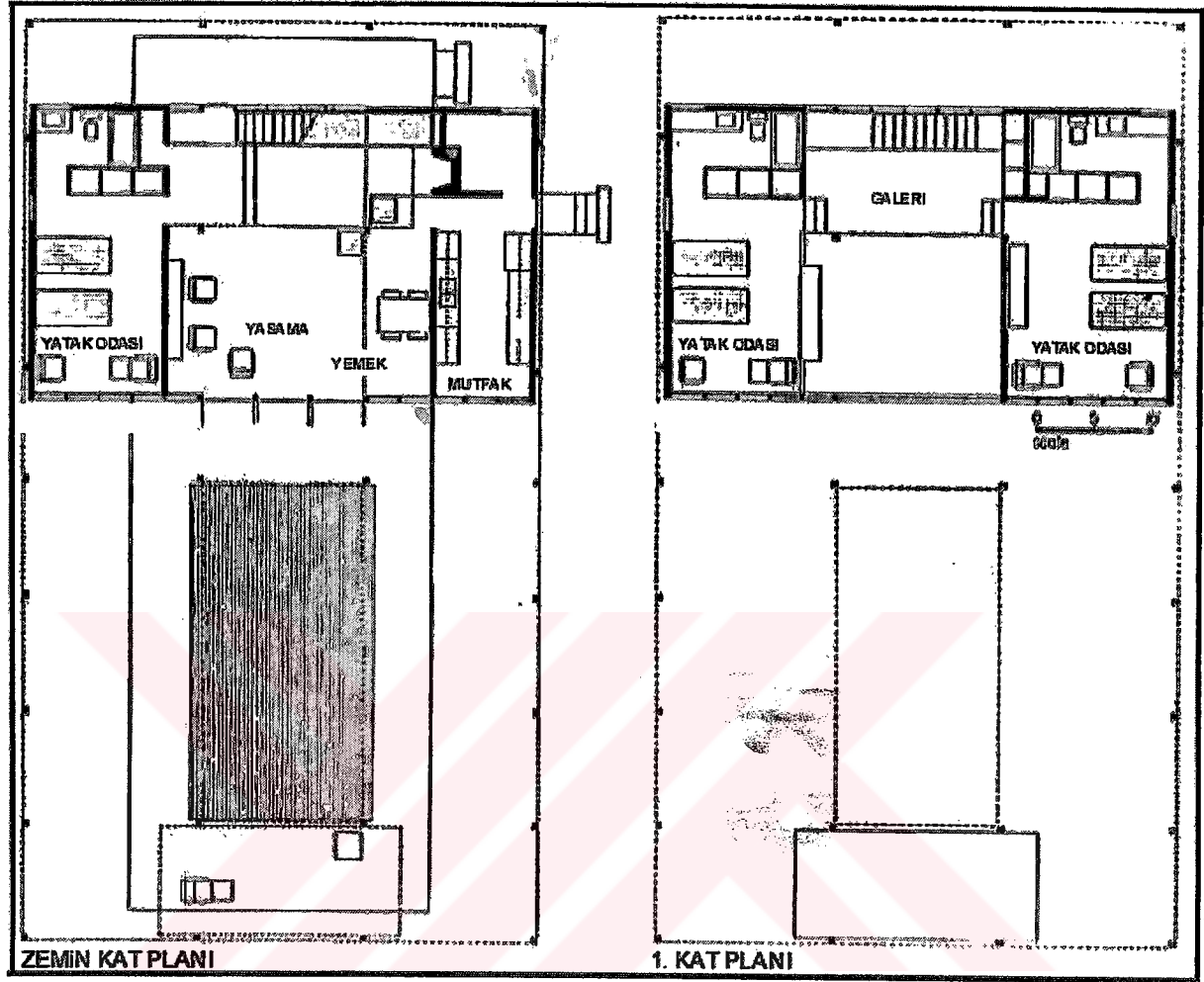
Şekil 4.46. Doğu cephesine uygun olmayan yatay gölgeleme aracı sonucu iç mekanda ihtiyaç duyulan jaluzi sistemi.

4.2.15. Sarasota'da Konut, Florida / A.B.D.

Mimar Paul Rudolph tarafından Florida'nın sıcak ve nemli ikliminde tasarlanan binada yapı kabuğundan bağımsız ve bina kütlesinin önünde uzanan yüzme havuzu boyunca uzayan ahşap bir pergola sistemi kullanılmıştır. Bu geniş pergola dikdörtgen kesitli ahşap elemanlar ile oldukça zarif bir şekilde tasarlanmış, bu elemanların aralıklı olarak yerleştirilmesiyle yapı kabuğu çevresinde bu elemanların arasından hava akımlarının (rüzgar) geçmesine izin vererek oluşabilecek nemi alıp götürmesi sağlanmıştır. Ayrıca yapı kabuğunda yer alan cam bölümler açılarak havanın mekanların içine girmesi ile doğal havalandırma sağlanmıştır Şekil 4.47) [10].



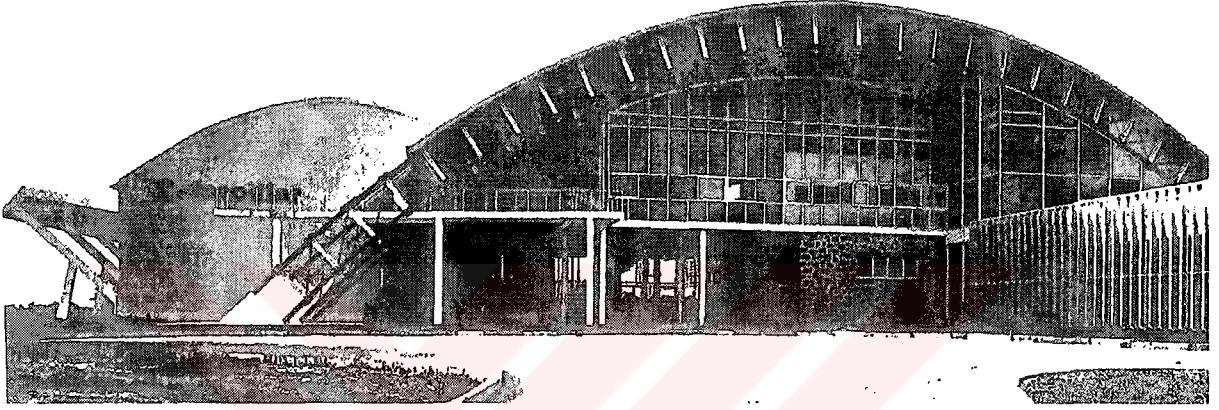
Şekil 4.47. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.



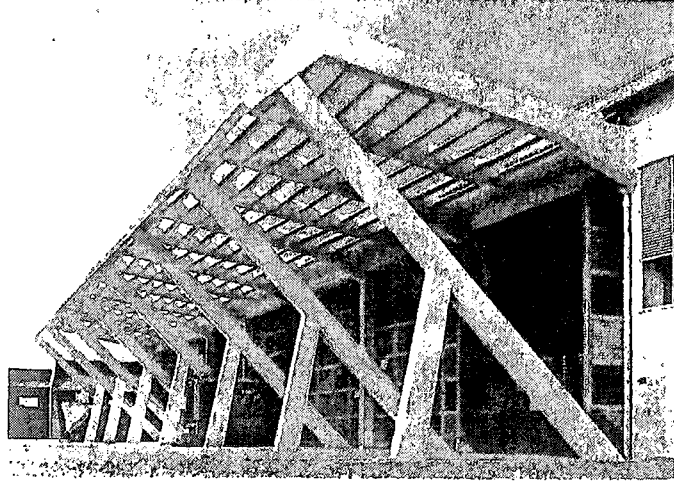
Şekil 4.48. Binanın zemin kat ve 1. kat planları.

4.2.16. Caterpillar Endüstri Binası, Brezilya

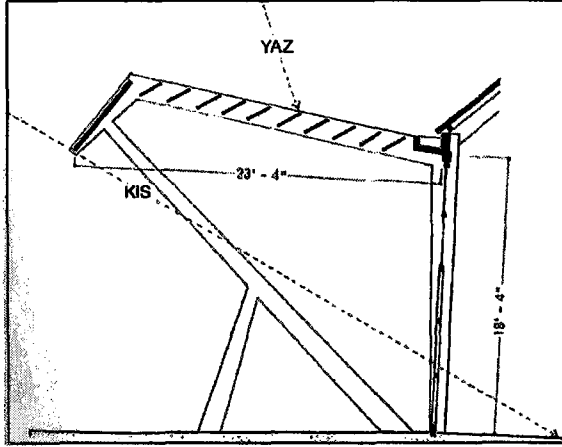
Mimar M.M.M. Roberto tarafından Rio de Janeiro'da tasarlanan bina tarım ve iş makineleri üreten bir firmanın sergi, fabrika ve ofislerinin olduğu bölümlerden oluşmaktadır. Üretilen malların sergilediği sergi salonundan Kuzeydoğu cephesinde eğik açılı tasarlanmış ve açılı bir mesnet ile desteklenmiş yatay gölgeleme elemanı varken, ofis bloğuna ve deponun cephesinde oluklu asbest elemanlarla tasarlanmış hareketli dikey gölgeleme elemanları kullanılmıştır [10].



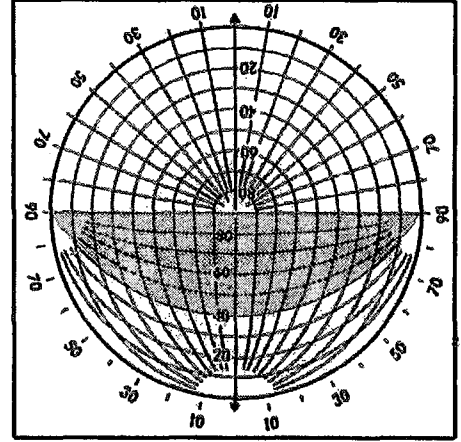
Şekil 4.49. Farklı bloklarda farklı şekilde uygulanmış güneş kontrolü.



Şekil 4.50. Binanın ürünlerin sergilendiği salonun cephesindeki gölgeleme aracı.

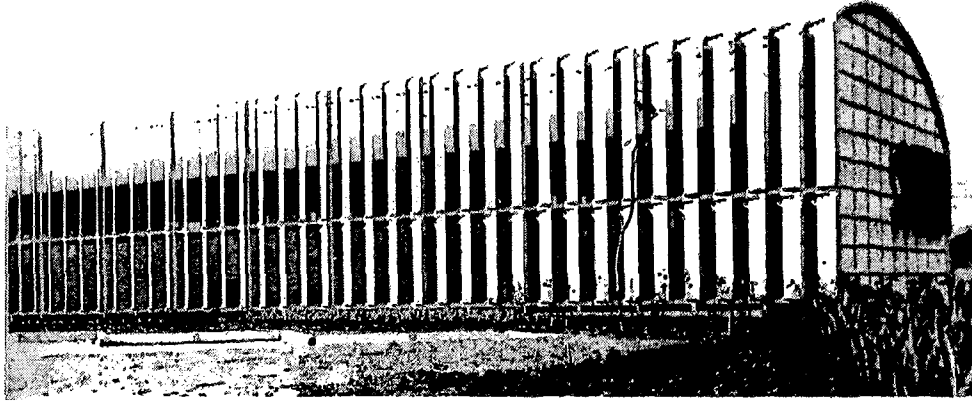


Şekil 4.51. Sergileme salonu cephe kesiti.

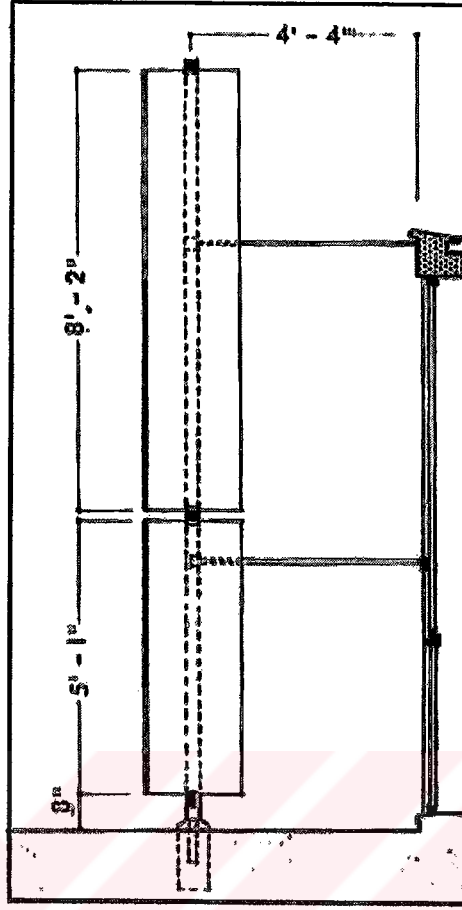


Şekil 4.52. Gölgeleme maskesi.

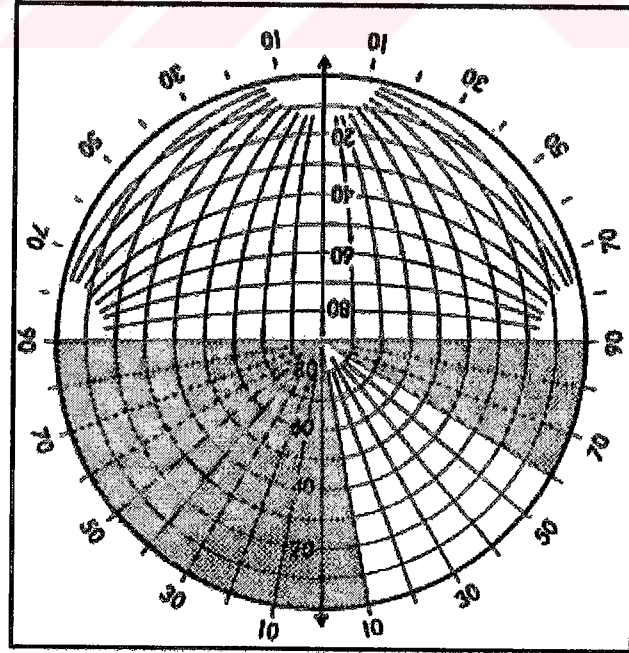
Binanın ürünlerinin sergilendiği sergi salonu cephesinde yatay karakterli olarak tasarlanmış güneş kontrolü elemanları yapının bu bölümünün ana fonksiyonu olan görselliği kesmemektedir. Yatay karakterli gölgeleme elemanlarının dilimsel şekilli bir gölgeleme maskesi oluşmaktadır.(Şekil 4.52.)



Şekil 4.53. Binaın ofis bölümlerinin olduğu bloğun cephesindeki düşey gölgeleme araçlarının yapı kabuğundaki belirleyici etkisi.



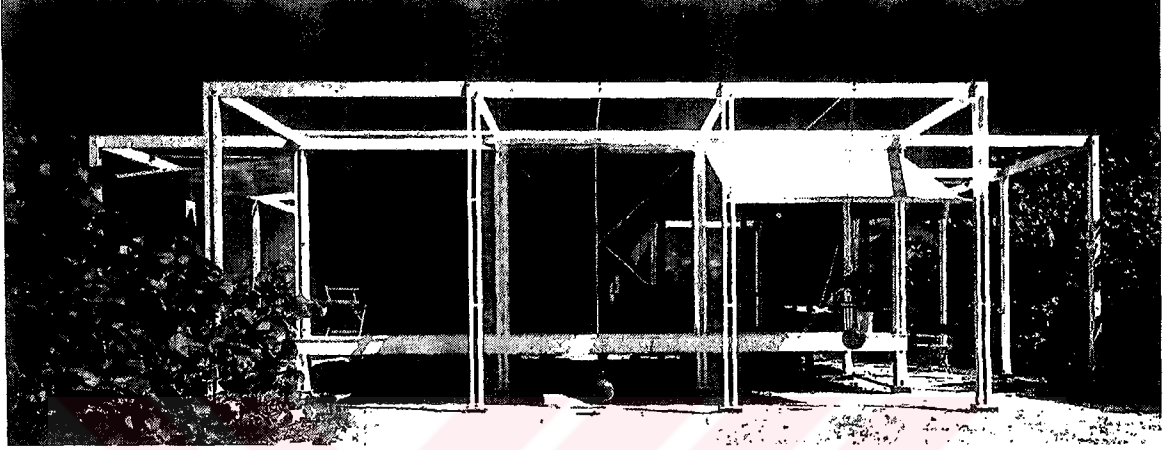
Şekil 4.54. Ofis bloğu cephesindeki gölgeleme araçlarının kesiti.



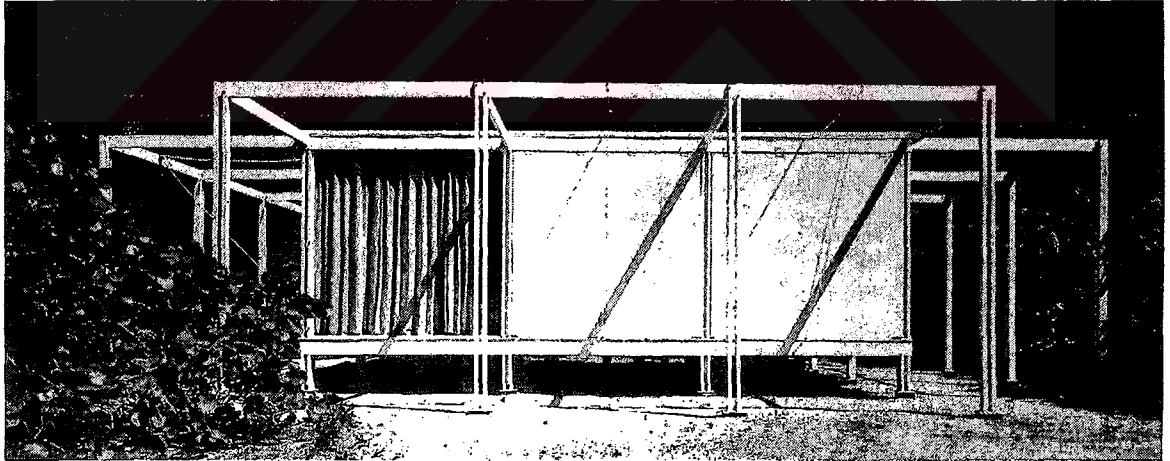
Şekil 4.55. Ofis bölümü düşey gölgeleme araçlarının oluşturduğu dilimsel karakterli gölgeleme maskesi.

4.2.17. Pansiyon Binası, Florida / A.B.D.

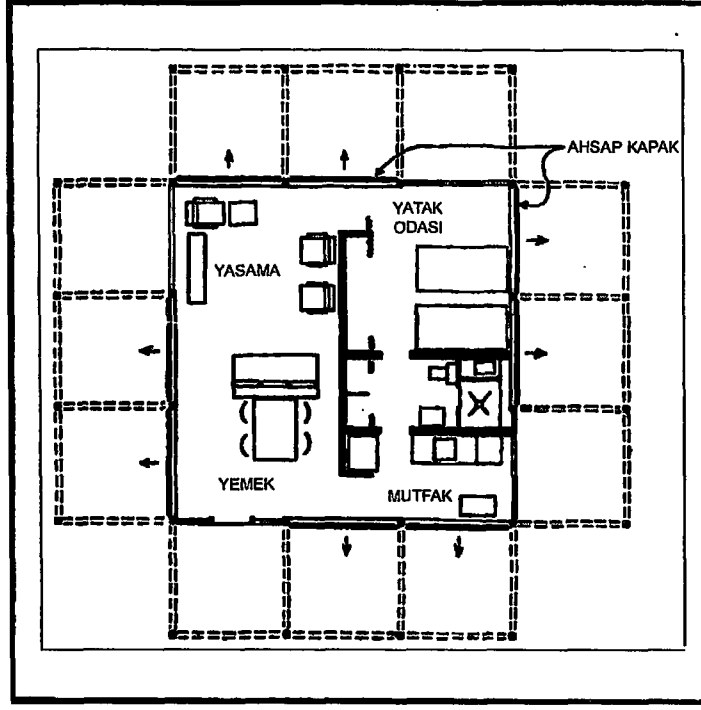
Mimar Paul Rudolph tarafından Florida'da tasarlanan pansiyon yapısı (guesthouse) kare bir plana sahiptir. Yapı kabuğu her yönde cam olarak düşünülmüş; bunun dış bölümünde hareketli ahşap kapaklar yukarıya doğru hareket edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu kapaklar açıldığında gölgeleme elemanı olarak , kapandığında da güvenlik paneli olarak görev yapmaktadır [10].



Şekil 4.56. Tamamen şeffaf olarak tasarlanan yapı kabuğunda hareketli yatay elemanlarla düşünülmüş güneş kontrolünün oluşturduğu cephe.



Şekil 4.57. Gölgeleme elemanlarının kapatılmasıyla sağlanan tam gölgeleme ve güvenlik sistemi.



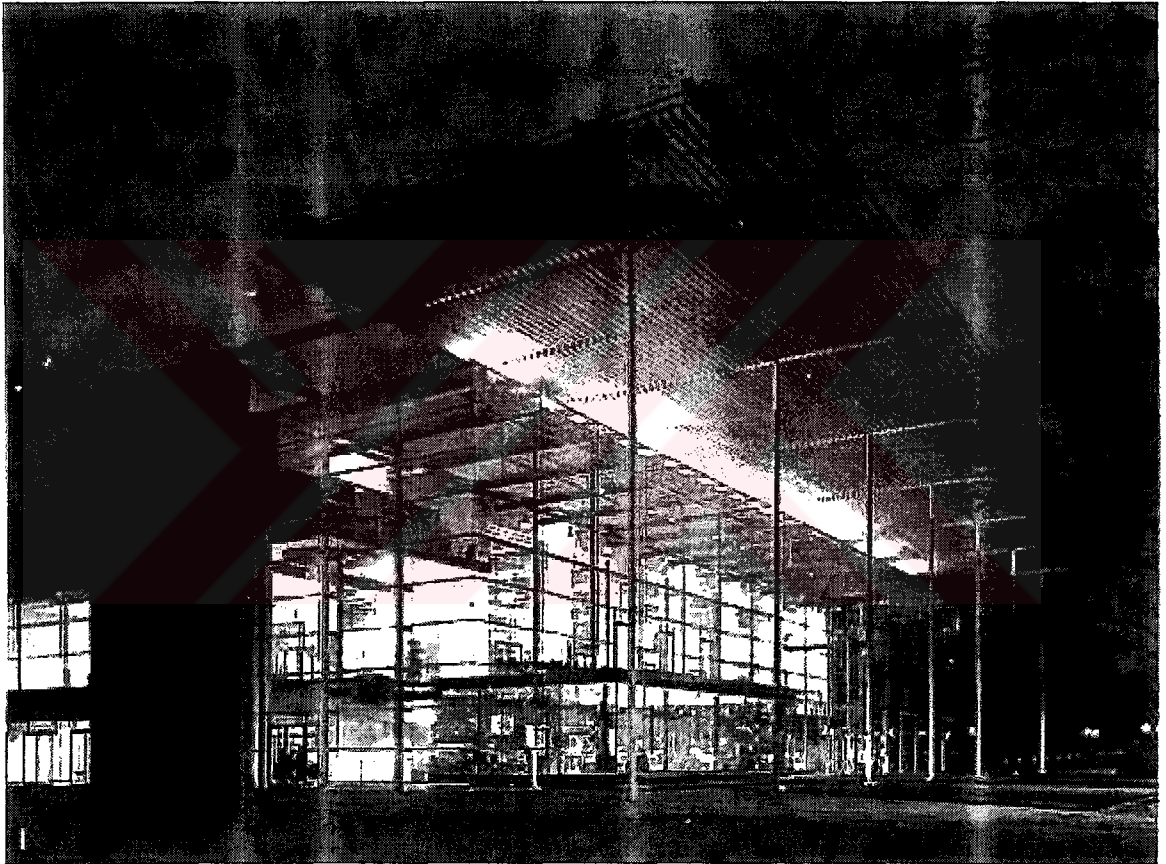
Şekil 4.58. Bina planı.



Şekil 4.59. Yapı kabuğundaki gölgeleme elemanlarının detayı.

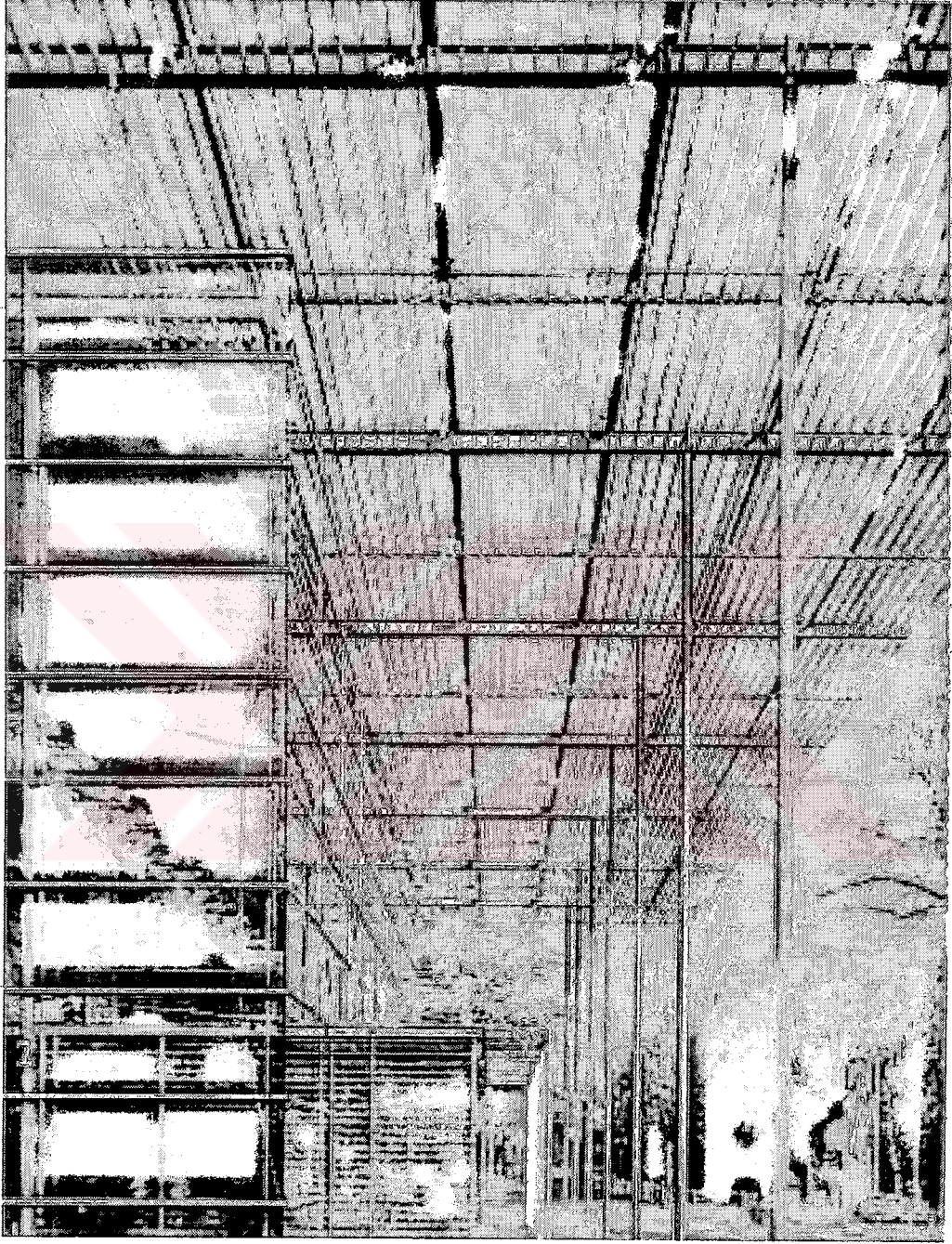
4.2.18. Recklinghausen Konferans ve Tiyatro Salonu / Almanya

Mimar Auer ve Weber tarafından tasarlanan bina daha önce 1960'larda yapılmış bir binanın ek tesisleri olarak inşa edilmiştir. Binanın giriş cephesini oluşturan Güneydoğu cephesinin bulunduğu bölümlerde binanın zemin katında büyük bir giriş holü ve sergi salonu, 1. Katında ve 2. Katında iki büyük fuaye yer almaktadır. Binanın bu ön cephesi tamamen şeffaf bir yapı kabuğu şeklinde düşünülmüş ve bu yüzden bir gölgeleme elemanına ihtiyaç duyulmuştur [19].



Şekil 4.60. Şeffaf yapı kabuğunu tamamen saran gölgeleme elemanının bina cephesindeki belirleyici etkisi.

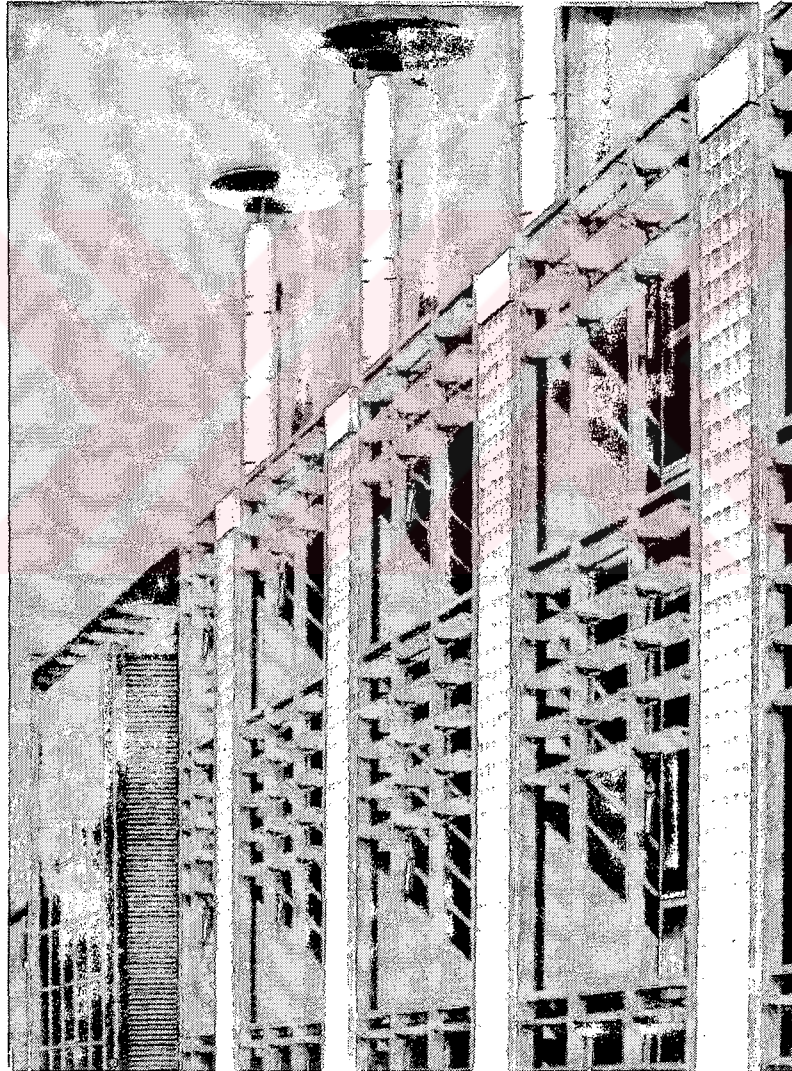
Binanın mimarları silindirik kesitli çelik kolonları bina yüksekliğinden yaklaşık 3 metre daha yukarı kadar çıkarmışlar ve bu kotta aralıklı yerleştirilen metal elemanlarla bir pergola tasarlamışlardır. Bu pergola aynı zamanda binanın cephe karakterini belirleyen ana etkenlerden biri olmuştur.



Şekil 4.61. Gölgeleme elemanı detayı.

4.2.19. Building Research Establishment, Garston / İngiltere

Mimar Feilden Glegg tarafından 1996'da tasarlanan bina kullanılacak iklimlendirme enerjisi miktarını en aza indirmek amacıyla tasarlanmıştır. Binanın uzun Güney cephesi boyunca aralıklı hafif yatay elemanlar düşey metal taşıyıcıların arasına yerleştirilmiş ve yapı kabuğu bu şekilde oluşturulan güneş kontrol sisteminin yaklaşık 2 metre arkasında tasarlanmıştır. Böylelikle Güneybatı yönü boyunca yer alan bu ofis binası cephesine bu yatay elemanların yanı sıra yapı kabuğunun yaklaşık 2 metre geri çekilmesiyle oluşturulan düşey duvarlar ile birlikte karma bir güneş kontrol sistemi oluşturulmuştur [20].



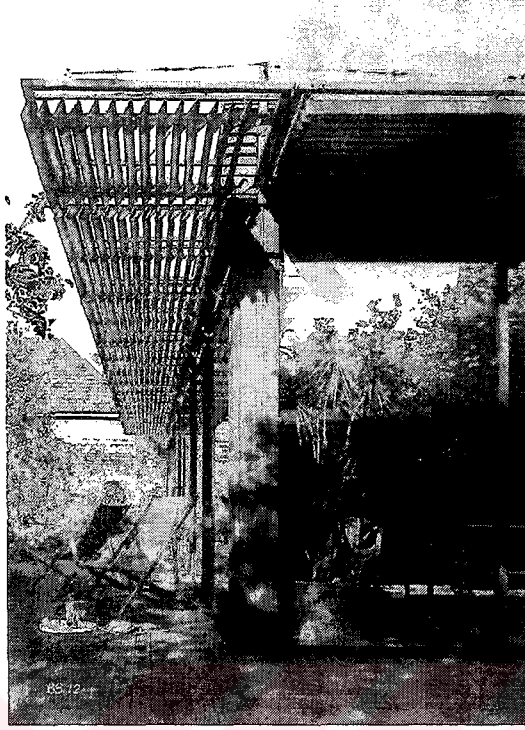
Şekil 4.62. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.

4.2.20. Putney Heath Evi, Londra / İngiltere

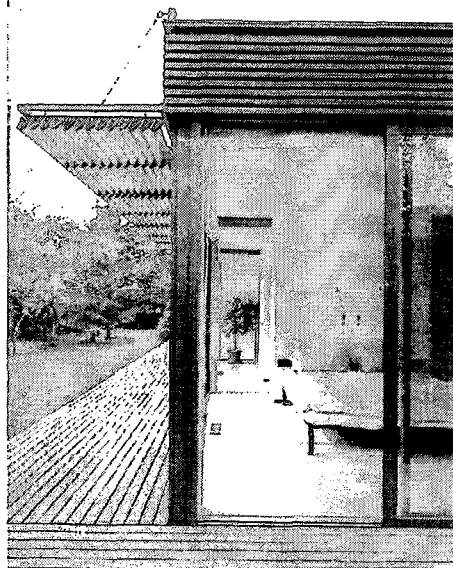
Jestico ve Whiles adlı iki İngiliz mimar tarafından yapılan konut yapısı 3.00 metrelik bir kat yüksekliği ile ve tek katlı olarak düşünülmüştür. Yapının Güney ve Güneydoğu yönünde yaşama ve yemek bölümleri; Doğu yönünde de yatak odaları tasarlanmıştır. Binanın Güneye açık olan iki cephesinde aralıklı yerleştirilmiş yatay metal profillerle kurulmuş gölgeleme sisteminin alt kotu yapının çatı kotu olan 3.00 metrede olup 90 cm yukarıdan çelik bir halat ile bağlanarak asma bir sistemle taşınmıştır. Yapının diğer iki cephesinde ise herhangi bir dış gölgeleme aracı kullanılmamış, bundan ötürü mekan içi çözümlere gidilmiştir. Sonuç olarak yapının Güneydoğu ve Güneybatı yönlerinde yer alan yaşama, yemek ve mutfak bölümlerinde görsel konfor koşulları sağlanırken binanın diğer yönlerinde sağlanamamıştır [21].



Şekil 4.63. Şeffaf yapı kabuğunda uygulanmış yatay metal gölgeleme araçları.



Şekil 4.64. Gölgeleme elemanı detayı.



Şekil 4.65. Binanın üç cephesinde de uygulanan yatay elemanların Kuzey cephesinde uygulanmaması.

4.2.21. Rue de l'Ourcq Apartmanı, Paris / Fransa

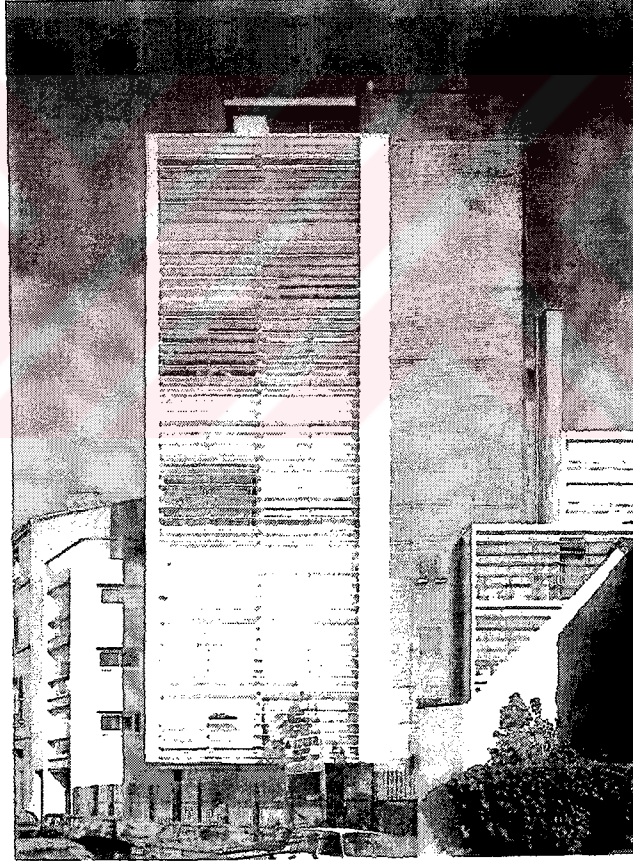
Paris'te Fransız mimar Philippe Gazeau tarafından 1994'te tasarlanan bu apartman binası iki bloktan ve onları bağlayan pasaj şeklinde açık olarak tasarlanmış bir çekirdek bölümünden oluşmuştur. Binanın ana caddeye bakan ön cephesi tamamen şeffaf bir yapı kabuğu şeklinde tasarlanmıştır [22]. Güneş ışınlarının bu noktadaki etkisini kesmek için birbirinin üzerine kaydırılabilen hareketli ahşap panjurlar tasarlanmış ve bu sistem güneş ışınlarının her bir saat için farklı etkiler gösterdiğinden dolayı cephenin sürekli değişken olmasını sağlayarak yapı kabuğunun karakterlerini oluşturan ana öge olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.66. Yapı kabuğunda uygulanan hareketli panjurların cephedeki belirleyici etkisi.

4.2.22. Sujbsized Konut Kompleksi, Paris / Fransa

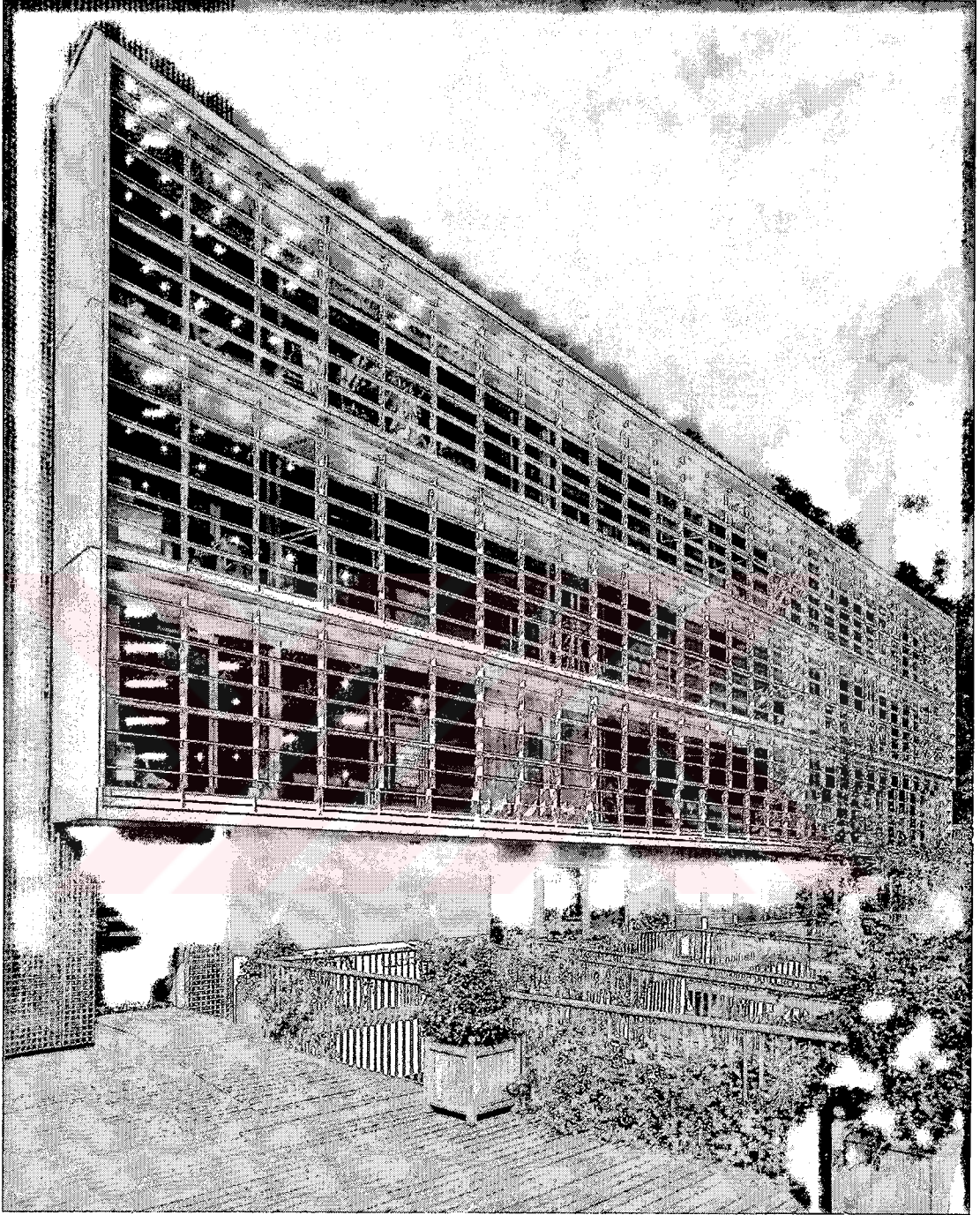
Paris'te mimar Patrick Chavannes tarafından 1993 yılında tasarlanmış bu konut kompleksi biri üç katlı ve uzun, diğeri yüksek bir blok olmak üzere 2 bloktan meydana gelmektedir. Yapının ön cephesi aynı zamanda konutların yaşama mekanlarının cephelerini oluşturmuş ve yön olarak Doğuya yönelmiştir. Bu mekanların yaşama mekanları olması, geniş cam yüzeylerle kaplanması gereğini de beraberinde getirmiştir [22]. Bu cephede yatay gölgeleme aracı düşey metal ayaklar boyunca bağlanarak cephenin türünde uygulanmıştır. Tasarlanan bu metal güneş kontrol sistemi yaklaşık 1,5 metre arkasında yer alan cam cephenin üzerine belli bir ölçüde gölge atmaya sağlamış; fakat dar açı ile gelen sabah güneşini kesmek için cam cephenin önünde parlak kırmızı ve mavi renkli raylı bir sistemle birbirinin üzerine kaydırılabilen hareketli elemanlar kullanılmak zorunda kalmıştır.



Şekil 4.67. Yapı kabuğunda uygulanan yatay güneş kontrolü.

Binanın yüksek bloğunda yine aynı şekilde düşünülmüş, yatay güneş kırıcılar sayısal olarak daha çok ve daha az aralıklarla yerleştirilerek arkasındaki tamamen cam cephenin üzerine daha fazla gölge atması sağlanmasına karşın burada da stor

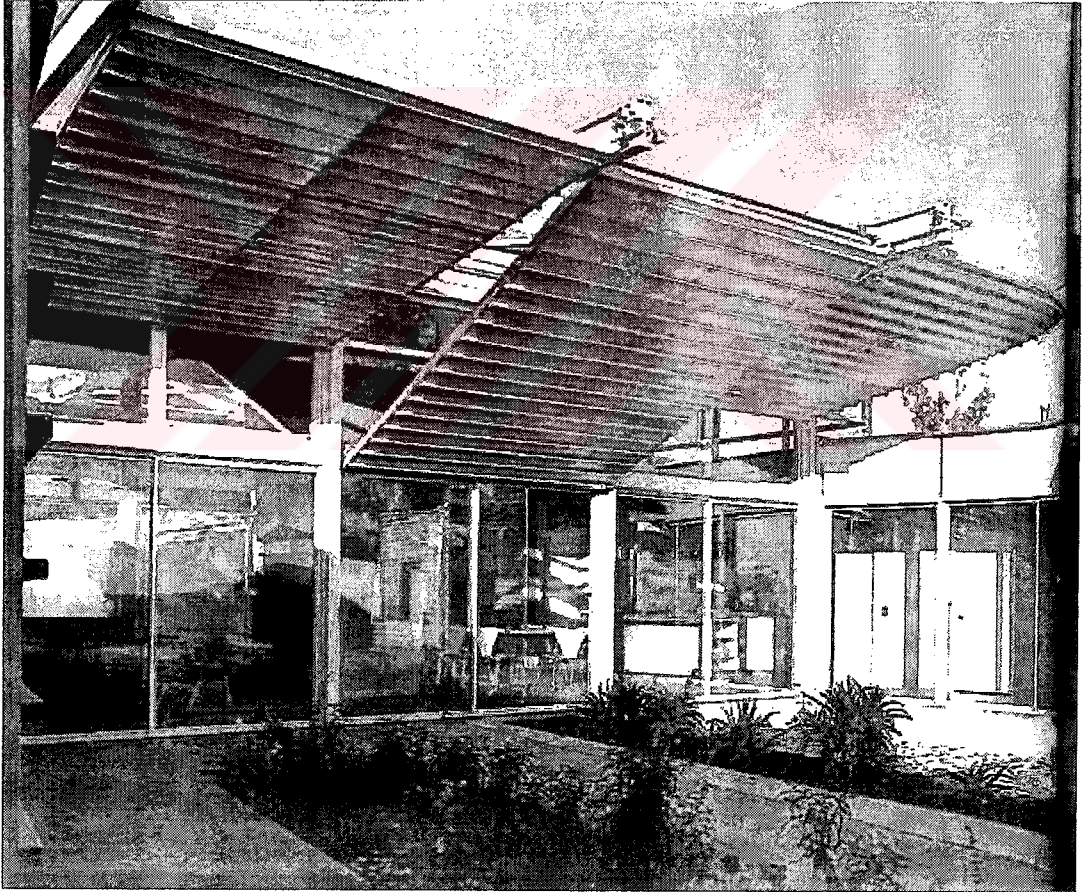
şeklinde düşünölmüş yukarıya doğru katlanabilen panjurlar kullanılmak zorunda kalınmıştır.



Şekil 4.68. Yüksek blok cephesinde kullanılan güneş kontrolünün alçak blokta da uygulanması.

4.2.23. San Diego'da Konut , A.B.D.

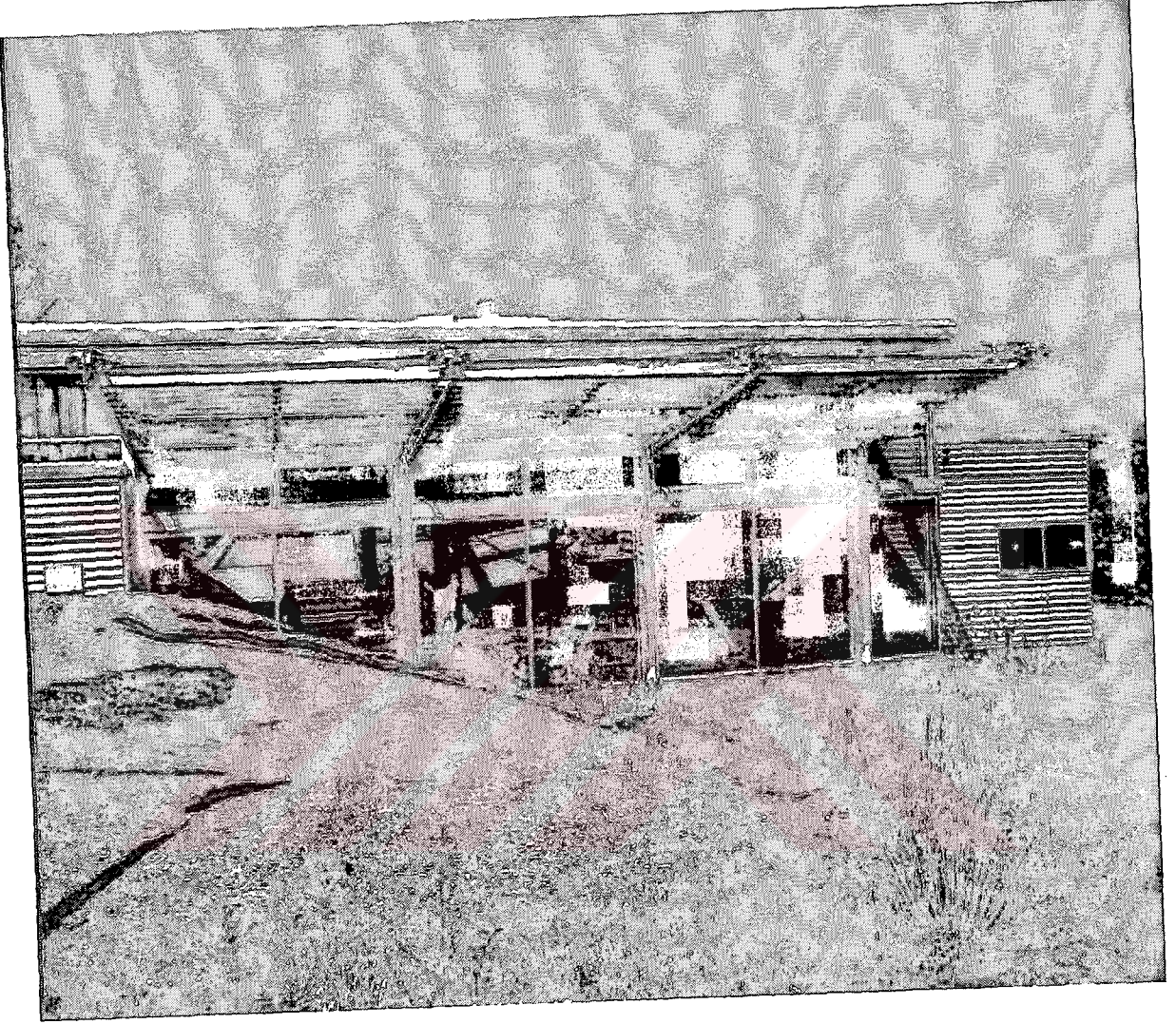
Kuzey San Diego'da bulunan bu konut yapısı daha önce bir orman yangınında yanarak yok olan bir yapının tekrar yapılması ile gerçekleştirilmiştir. Mimar Daly Genik tarafından 1997'de tasarlanan bina yamaç üzerinde yer almakta ve yapının manzara yönündeki bakışı Batı yönünde bulunmaktadır. Bu yapının yaşama bölümü ve yemek bölümü gibi fonksiyonlarının yer aldığı mekanları Batı yönüne bakmaktadır[23]. Tasarım safhasında binanın Batı cephesi tamamen şeffaf düşünülmesi ve bu cephede bir güneş kontrolü ihtiyacı çok önem kazanmıştır. Yapının bu bölümünde delikli alüminyum levhalar aralıklı olarak yerleştirilerek bir gölgeleme aracı tasarlanmış ve bu gölgeleme aracının bir garaj kapısı gibi hareketli olarak yapılması gereği ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.69. Yapı kabuğunda uygulanan hareketli güneş kontrol elemanları.

Kış ayları boyunca bu tasarlanan metal pergola güneş ışığını iç mekanın tavanına yansıtacak şekilde oluşturulmuş; kapalı hava koşullarında ve güneşin batmasına

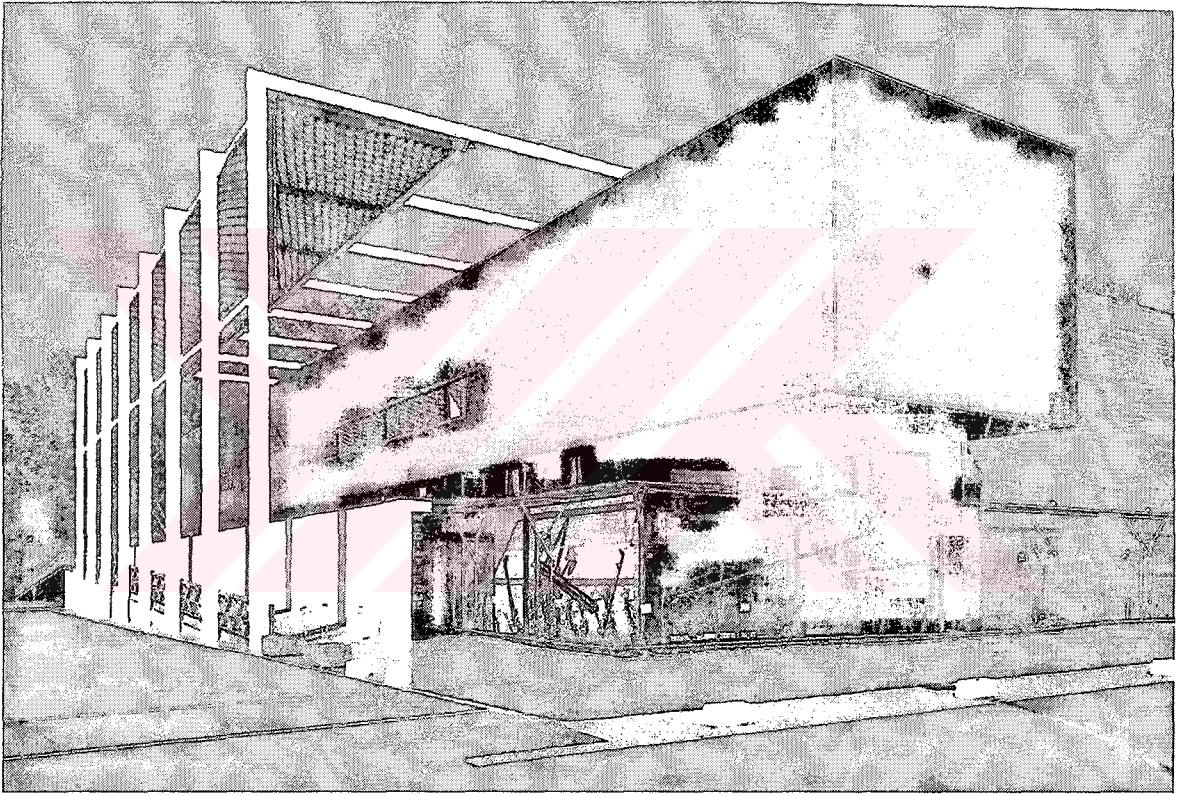
yakın zamanlarda yapılan bu alüminyum elemanların arasından gün ışığının mekana sızması ile iç mekanın aydınlık seviyesinin artırılması sağlanmıştır.



Şekil 4.70. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.

4.2.24. Kütüphane Binası, Selestat / Fransa

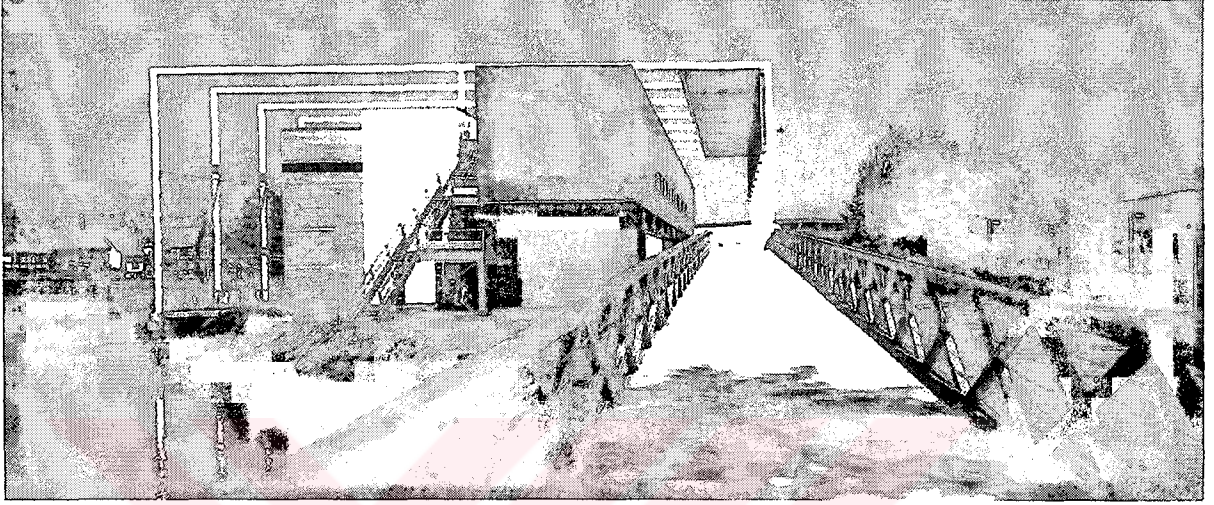
Fransa'nın Selestat kasabasının dış bölümlerine yakın bir yerde Christian Schouvey ve Jacques Orth adlı mimarlar tarafından tasarlanan bu kütüphane binasının Kuzey bölümünde çalışma salonu ve Güney bölümünde ofisler ve kafe bölümü yer almaktadır. Yapının Güney bölümündeki bina kütlesi metal bir yapı elemanı ile giydirilmiş, aynı zamanda Kuzey cephesi alabildiğine şeffaf düşünülmüştür. Güney yönünün etkili olduğu zamanlarda güneş ışınlarını kesmek için yapı kabuğu dışında bir güneş kontrolü sistemi tasarlanmıştır [24].



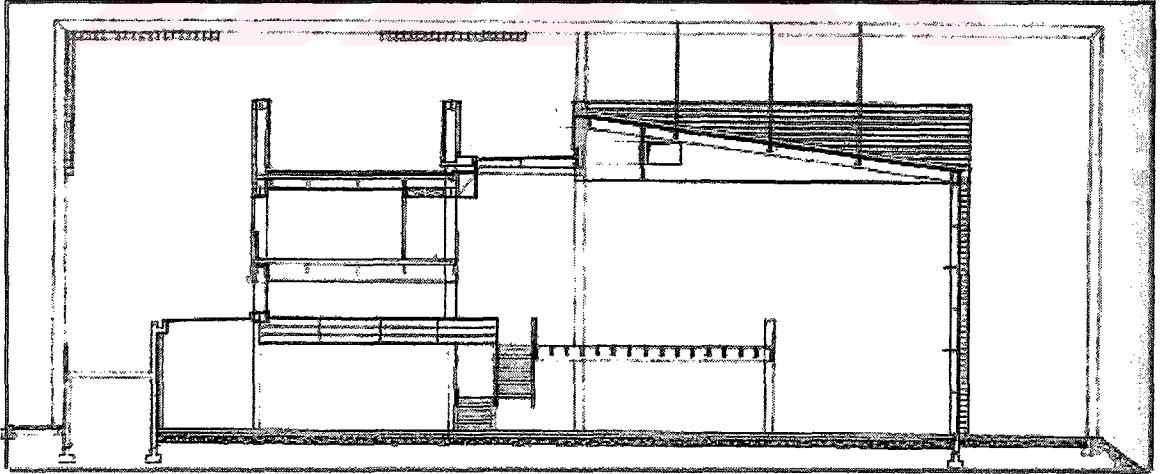
Şekil 4.71. Yapı kabuğundan kopuk olarak tasarlanan güneş kontrolünün cephedeki belirleyici etkisi.

Bu güneş kontrolü sistemi kurulurken yapı kabuğundan bağımsız bir karkas sistem kurulmuş; bu sistem asma germe elemanlarla yapı kabuğuna bağlanmış ve gölgeleme elemanları bu sistemle beraber oluşturulmuştur. Güney cephesinde bu gölgeleme sistemi yatay 90° lik açıyla devam eden kalkan şeklindeki bir elemanla

kurulmuş, aynı zamanda yapıyı oluşturan ana iki bloğun birleştiği holün üzeri tamamen cam çatı örtü olarak düşünülmüş ve bu cephede başlayıp yapı kabuğunun üst bölümüne 90° ile bağlanan gölgeleme elemanı , aynı şekilde bu cam çatı örtüsünün üzerinde de devam ettirilerek sistemin sürekliliği sağlanmış ve yapı kabuğunun karakterinin oluşumunda önemli rol oynamıştır.



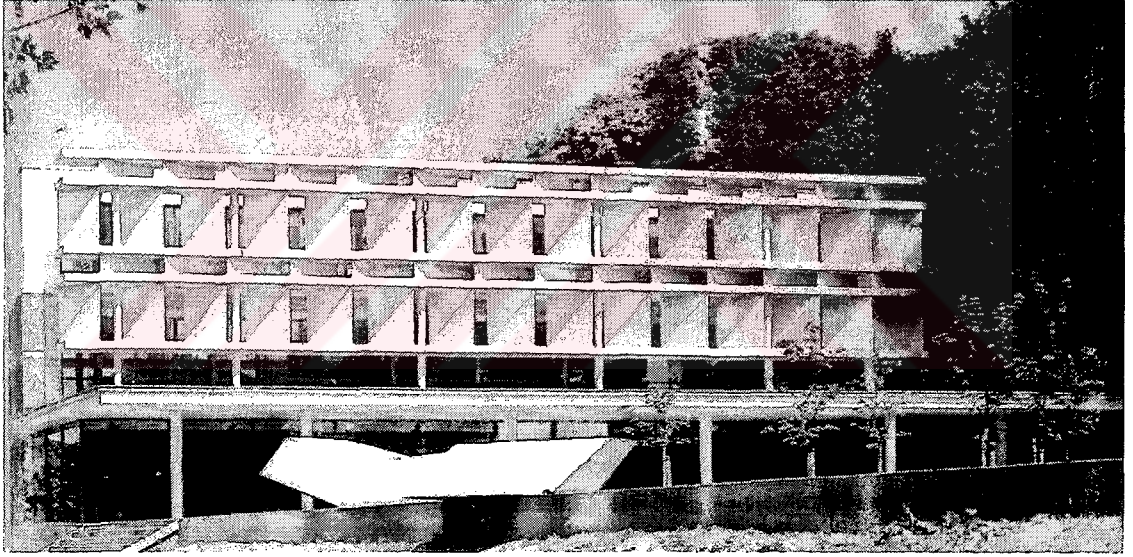
Şekil 4.72. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.



Şekil 4.73. Bina kesitinde, cephede ve çatıda gölgeleme elemanları.

4.25. Besançon Üniversitesi Kütüphanesi, Besançon / Fransa

Besançon Üniversitesi kütüphanesi uzun bir dikdörtgen bloktan oluşmaktadır. Bu yapının Kuzeydoğu bölümünde boylu boyunca kütüphanenin kitaplık, okuma ve çalışma fonksiyonlarını barındıran büyük salon bulunmaktadır. Kütüphane bölümü bu katın üzerinde yer alan asma kat ile 2 kat şeklinde düşünülmüş ve bir galeri ile mekanların birliği sağlanmıştır. Bu mekan 2 kat yüksekliğinde bir cephe oluştururken mekana en fazla doğal ışık alınabilmesi için olduğu gibi şeffaf bir yapı kabuğuyla örtülmüştür. Kuzeydoğu yönünden gelebilecek olan dar açığa sahip sabah güneş ışınlarının oluşturacağı olumsuz etkileri engellemek için yapı kabuğunun dışında yapı kabuğundan bağımsız olarak bir karkas sistem kurulmuş bu sistemin içine doğuya doğru 45° yönlendirilmiş kalkan şeklinde dolu gövdeli plakalar yerleştirilmiştir [24].



Şekil 4.74. Yapı kabuğundan bağımsız olarak yapılan taşıyıcı konstrüksiyon üzerinde tasarlanmış ve cepheye 45° açı ile yerleştirilmiş düşey gölgeleme elemanları.

Bu kalkan şeklindeki elemanlar ile kurulan güneş kontrol sistemi kitaplığın içinden olan görselliği önemli ölçüde kesmiş binanın mimarları Laurent Beaudouin ve Emmanuelle Beaudouin tarafından bina bölümünün fonksiyonuna aykırı olmadığı aksine insanların çalışma konularına daha iyi konsantre olacakları düşünülmüştür. Ayrıca bu güneş kontrol sisteminin yapı kabuğundan bağımsız yapılması, bu sistemin arkasında bulunan cam cephenin üzerine gölge düşmesini sağlamış ve

yapı kabuğuna bir teması söz konusu olmadığı için kurulan güneş kontrol sisteminin üzerinde biriken ısı enerjisinin yapı kabuğuna iletilmemesi sağlanmıştır.



Şekil 4.75. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.

4.2.26. Nottingham Üniversitesi Kampüsü, Nottingham / İngiltere

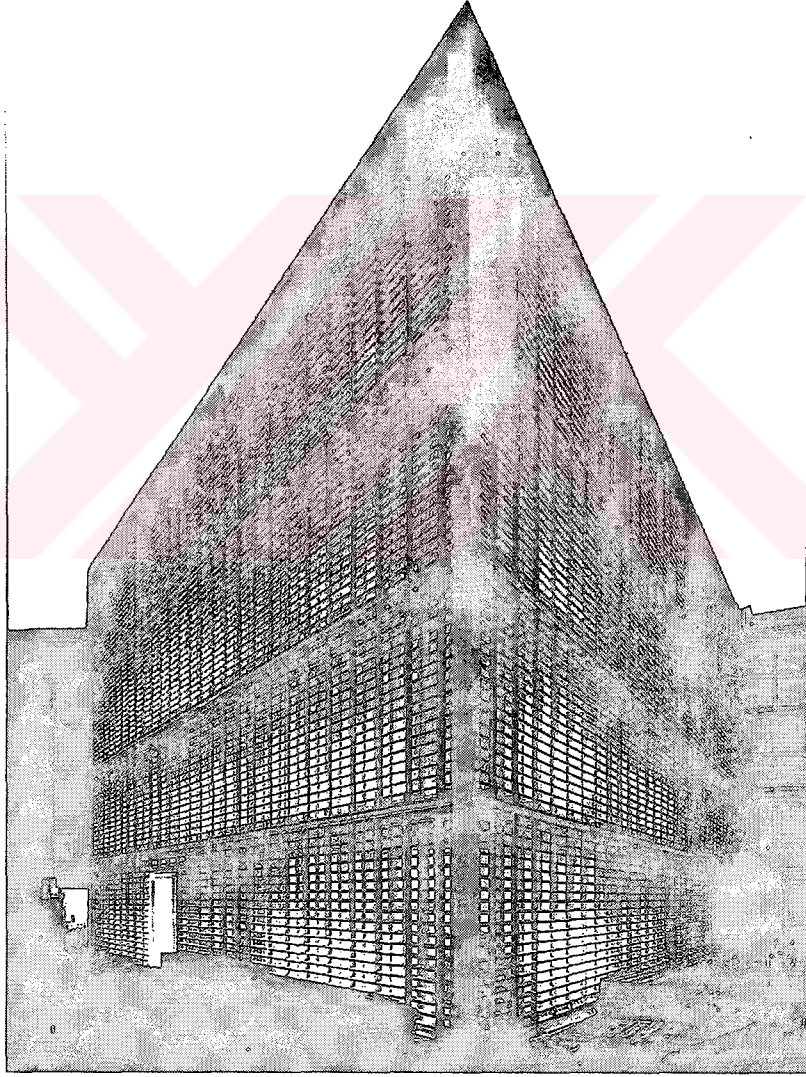
Mimar Michael Hopkins'in 1995 yılında tasarladığı binada ahşap gibi doğal ve yöresel bazı malzemeler çağdaş bir şekilde yapı kabuğunda kullanılmıştır. Özellikle kampüsün öğrenci yurtlarını oluşturan blokta, yapı kabuğu boylu boyunca bant pencereler ve ahşap kaplama şeklinde düşünülmüştür[25]. Mimar Michael Hopkins güneşin ısı etkisini en aza indirmek için bu ahşap kaplama ile yapı kabuğu arasında bir izolasyon uygulamış ve güneş ışınlarını engellemek için hareketli yatay kumaş tenteler ile bir gölgeleme elemanı tasarlamıştır. Yurt bloklarının Güney, Güneybatı yönlerine bakan cephelerinde uygulanan bu gölgeleme elemanı tasarımı fonksiyonsuz olarak Kuzey cephesinde de kullanılmıştır.



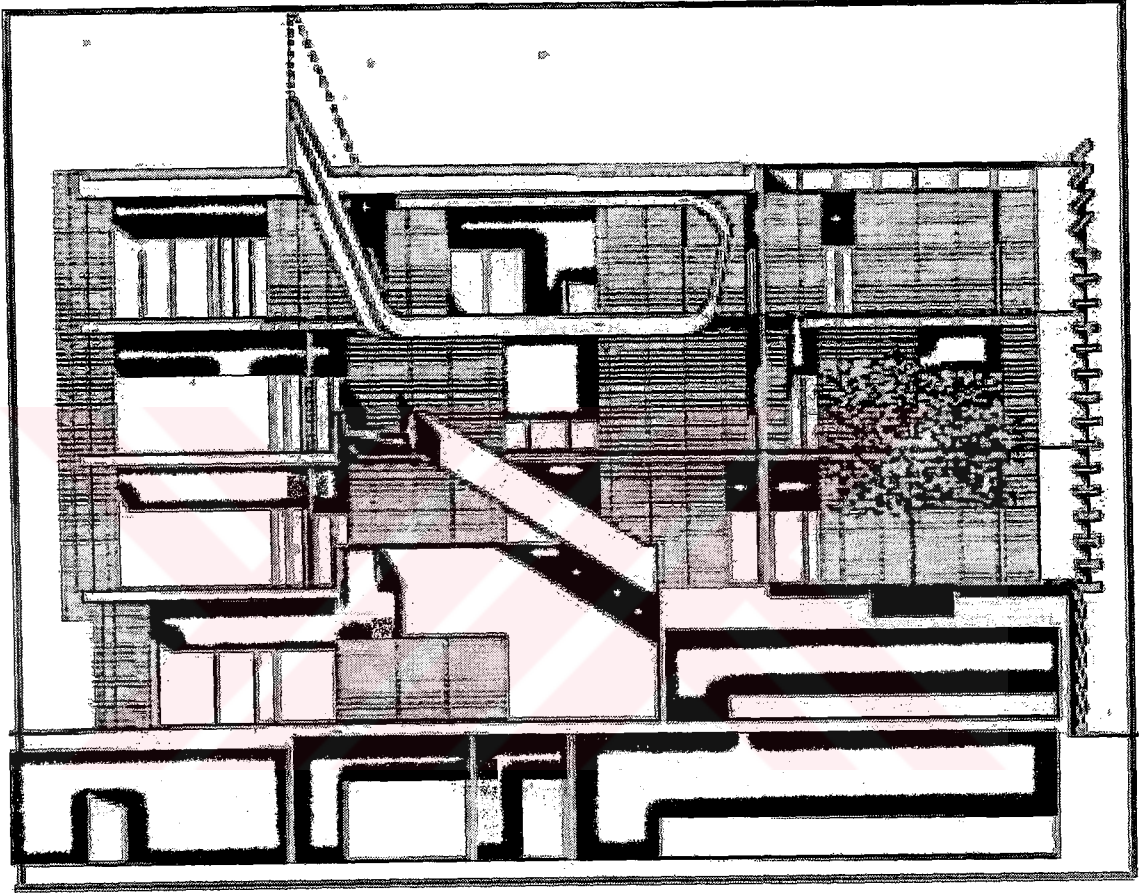
Şekil 4.76. Yapı kabuğu dışında uygulanan hareketli yatay brandalar.

4.2.27. Finlandiya Elçilik Binası, Berlin / Almanya

Finlandiyalı mimarlar, Toni Peltonen, Rauna Lehtinen ve Pekka Mäki tarafından tasarlanan bina yapı kabuğu olarak tamamen şeffaf olarak düşünülmüştür. Bundan dolayı da bir güneş kontrolü sisteminin kurulması zorunluluğu görülmüştür. Yapı kabuğunu tamamen kapsayan hareketli yatay gölgeleme elemanları ile kurulan gölgeleme sistemi güneşin her saat için farklı etkilerine göre ayarlanabilmektedir [26].



Şekil 4.77. Yapı kabuğunda uygulanmış olan yatay elemanlarla oluşturulmuş güneş kontrol elemanı.



Şekil 4.78. Bina kesitinde güneş kontrol elemanları.

4.2.28. Sunshine Coast Üniversitesi Kütüphanesi, Queensland / Avustralya

Avustralya'da inşa edilmiş olan bu üniversite kütüphanesi binasının farklı cephelerinde farklı tipte gölgeleme araçları tasarlanmış ve kullanılmıştır. Avustralyalı mimar Lawrence Nield tarafından tasarlanan binada bir kütüphane yapısı olarak özellikle okuma salonlarının bulunduğu bölümlerde güneş ışınlarının göz kamaştırıcı etkisi engellemeye çalışılmış ve binanın Güneybatı cephesinde yapı kabuğuna 45° açı ile yerleştirilmiş düşey paneller ile bu sorun çözülmeye çalışılmıştır [27].



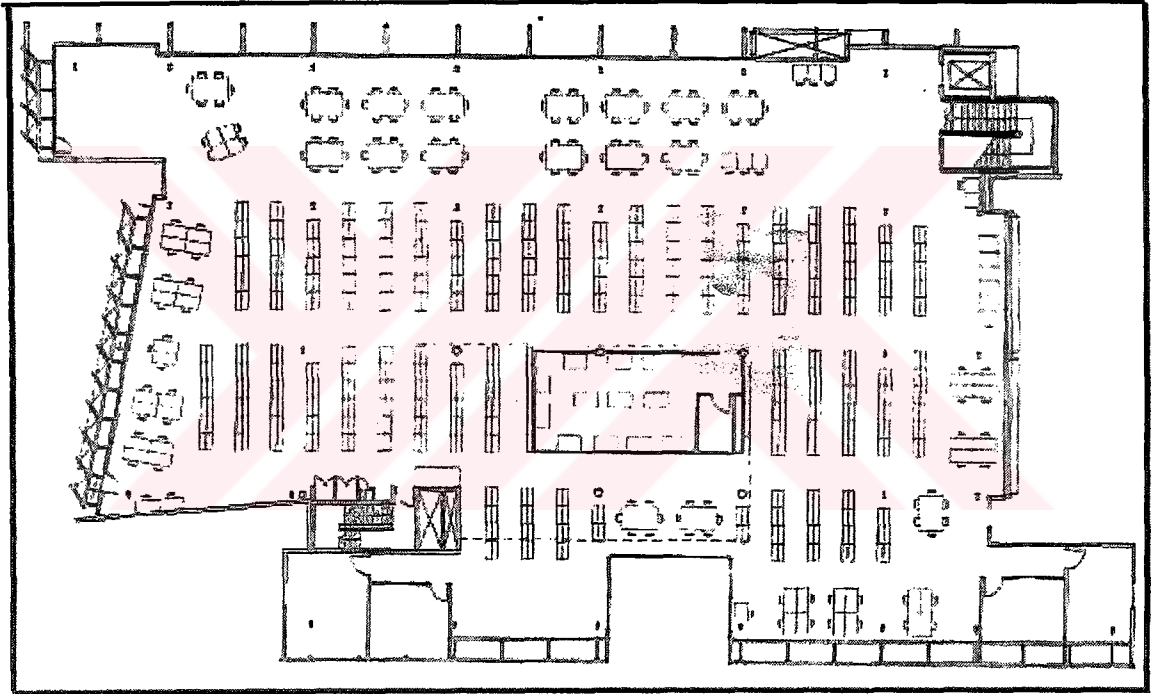
Şekil 4.79. Farklı tipte güneş kontrolü uygulanmış yapı kabuğu.

Bina dünya üzerindeki konumu itibariyle şu ana kadar incelediğimiz örneklerden farklılık göstermektedir. Çünkü bina diğer örneklerdeki binalar gibi Kuzey yarımkürede değil, Güney yarımkürede yer alan Avustralya'da bulunmaktadır. Güney yarımkürede güneşin tüm gün boyunca dünyaya göre hareketi Kuzey yarımküredekinin tam aksi şeklinde gerçekleşir. Bu sebepten dolayı, Kuzey yarımkürede Güney yönündeki güneş ışınları etkisi Güney yarımkürede Kuzey yönü için geçerlidir. Tablo 4.1. de Güney yarımküre için değişik yönlerde tasarlanması gereken gölgeleme araçları gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Güney yarımküre için yönlere göre uygun gölgeleme araçları.

YÖN	ETKİLİ GÖLGELEME ARACI
Kuzey	Sabit yatay eleman
Doğu	Sabit veya hareketli düşey eleman
Güney	İhtiyaç yok
Batı	Sabit veya hareketli düşey eleman

Güney yarımkürede Kuzey yarımkürenin tersine Güney yönünde herhangi bir gölgeleme aracına ihtiyaç duyulmaz [28].



Şekil 4.80. Bina planında güneş kontrolleri.

Binanın Kuzeybatı cephesinde kullanılan geniş yüzeyli cam cephede gölgeleme, yatay metal elemanların çatı eğimiyle aynı açı ile cephenin önüne doğru taşan açılı yatay elemanları ve onun altında devam eden düşey metal profillerle oluşturulmuş bir başka eleman ile sağlanmaya çalışılmıştır. Bina çatısı Kuzeybatı yönüne doğru açılı olarak yerleştirilerek arkasındaki çatının üzerine gölge düşürmesi sağlanmış, çatının açı ile kalktığı yerlerde Güneydoğu yönüne bakacak şekilde yerleştirilen

pencereler ile güneş ışınlarının rahatsızlık yaratan etkilerini mekan içine almadan gün ışığından yararlanılması sağlanmıştır.



Şekil 4.81. Yapı kabuğunda güneş kontrolü.

4.2.29. Cy Twombly Sergi Salonu, Houston / A.B.D.

Mimar Renzo Piano tarafından Amerika Birleşik Devletlerinin sıcak ve nemli iklimine sahip Houston eyaletinde tasarlanan bina zemin kat ve bir bodrum kattan oluşan bir galeri yapısıdır. Genellikle resim - heykel sergisi gibi geçici ve değişken sergiler için bir müze gibi büyük açıklık tek bir salon şeklinde değil, birbirinden duvarlar ile ayrılmış odacıklar şeklinde tasarlanmış bu binanın tüm duvarları sağır olarak düşünülmüş cephelerine giriş kapısı dışında hiç bir yırtık yapılmamıştır. Sergi salonunda sergilenecek objelerin en doğru şekilde algılanabilmesi için aydınlık düzeyinin doğru ve kontrollü şekilde sağlanması gerekliliği vardır. Binanın dış cephelerinin tamamen sağır olarak tasarlanıp sadece çatısından ışık almasının amacı budur [29].

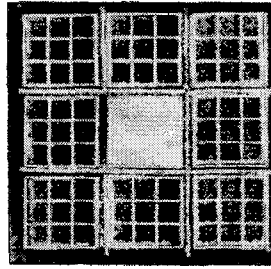


Şekil 4.82. Yapı kabuğunda güneş kontrolünün belirleyici etkisi.

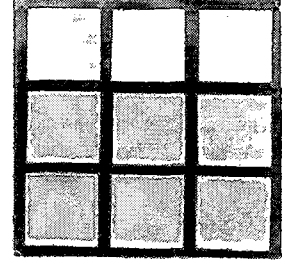
Bina kare formuna sahip bir yapıdır ve bu kare formu bina 9 adet eşit büyüklükteki kare mekanlara bölünmüştür. Bu bölüntülerin tam ortadaki kare bölümünde arşiv bölümleri, laboratuvarlar ve servis merdiveni planlanmış, bundan ötürü sadece bu orta akstaki kare mekanın çatısı sağır düşünölmüştür. Bu bölüm dışında bina çatısının tümü cam olarak düşünölmüştür.



(Güneş kontrol sistemi.)



(Cam çatı örtüsü.)

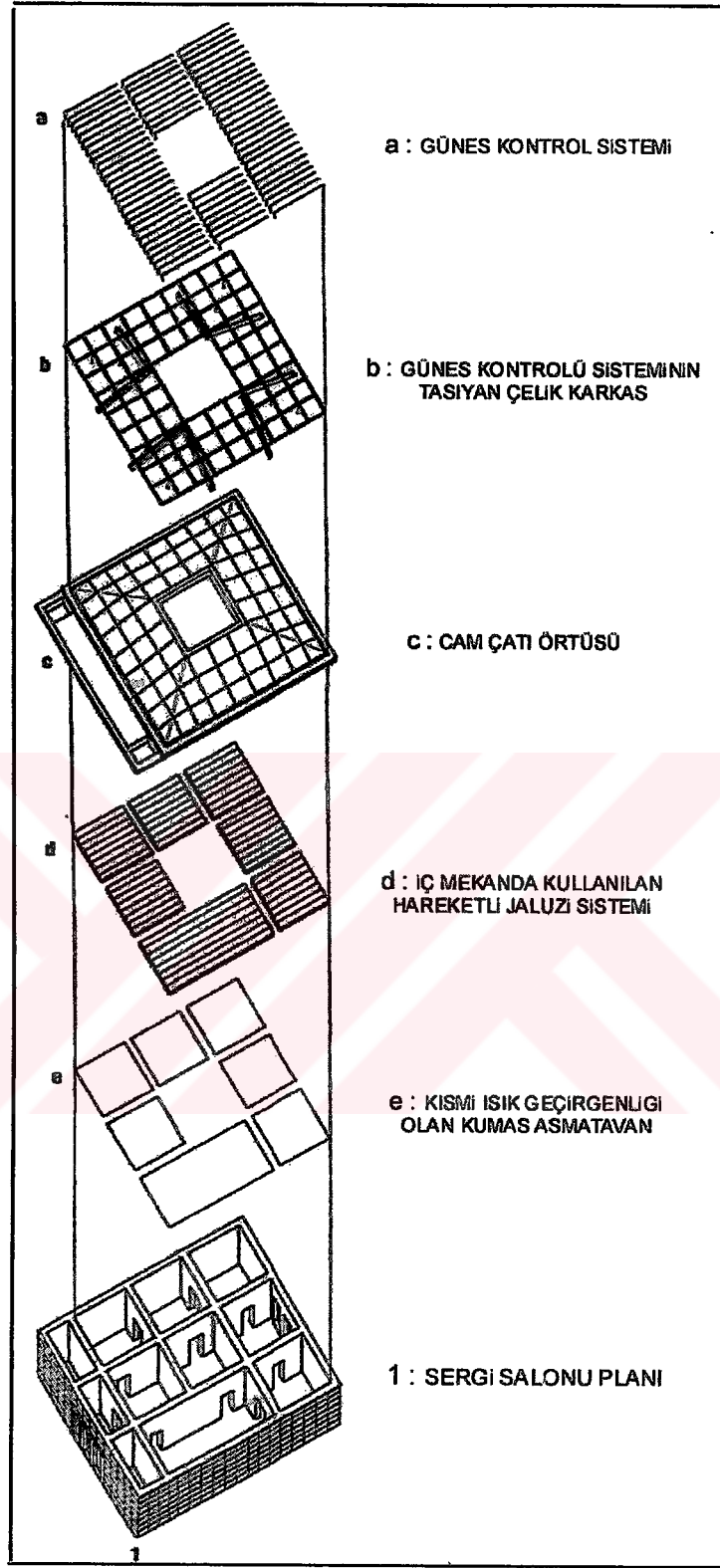


(Kumaş Asmatavan)

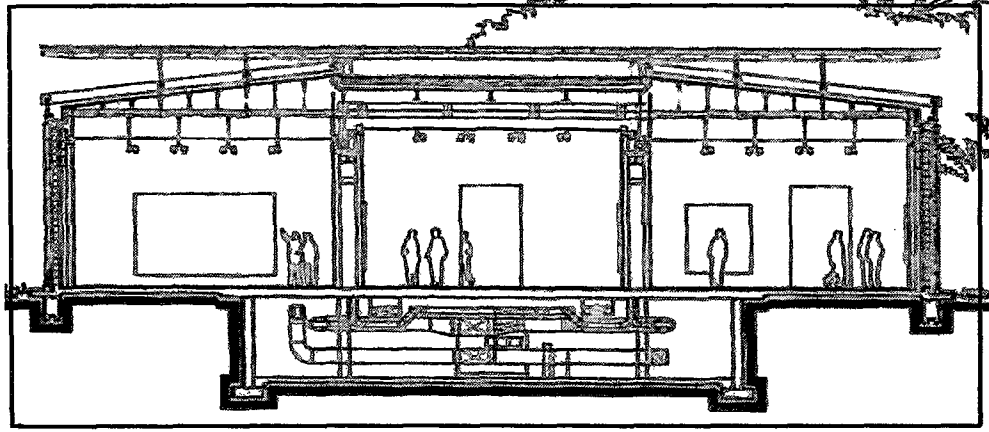
Şekil 4.83. Bina çatısında tasarlanan katmanların plan anlatımları.(Soldan sağa)

Bu cam çatı örtüsünün üzerinde çelik profillerle oluşturulmuş bir güneş kontrol sistemi mekanın içine sadece Kuzey ışığının girmesine izin vermektedir. Fakat böyle bir sergi salonunda aydınlatma, mekan içi aydınlık düzeyi ve güneş kontrolü çok önemli olduğundan mimar Renzo Piano bu güneş kontrol kanopisinden ayrı bir ikinci güneş kontrol sistemini cam çatı örtüsünün altında planlanmıştır. Jaluzi sisteminin hareketli yapılması içeride değişik saatlerde değişik aydınlık düzeylerinin ayarlanmasına olanak vermektedir.

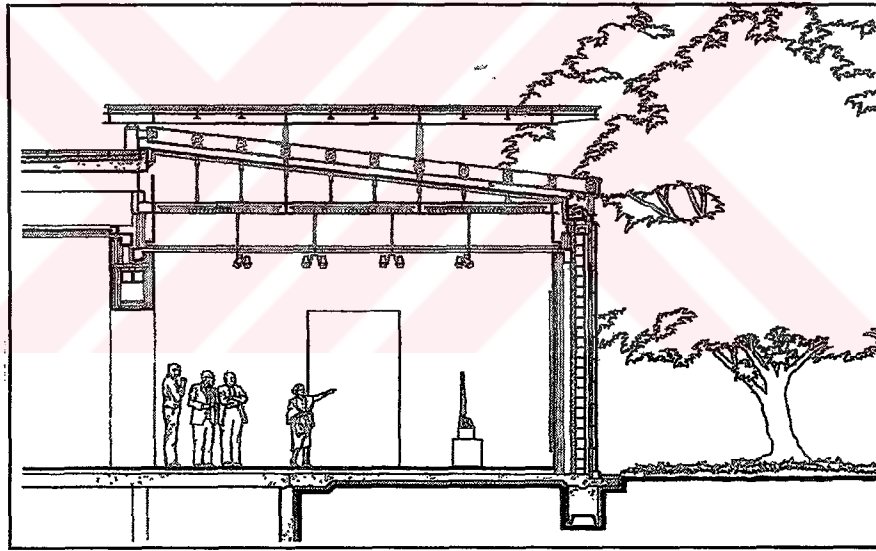
Bunların dışında çatıda üçüncü bir katman düşünölmüştür. Bu iç jaluzinin altında çatıdan gelen ışığın süzölmesi için kumaştan bir tavan tasarlanmıştır. Bu tavanla mekan içi aydınlık düzeyinin 200 - 300 lüx arasında tutulması amaçlanmıştır. İç jaluzi açıldığında mekan içi aydınlık düzeyi 700 lüx'e kadar çıkabilmektedir. (Şekil 4.84)



Şekil 4.84. Bina çatısı katmanları.

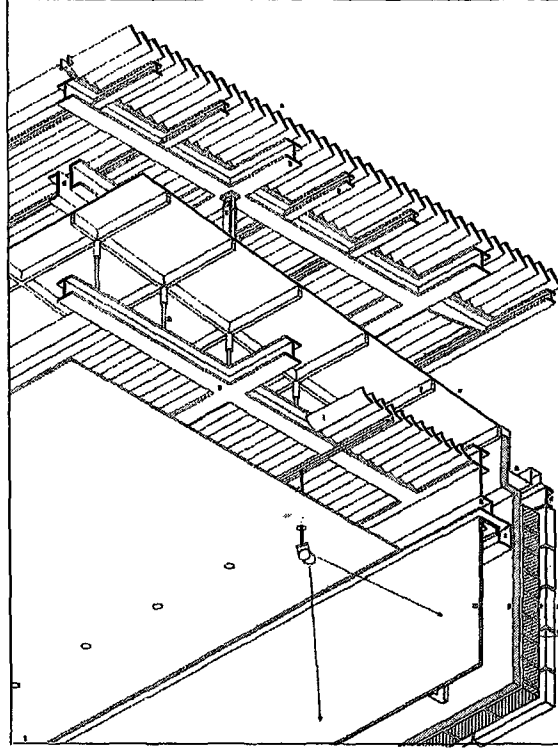


Şekil 4.85. Bina kesiti.



Şekil 4.86. Bina kısmi kesitinde gölgeleme elemanı.

Çatı da uygulanan bu güneş kontrol sistemi ile güneş ışınları önemli ölçüde kesilmiş; böylelikle, binanın soğutma maliyeti çok aşağı seviyelere çekilmiştir. Yine mimar Renzo Piano tarafından tasarlanan ve Houston'dan daha sıcak ve nemli iklime sahip olan Basle'deki Beyeler müzesi ile enerji yükü aynı olduğu halde Cy Twombly sergi salonunun her 1m² si için Beyeler müzesinin 4'te 1'i kadar enerji kullanılmaktadır.



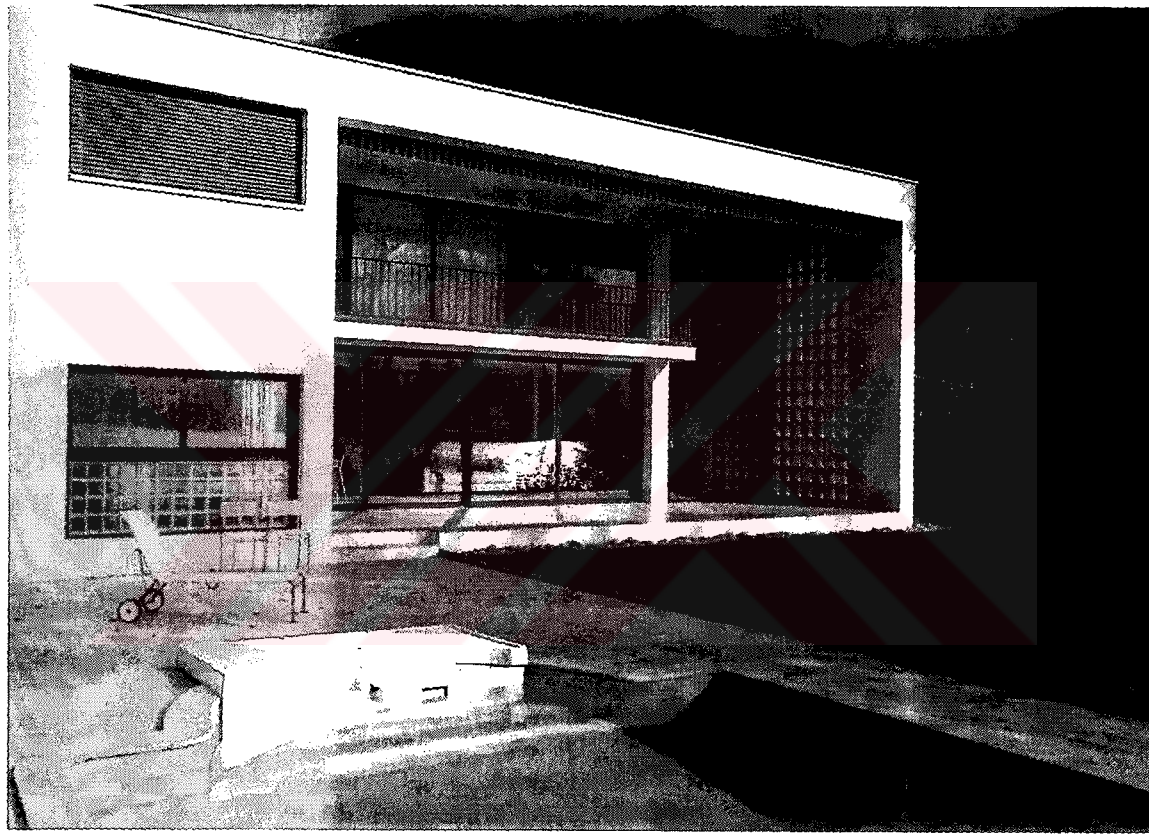
Şekil 4.87. Dış gölgeleme aracı ve iç gölgeleme aracı ilişkisi.



Şekil 4.88. Güneş kontrolü sistemi detayı.

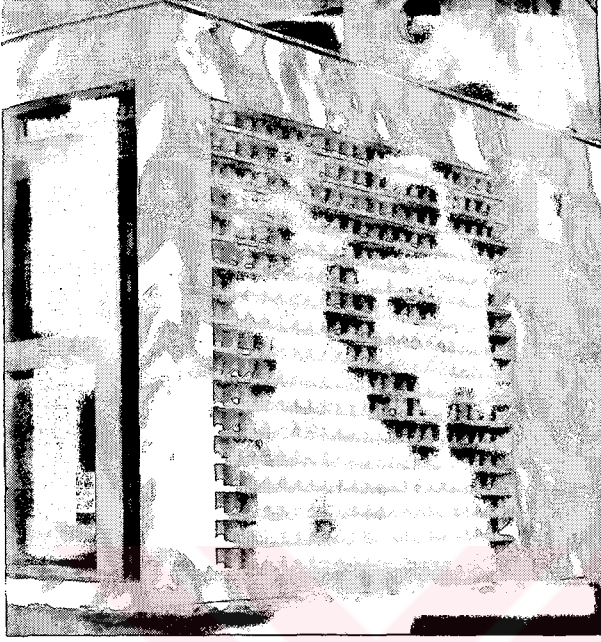
4.2.30. İtalya'da Villa / İtalya

İtalya'da tasarlanmış iki katlı villanın ön cephesi Güneybatı yönüne bakmaktadır. Binanın bu Güneybatı cephesi aynı zamanda bir göl manzarasına sahiptir. Bu yüzden yapının yaşama mekanı binanın bu yöne bakan bölümünde tasarlanmış aynı zamanda yaşama mekanının önünde büyük bir terasa yer verilmiştir (Şekil 4.89.)[30].

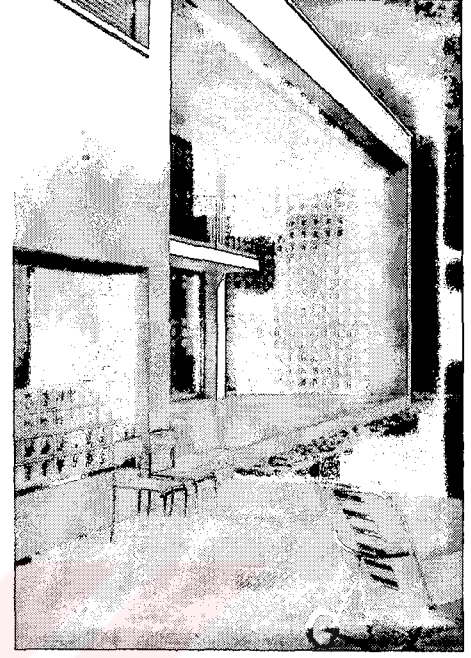


Şekil 4.89. Yapının Güneybatı yönünden görünüşü.

Bina çatısı ve binanın yan duvarları, bir çerçeve şeklinde bu terası örtecek şekilde terasın bitim sınırına kadar uzanmakta, böylelikle tamamen cam olarak tasarlanmış yaşama mekanı ve yukarıdaki oda bölümlerinin şeffaf yapı kabuğunun üzerine gölge düşürecek şekilde düşünülmüştür. Bunun yanı sıra bu ön cepheye dik olan Güneydoğu cephesinde ise betondan küçük pencerelerle bir ızgara oluşturulmuş, bu oluşturulan karma gölgeleme sisteminde yatay elemanlar yön gereği düşey elemanlardan daha çok dışarıya çıkacak şekilde tasarlanmıştır. (Şekil 4.90.)

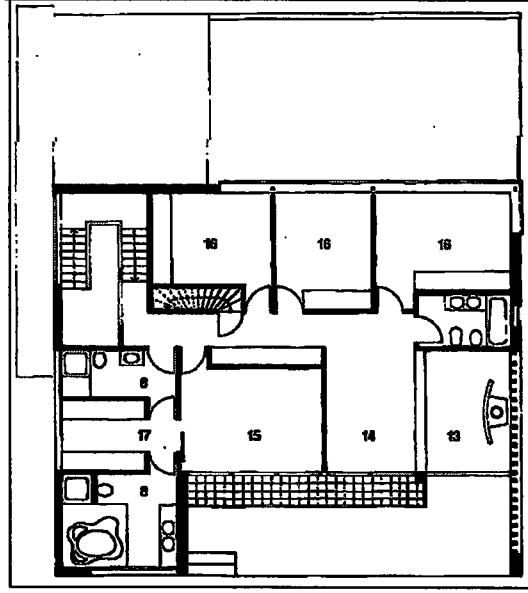


Şekil 4.90. Yapı kabuğunda güneş kontrolü.

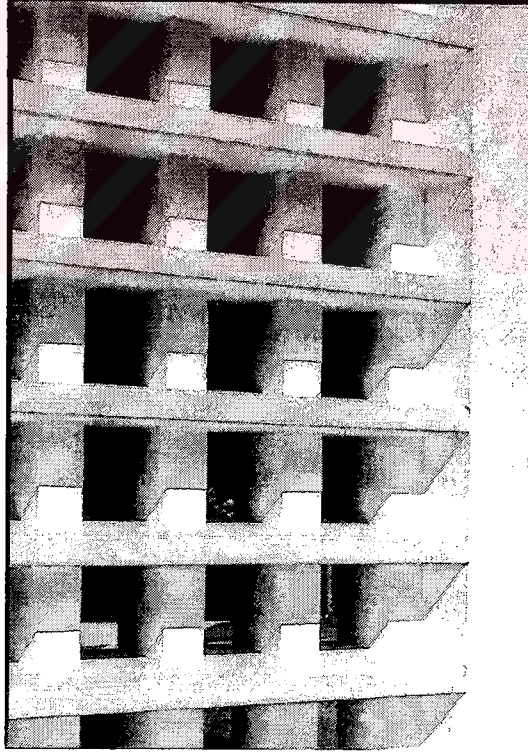


Şekil 4.91. Yapı kabuğundaki güneş kontrolünün Güneydoğu görünüşü.

Ön terası ve Güneybatı cephesindeki cam yapı kabuğunu korumak için tasarlanan bu betonarme ızgara şeklindeki güneş kontrol duvarı, yaşama bölümünün içine doğrudan devam ettirilmiş burada da bu ızgara şeklinde devam eden güneş kontrol duvarının boşlukları cam tuğla ile kapatılarak bu duvarın iç yaşama mekanında da hissedilmesi sağlanmıştır.



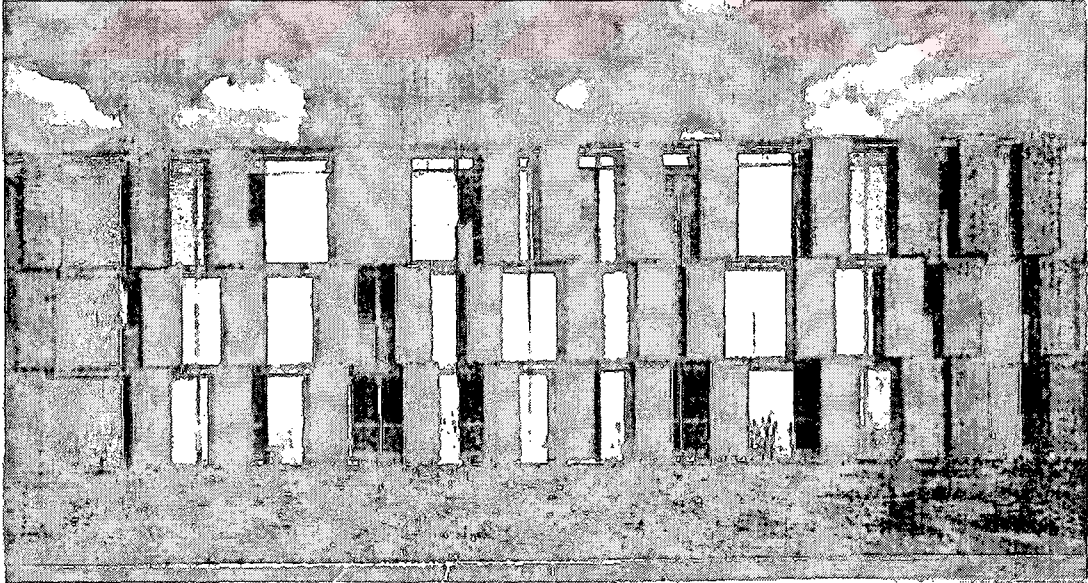
Şekil 4.92. Villa Planı.



Şekil 4.93. Yapı kabuğunda tasarlanan güneş kontrolü detayı.

4.2.31. Konut Bloğu Binası , Graz / Avusturya

Avusturya'nın Graz şehrinde 1991 yılında mimar Rieger & Riewe tarafından tasarlanan yapı 1994 yılında inşa edilmiştir. Alışılmışın dışında bir cepheye sahip yapı bir konut bloğu olarak düşünülmüştür. 50m² ve 78m² alanlara sahip iki tip konut tipinden oluşan blok üç katlı olarak düşünülmüştür [60]. Yapı kabuğunda düşey yırtıklar oluşturulmuş, bazı bölümler sağır brüt beton olarak yapılmıştır. Yapı kabuğunda delikli metal levhalar ile hareketli kayar paneller oluşturularak bu paneller yapı kabuğunda yatayda boydan boya çelik borular ile oluşturulan bir ray sisteminin üzerinde sağa ve sola hareket edebilmektedir. Böylelikle güneş radyasyonunun istenmediği dönemlerde kapatılan bu paneller kış aylarının güneş radyasyonuna ihtiyaç duyulduğu dönemlerde yapı kabuğunun sağır bölümlerine itilerek iç mekana maksimum güneş ışığının girmesi sağlanmıştır. Metal panellerin yatay boru ile oluşturulan ray sistemine bağlanıp bu boylu boyunca giden metal borunun yapı kabuğuna noktasal metal elemanlarla bağlanması ile yapı kabuğuna olan ısı transferi minimuma indirilmiş, aynı zamanda da bu hareketli panellerin değişen güneş ışınımı koşullarında hareket ettirilebilmesiyle cephede sürekli bir farklılık ve değişkenlik sağlanmış böylece güneş kontrolü yapı kabuğunun karakterini belirleyen ana unsur olarak ortaya çıkmıştır.



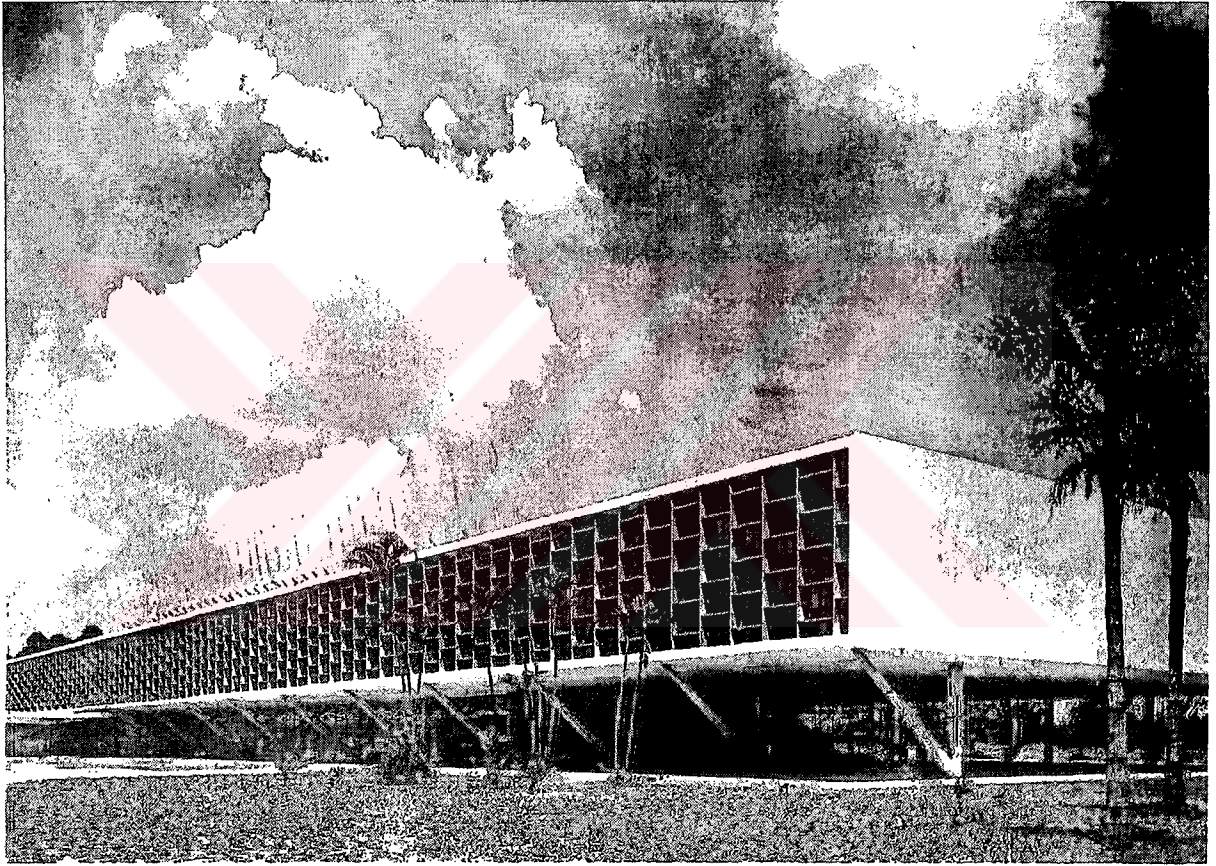
Şekil 4.94. Yapı kabuğunda hareketli güneş kontrolü.



Şekil 4.95. Yapı kabuğunda kayar güneş kontrol panelleri.

4.2.32. Sao Paulo Fuar Merkezi, Sao Paulo / Brezilya

Oscar Niemeyer tarafından Brezilya'nın Sao Paulo kentinde tasarlanan bina rasyonel formu ile göze çarpmaktadır. Yapı uzun bir dikdörtgenler prizması olarak düşünülmüş ve kolonlar payandalar ile desteklenerek bina kütlesi yerkabuğundan havaya kaldırılmıştır [10]. Binanın uzun cephesi, tamamen cam olarak düşünülmüş ve sabit karma bir gölgeleme aracı tasarımı (eggcrate) uygulanmıştır.

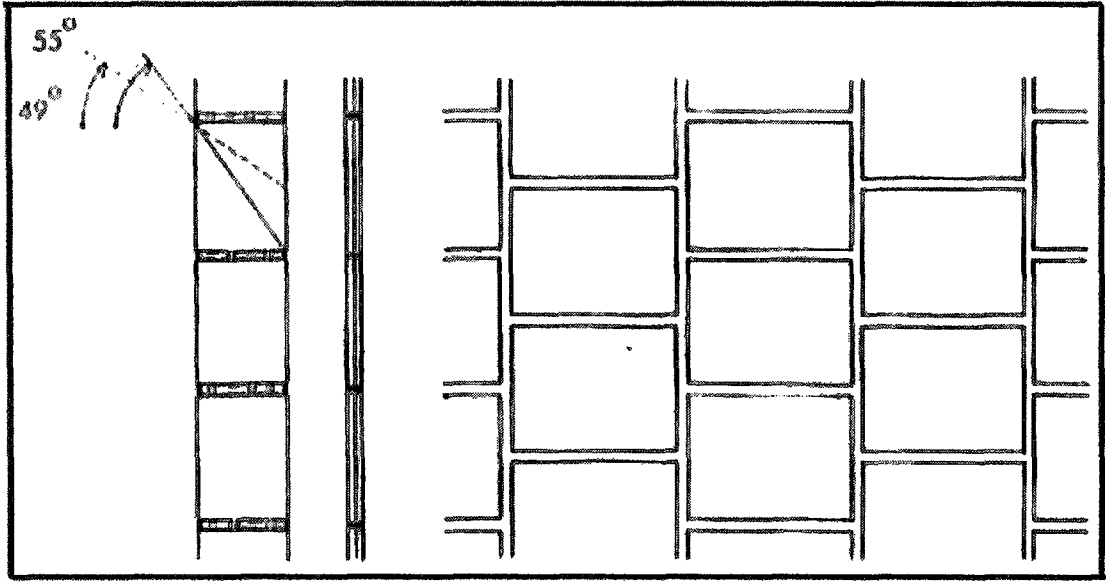


Şekil 4.96. Yapı kabuğunda karma güneş kontrolünün belirleyici etkisi.

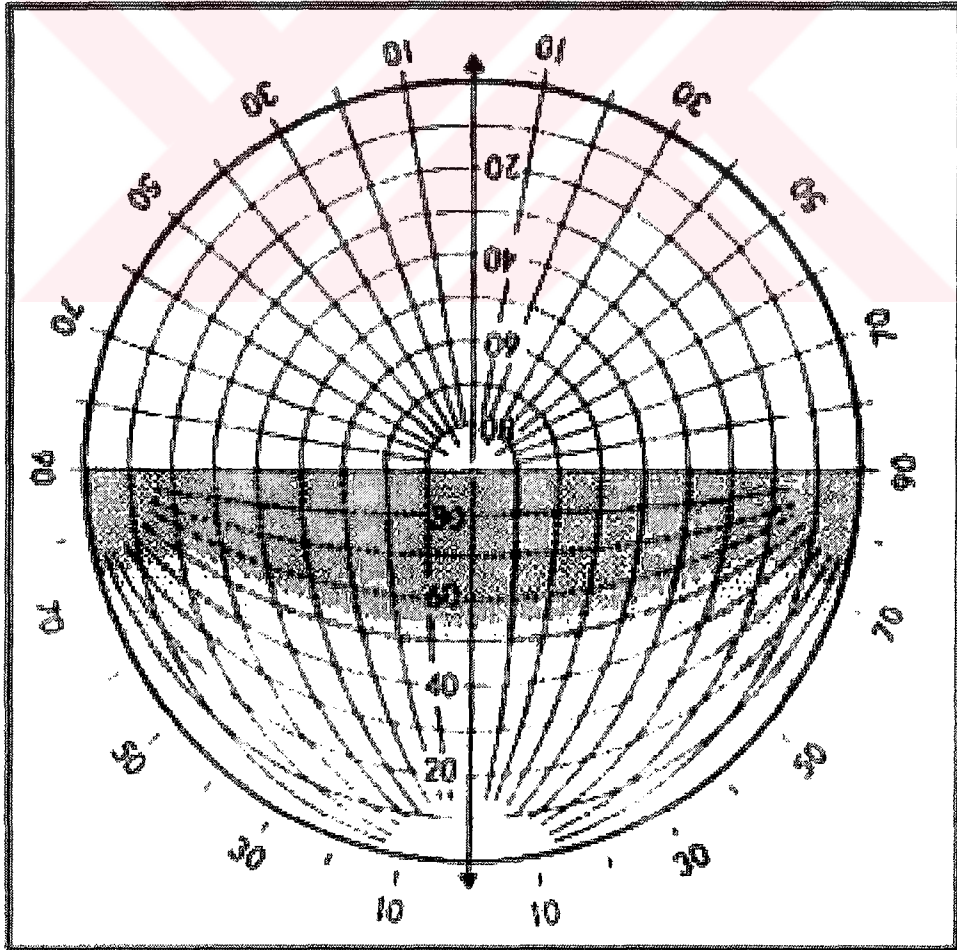
Bu karma sistemi oluşturan yatay hatlar şaşırtılarak yerleştirilmiş, cephe karakterini sağlayan ana etken olarak ortaya çıkmış; aynı zamanda bu yatay elemanlar delikli yapılarak güneş ışınlarının süzülerek belli ölçüde yapı kabuğuna ulaşması sağlanmıştır.



Şekil 4.97. Karma güneş kontrol sisteminde yatay elemanlar üzerindeki delikler.



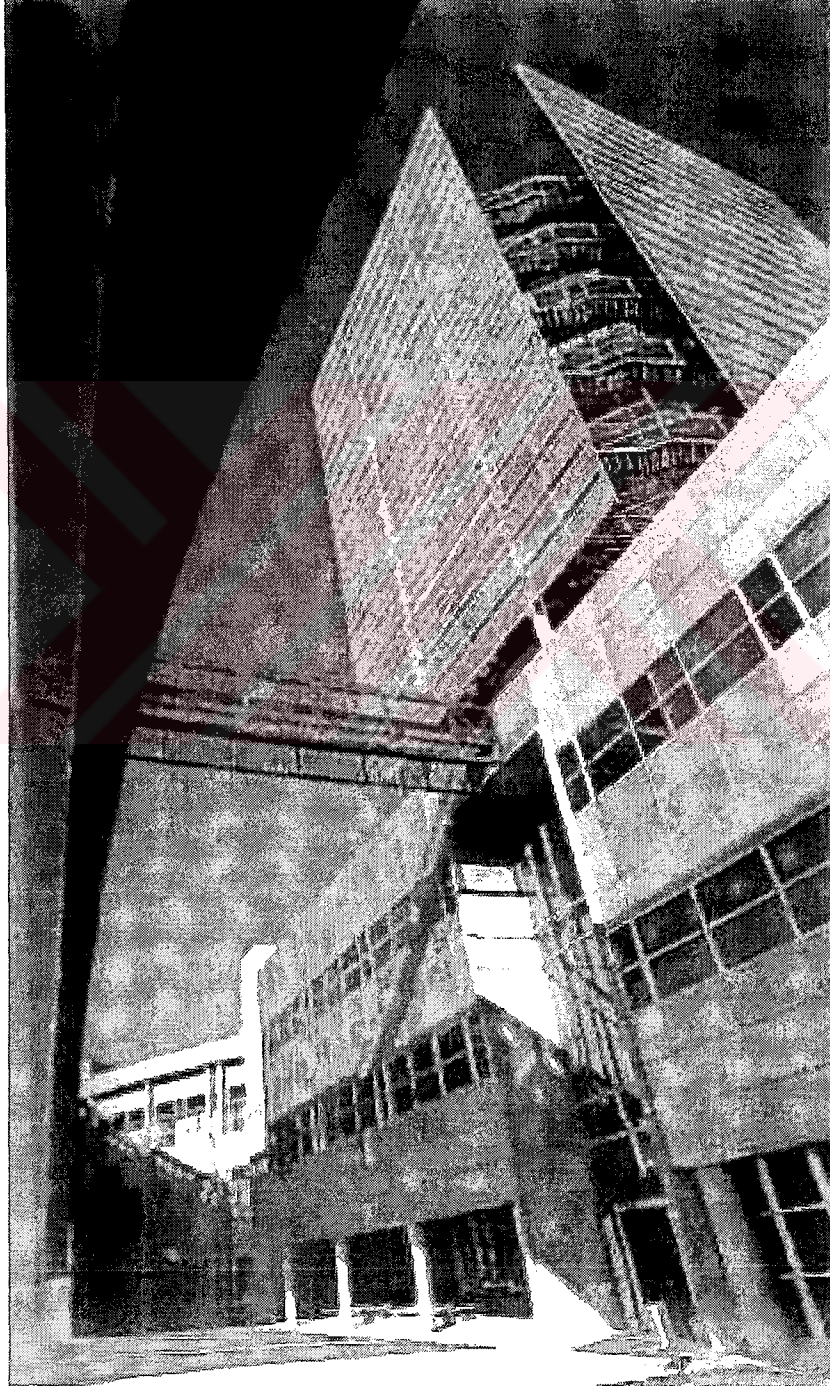
Şekil 4.98. Karma güneş kontrol sistemi kesit ve görünüşü.



Şekil 4.99. Karma gölgeleme aracı maskesi.

4.2.33. Valencian Television Yönetim Binası, Valencia / İspanya

İspanyol mimar Héctor Fernández Martín tarafından 1989 yılında tasarlanan bina özel bir televizyon kanalının yönetim binasıdır. Toplam 15.000 m² olan ve daire şeklinde bir plana sahip olan yapının tüm yapı kabuğu cam olarak düşünülmüştür.[61] Silindir şeklindeki bu bina kütlesinin altında üç katlı yaygın bir kütle daha yer almaktadır.



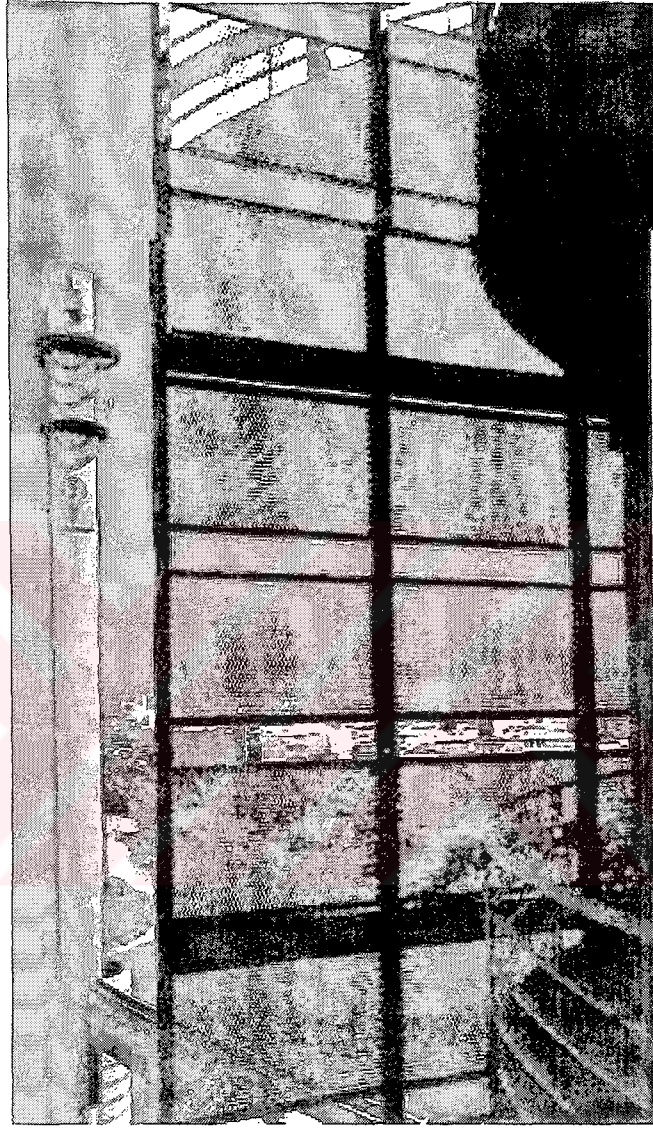
Şekil 4.100. Yapı kabuğunda sabit düşey güneş kontrolü.

Yapı kabuğunda bu daire plan boyunca bir balkon sistemi kurulmuştur. Bu balkon sisteminin plan boyunca tasarlanmasının en önemli amacı güneş kontrolüdür. Bu balkonun döşemesi metal ızgaralar ile oluşturulmuş ve bu metal ızgara çelik taşıyıcılar ile yapı kabuğuna bağlanarak taşınmıştır. Bu döşeme sisteminin tam olarak dolu gövdeli metal plakalar şeklinde düşünülmemesinin sebebi güneş radyasyonunun süzülerek yapı kabuğuna ulaşmasının sağlanmasıdır.



Şekil 4.101. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.

Bu yatay nitelikli güneş kontrol sistemine ek olarak delikli metal levhalar kullanılması asıl yapı kabuğu karakterini belirleyen ana unsuru oluşturmuştur. Yapı kabuğundan kopuk olarak binanın cephesinde tasarlanan bu güneş kontrol sistemi yapı kabuğuna çelik ve beton taşıyıcılar ile bağlanmıştır.



Şekil 4.102. Güneş kontrolünün iç mekandan algılanması.

Fakat yapı kabuğunda güneş kontrolü tasarlanırken güneş kontrolü yön faktörüne çok bağlı şekilde düşünülmemiş 4 cephesinde de aynı sistem kullanılarak cephede bütünlük sağlanılmaya çalışılmıştır. Düşey güneş kontrol duvarı olarak delikli metallerle oluşturulan bu sistem bu yüzden iç mekandan dış mekan görüşünü engellemektedir. Yön faktörünün daha iyi irdelenmesi bu olumsuzluğun bazı cepheler için ortadan kalkmasını sağlayabilirdi. Bu olumlu ve olumsuz sonuçlara rağmen bu bina güneş kontrolünün yapı kabuğunda dominant olarak ortaya çıktığı bir örnektir.

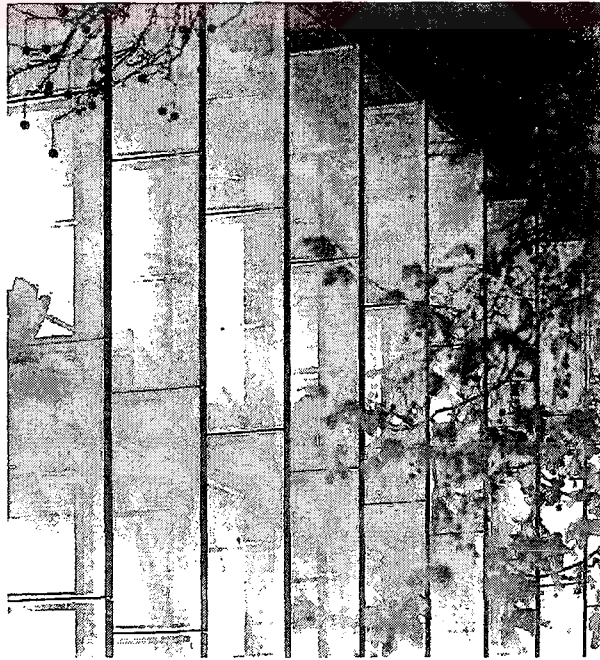
4.2.34. Rutherford Goldsmith Koleji / İngiltere

Goldsmith kolejine ek olarak yapılan bina Alkines ve Marrison adlı mimarlar tarafından tasarlanmıştır [62]. Yapının Kuzeydoğu'ya bakan ana cephesi tamamen cam olarak düşünölmüş ve burada özellikle sabah saatlerinde düşük açı ile gelen güneş ışınlarının olumsuz etkileri tahmin edilerek düşey bir güneş kontrol sistemi planlanmıştır.



Şekil 4.103. Düşey gölgeleme araçları ile oluşturulmuş yapı kabuğu.

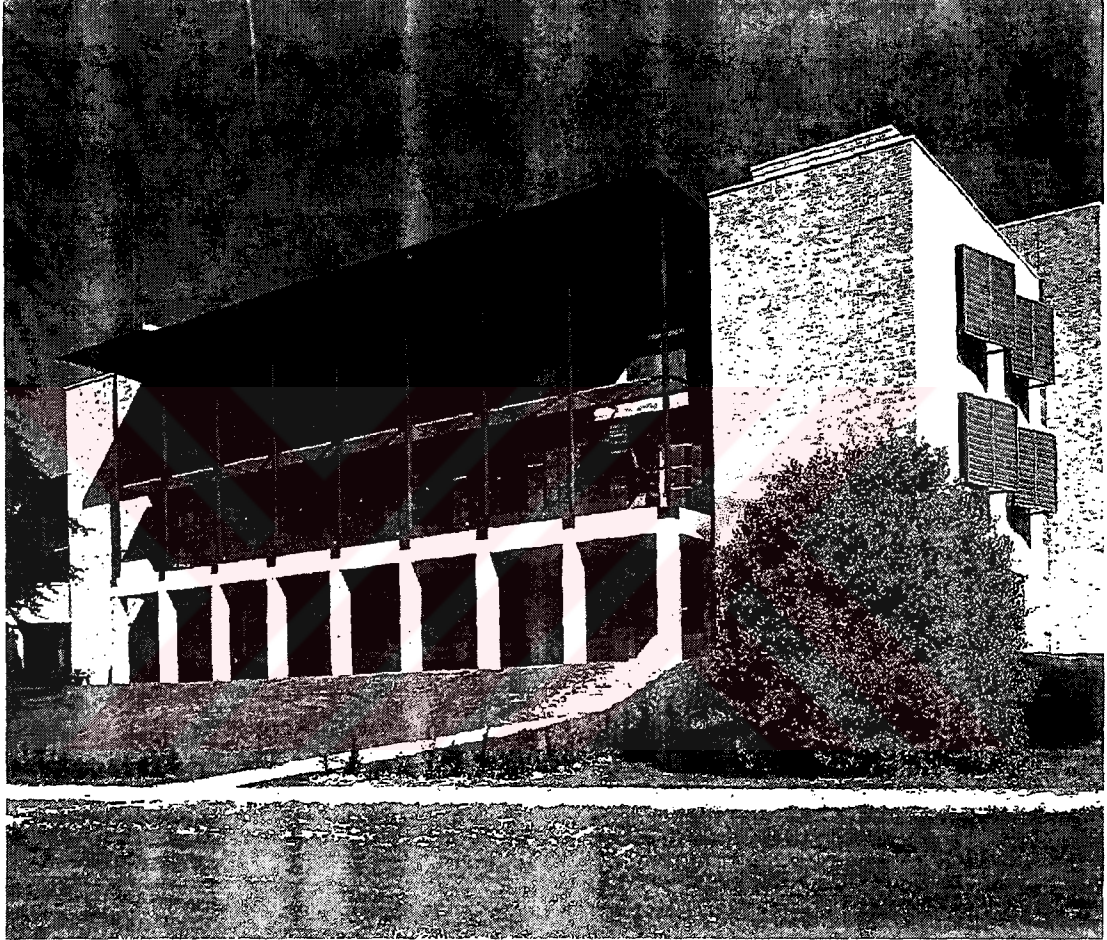
Bu sabit düşey güneş kontrol elemanları delikli alüminyum olarak tasarlanmış bu şekilde güneş ışınlarının süzölerek ve kontrollü olarak mekanın içine alınması sağlanmıştır.



Şekil 4.104. Delikli metal ile yapılmış düşey gölgeleme araçları.

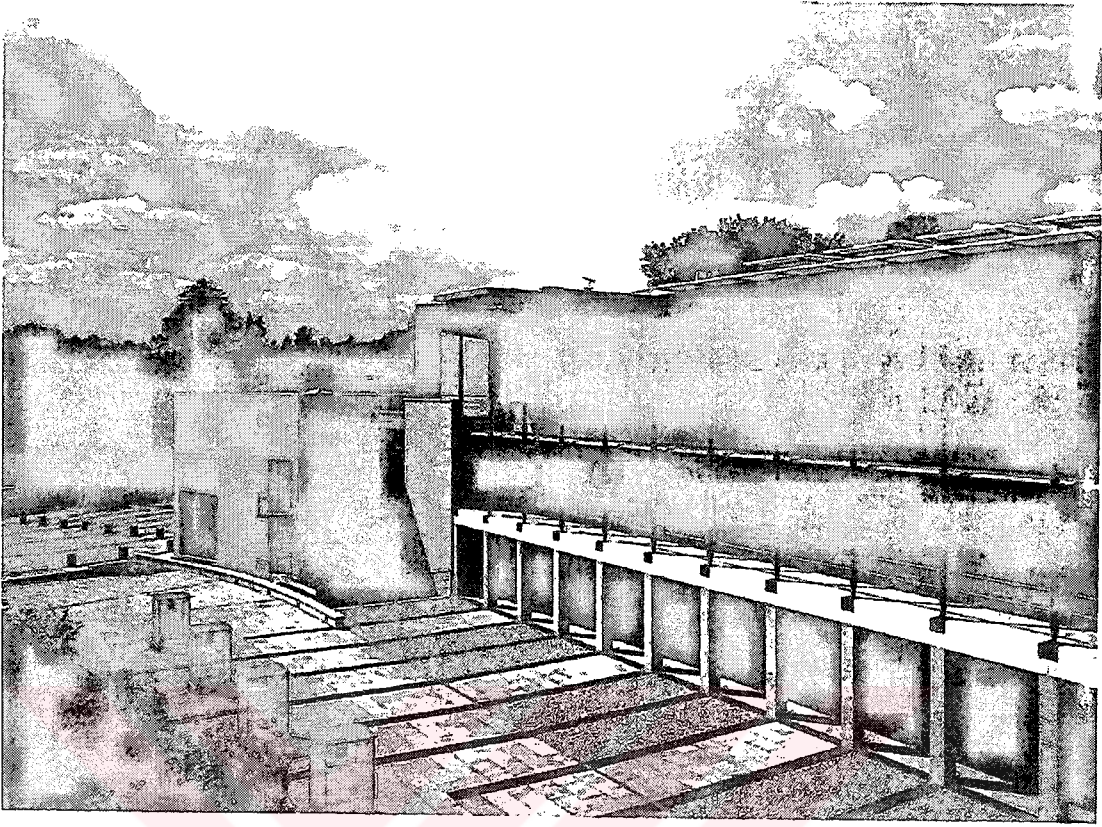
4.2.35. Canon Firması Yönetim Binası / İngiltere

Mimar David Richmond tarafından Canon firmasının yönetim binası olarak İngiltere’de tasarlanan bina az enerji kullanımına dayalı bir anlayışla planlanmıştır. Yapı kabuğunda tuğla, cam ve çeliğin beraber kullanımı düşünülmüş, böylelikle yapı kabuğunda bulunan yırtıklar ve sağır bölümlerin birbirinden önemli ölçüde farklı olarak hissedilmeleri sağlanmıştır [63].



Şekil 4. 105. Yapının Güney cephesinde yatay, Doğu cephesinde düşey gölgeleme araçları.

Yapının Güney cephesinin zemin katında tuğla kaplı kolonların üzerinde duran geniş bir teras ile üst katlarda ise çelik olarak devam eden kolonların arasında sabit yatay güneş kontrol öğeleri ile gölgeleme sağlanmıştır. Güney cephesi yapı kabuğunun diğer cephelerinin aksine büyük pencere alanları şeklinde düşünüldüğü için gölgeleme sistemi tasarımı burada olumlu sonuç vermiştir. Binanın Doğu cephelerinde ise küçük ebatlı pencerelerin önünde görüşü kesen düşey kalkan şeklindeki panellerin yapı kabuğuna açılı olarak yerleştirilmesiyle güneş kontrolü sağlanmıştır.



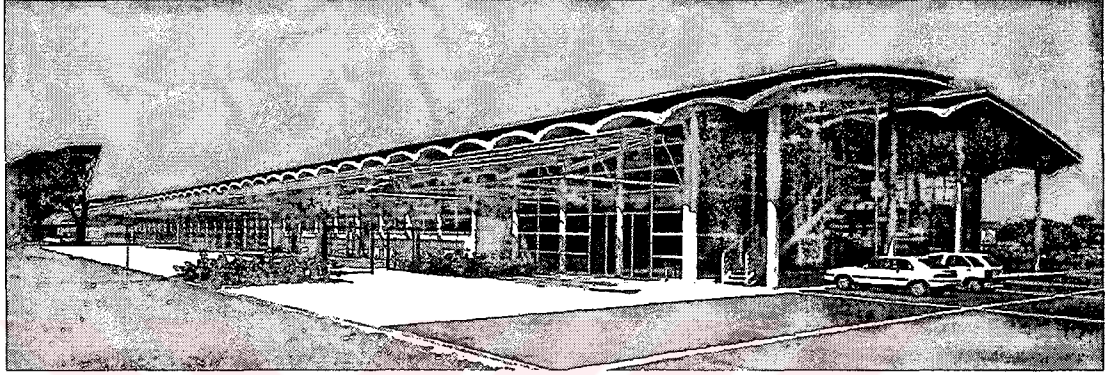
Şekil 4.106. Güneydoğu yönünden binaya bakış.



Şekil 4.107. Zemin katta arkat şeklinde, üst katlarda metal olarak yapılan gölgeleme araçları.

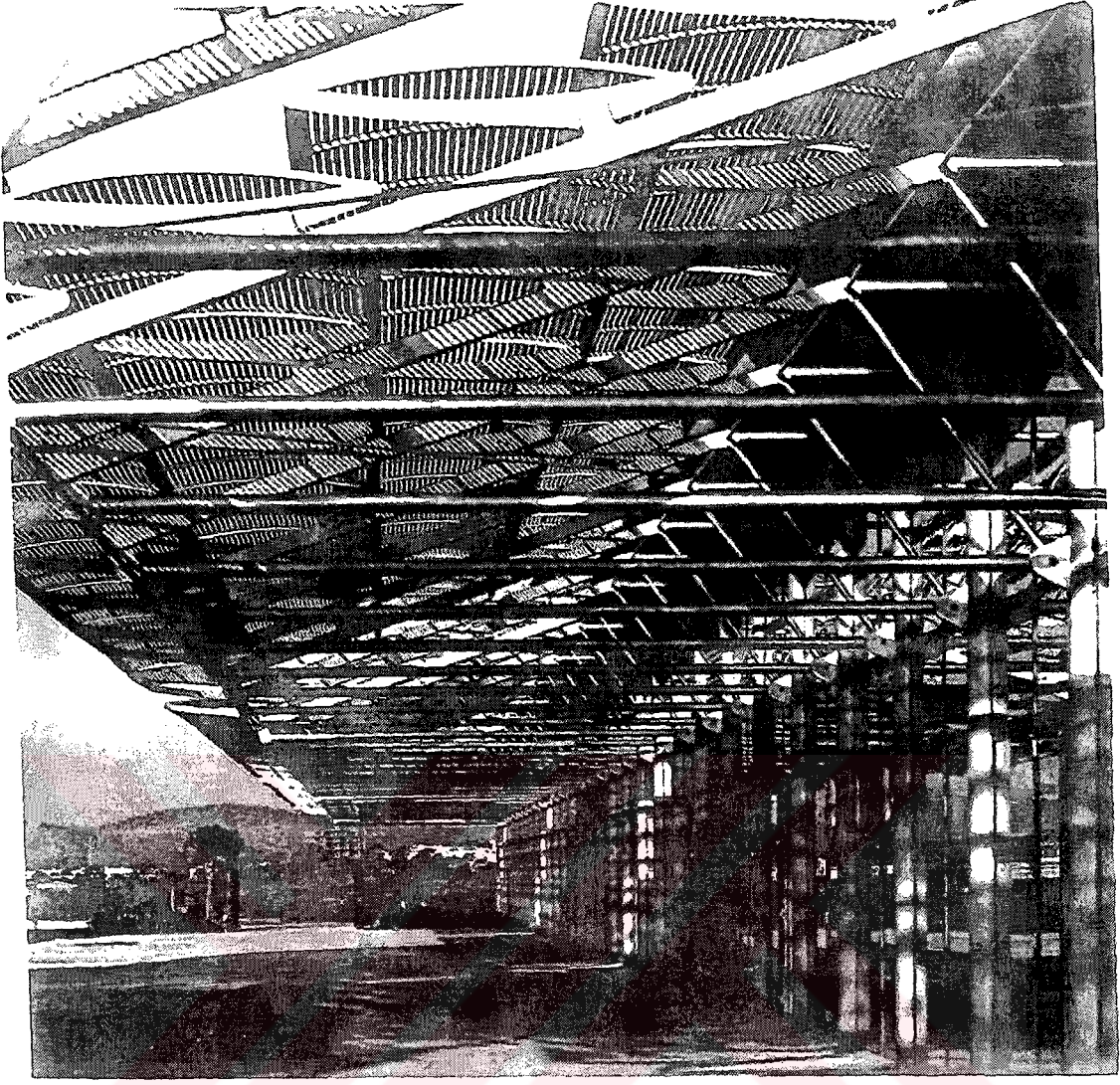
4.2.36. Albert Camus Lisesi, Fréjus / Fransa

Tasarımı Sir Norman Foster'a ait olan okul binası Doğu - Batı yönünde uzanan dikdörtgen bir plana sahiptir. Binanın uzun cephelerini oluşturan Kuzey ve Güney bölümlerinde boylu boyunca sınıflar yer almaktadır [64]. Yapı kabuğu oluşturulurken bu cepheler (Kuzey - Güney) ve Doğu cephesi tamamen cam olarak tasarlanmıştır. Kuzey yönünde güneş radyasyonunun olumsuz bir etkisi ile karşılaşılması sebebiyle bu cephede bir güneş kontrol önlemi alınmamıştır.



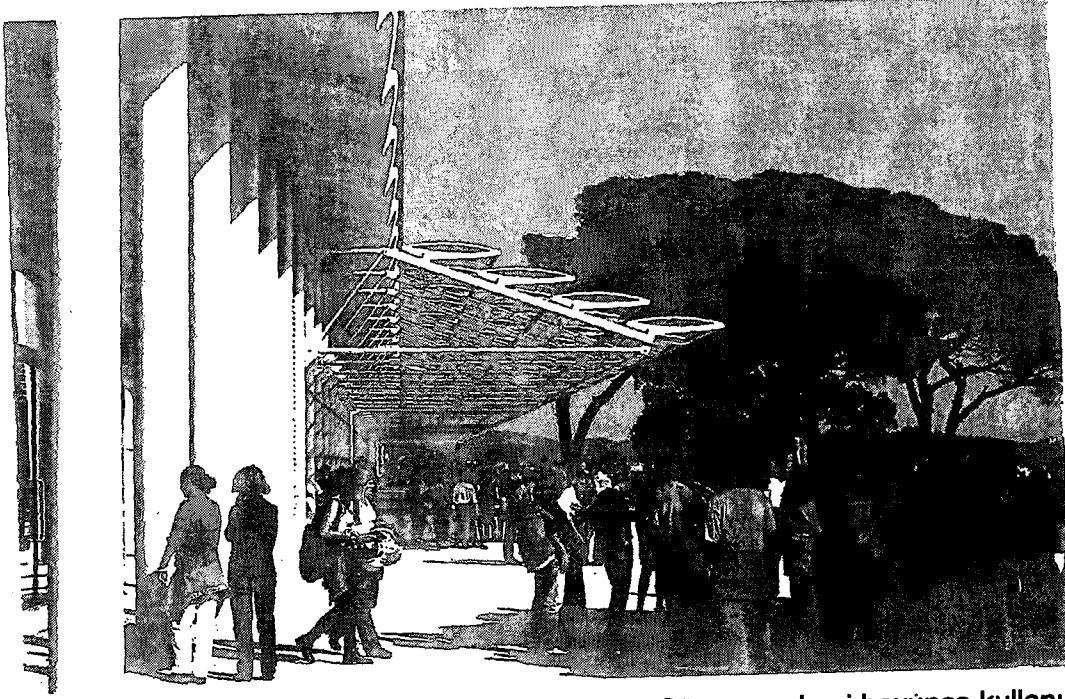
Şekil 4.108. Güney cephesinde kurulan metal pergola ile, Doğu cephesinde bina çatısının saçak şeklinde çıkması ile kurulan güneş kontrolü.

Güney cephesinde ise boylu boyunca delikli ve dışa doğru kavisli alüminyum levhaların kademe kademe yerleştirilmesi ve bu sistemin kolonlara asılmasıyla bir güneş kontrol sistemi oluşturulmuştur. Bu metal saçak çok geniş olarak düşünülmüş, çok ağır bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. Bu yüzden bu sistemi taşıyan çelik sistem geniş çaplı kesitlere sahip çelik borular ile kurularak kolonlara hem bağlanmış hem de asılmıştır. (Şekil 4.109.)

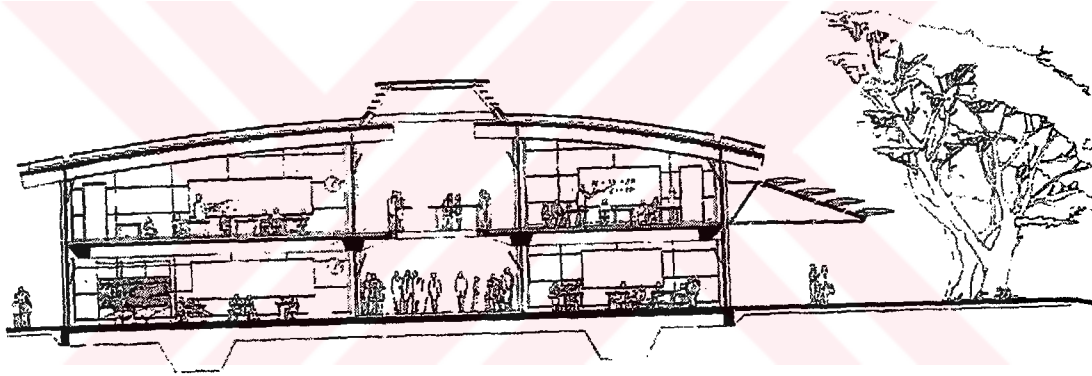


Şekil 4.109. Delikli metal levhaları yapı kabuğuna bağlayan çelik borular.

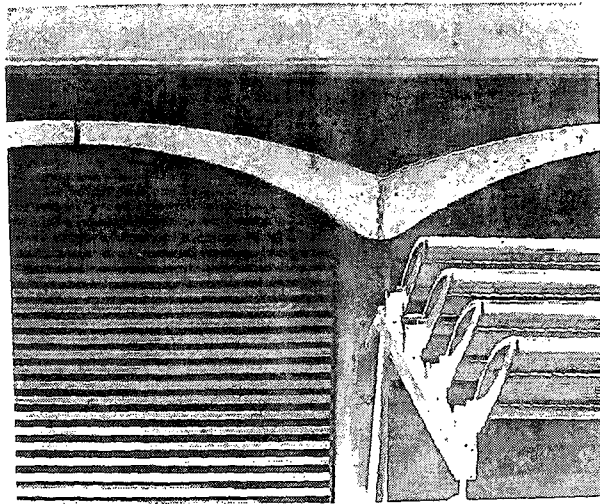
Binanın Doğu cephesinde ise tamamen cam olarak tasarlanmış cephe , yapı kabuğunun çatısını oluşturan tonozun yapı kabuğundan yaklaşık 6.00 mt dışarı çıkıp kolonlarla taşınması ile güneş kontrolü sağlanmıştır.



Şekil 4.110. Yatay nitelikli gölgeleme araçlarının Güney cephesi boyunca kullanımı.



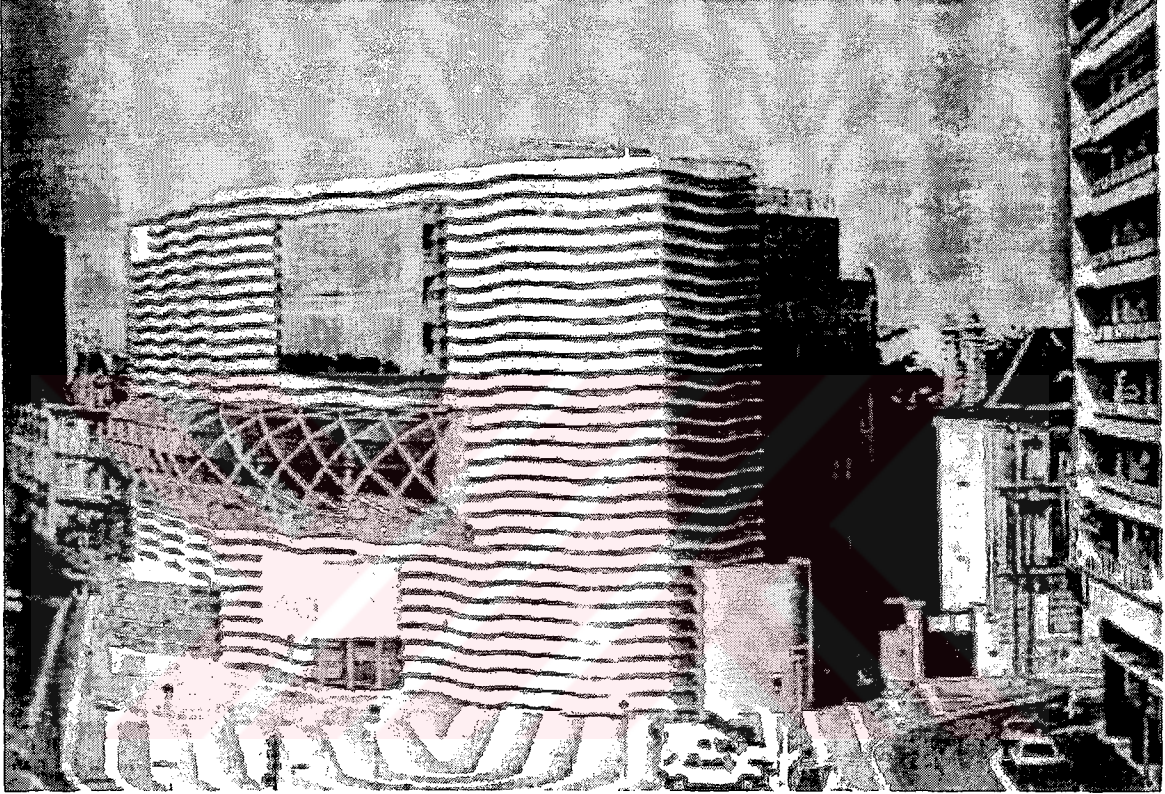
Şekil 4.111. Bina kesitinde Güney cephesinde tasarlanan gölgeleme araçları.



Şekil 4.112. Gölgeleme aracı detayı.

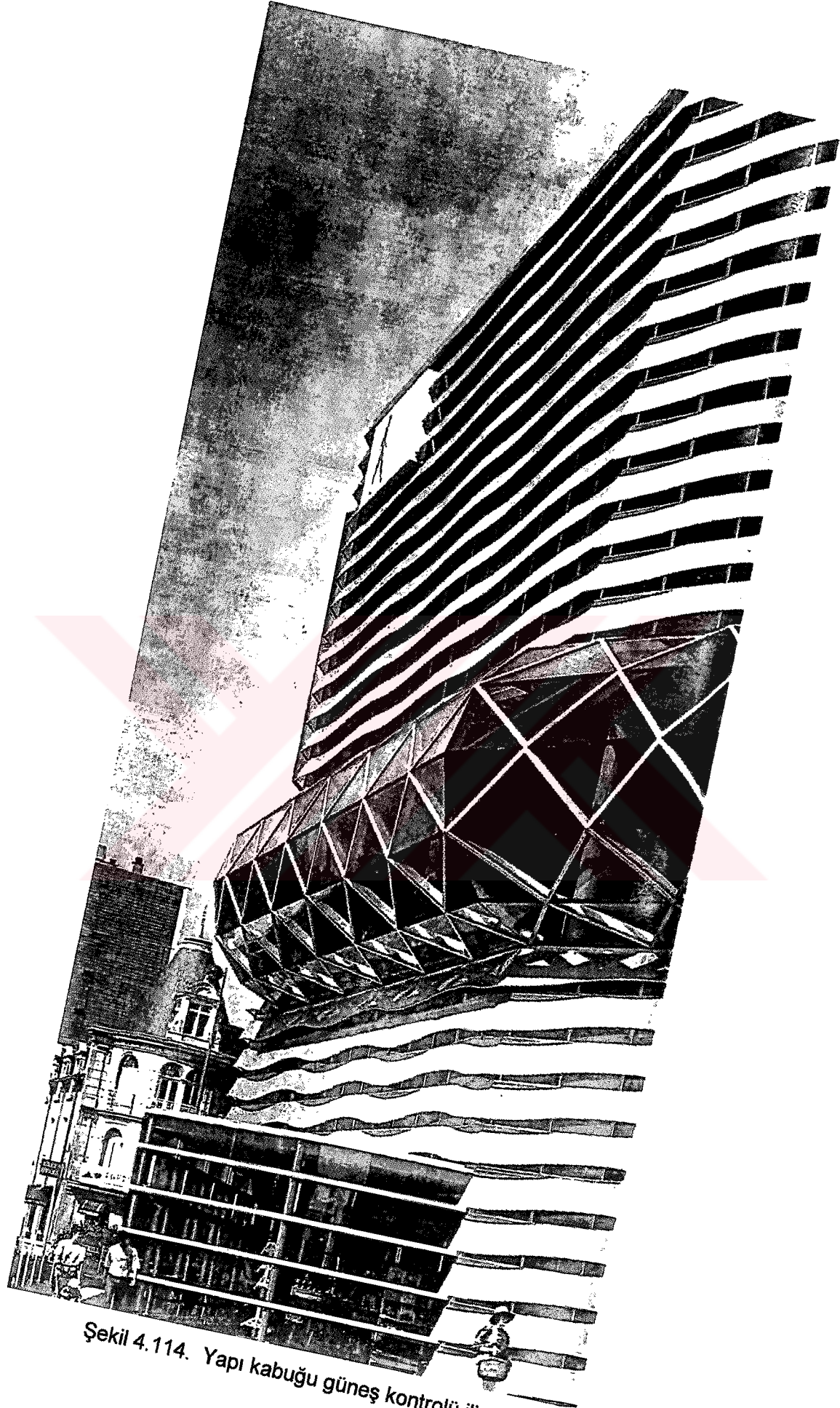
4.2.37. Médiathèque Kùltür Merkezi, Orleans / Fransa

Fransız mimarlar Pierre du Besset ve Dominique Lyon tarafından tasarlanan Kùltür Merkezi yapısının yapı kabuğu tamamen şeffaf düşünölmüştür [65]. Yapı kabuğunda kesintisiz olarak kullanılan delikli metal levhalar bir dalga şeklinde bükölerek yapı kabuğuna yerleştirilmiş ve bu şekilde bir güneş kontrol sistemi tasarlanmıştır.



Şekil 4.113. Dalgalı metal levhalar ile oluşturulmuş yapı kabuğu.

Bu delikli metal levhalar sanılanın aksine dış mekan görüntüsünü önemli ölçüde kesmemekte ve levhanın üzerinde bulunan delikler güneş ışınlarının süzölerek yapı kabuğuna ulaşmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.114. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.



Şekil 4.115. Yapı kabuğunda delikli levhalar ile oluşturulan düşey gölgeleme araçlarının dış mekan görüntüsü üzerindeki etkisi.

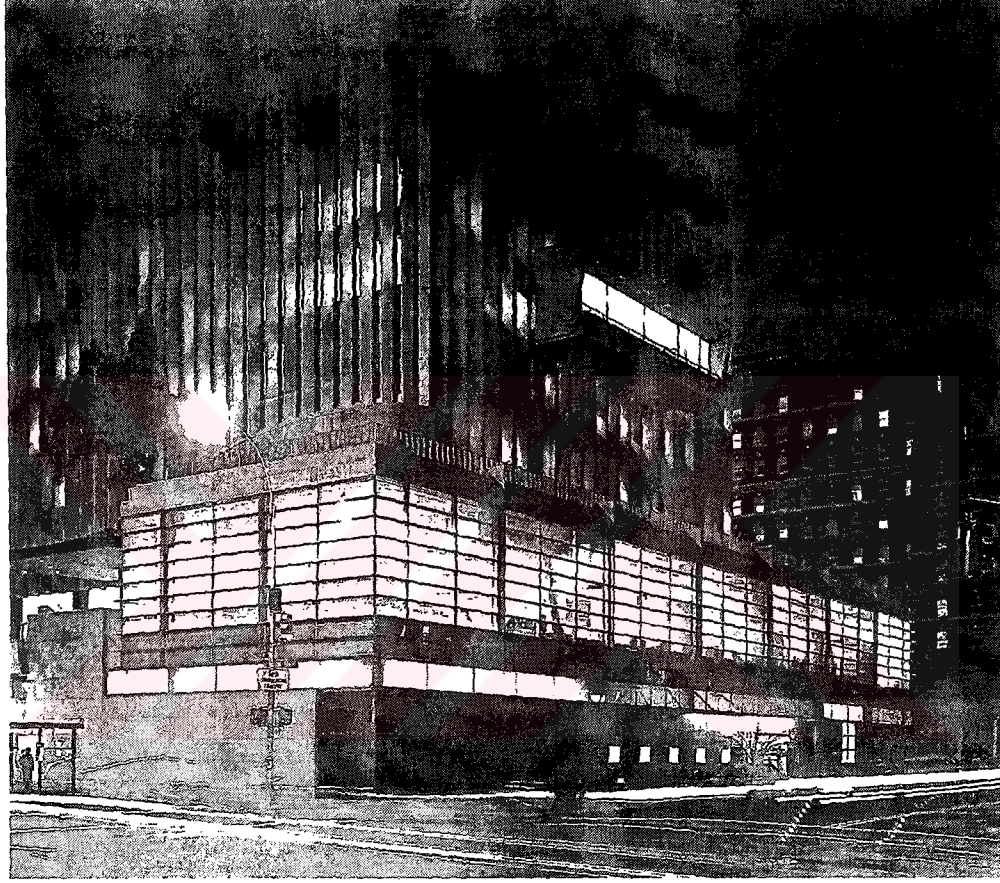
4.2.38. Columbia Üniversitesi Hukuk Fakültesi, New York / A.B.D.

Mimar Polshek tarafından yapılan Hukuk Fakültesi binası 3 katlı bir blok ve onun üzerinde yükselen ikinci bir blok olarak tasarlanmıştır[62]. Bu üç katlı bloğun Güney cephesinde tamamen cam olarak oluşturulan yapı kabuğu üzerinde kısa kesitli bir çok sabit yatay gölgeleme aracı ile bir güneş kontrol sistemi oluşturulmuştur.

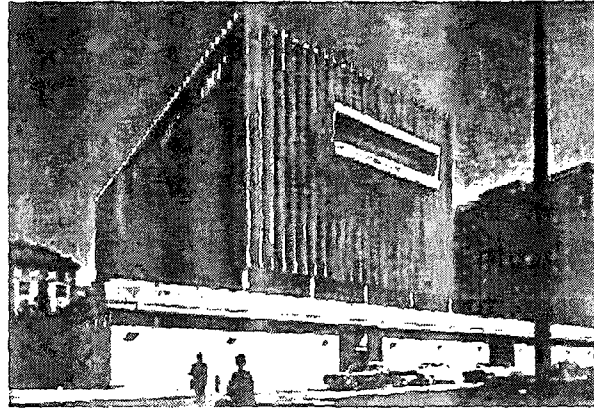


Şekil 4.116. Binanın Güney cephesi.

Bu üç katlı bloğun üzerinde yükselen diğer blokta ise yapı kabuğu karakteri düşey ve yapı kabuğuna dik olan gölgeleme araçları ile oluşturulmuş ve bu yapı kabuğunun bütün cephelerinde tekrarlanarak cephe bütünlüğü kaygısı giderilmiştir. Fakat bu düşey güneş kontrolü ile oluşturulan yapı kabuğunun Güney cephesinde güneş kontrolü sorunu çözümlenmemiş bunun tam tersi olarak alt blokta tasarlanan ve Güney cephesi için uygun olan güneş kontrol sistemi ile oluşturduğu çelişki (Şekil 4.117.) de görüldüğü gibi ortaya çıkmıştır.



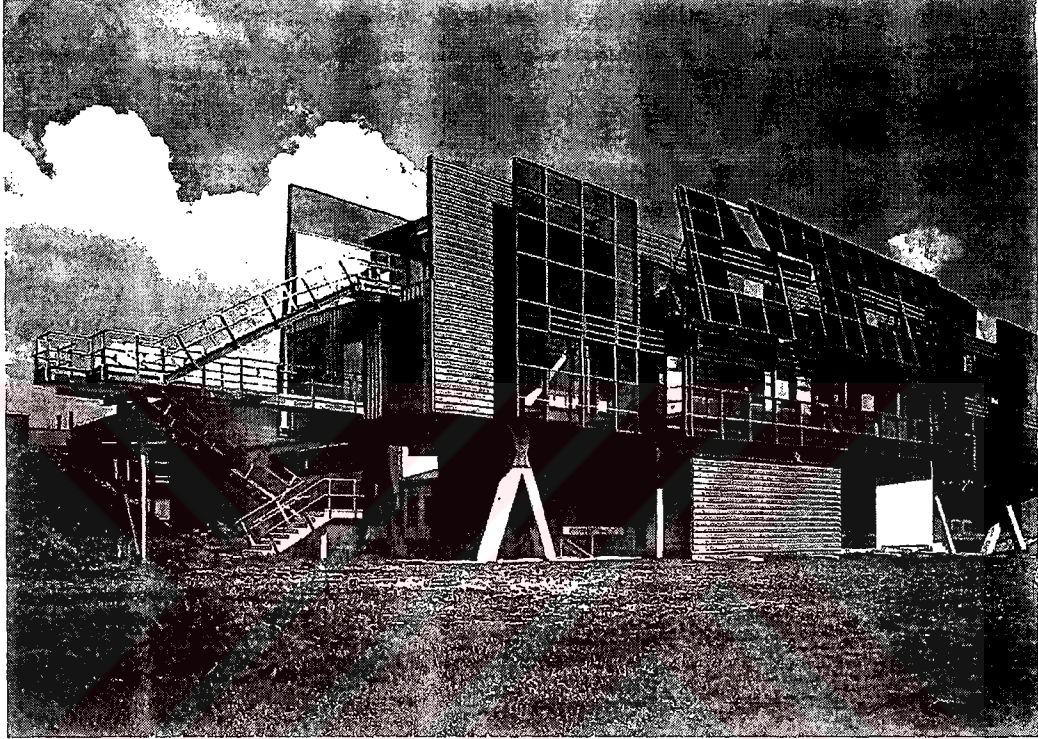
Şekil 4.117. Yapı kabuğunda farklı tipte gölgeleme araçları etkisi.



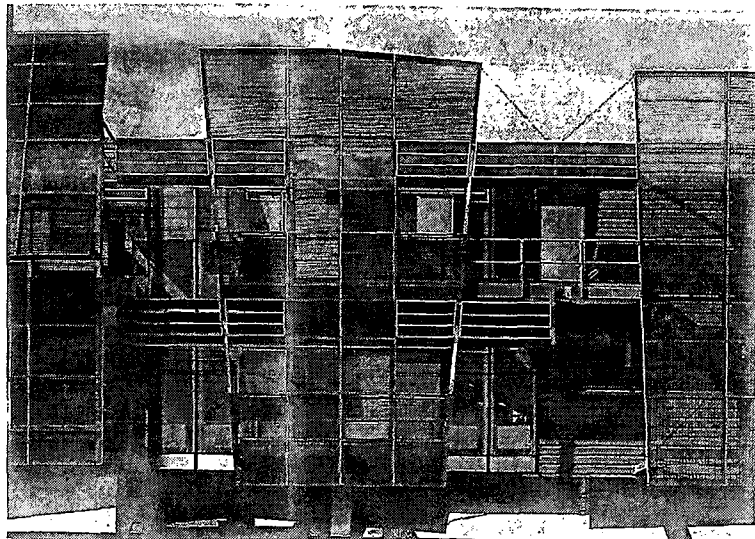
Şekil 4.118. Üst blok yapı kabuğu.

4.2.39. Araştırma Merkezi, Seibersdorf / Avusturya

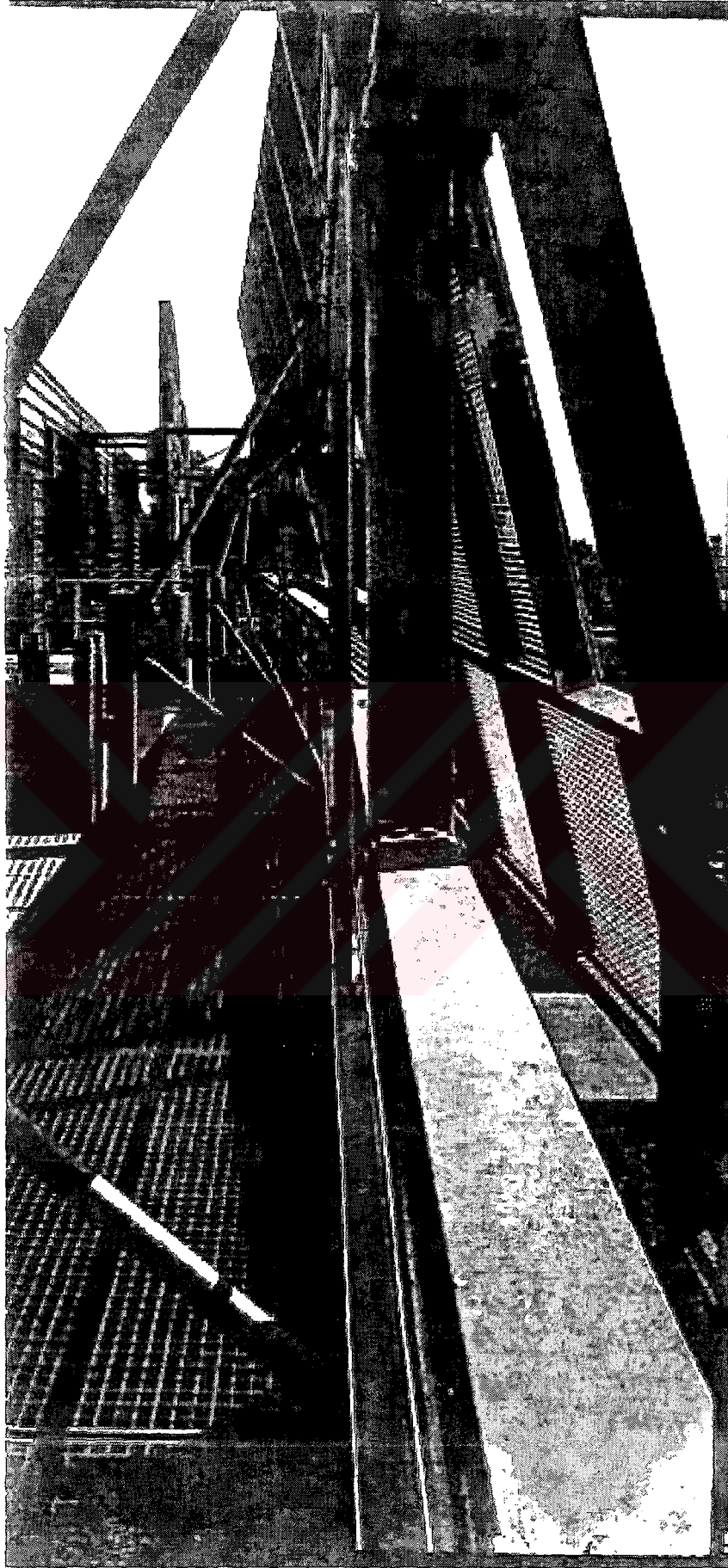
Mimar Coop Himmelblau tarafından tasarlanan bu araştırma merkezi ve büro binası, genel olarak  elik bir karkas sisteme ve cephe elemanlarıyla oluşturulmuştur [67]. Binanın Güneybatı cephesinde ise delikli metal levhaların düşey olarak kullanılması ile bir güneş kontrol sistemi kullanılmış bu sistem yapı kabuğunun bir parçası olarak ön plana çıkmıştır.



şekil 4.119. Yapı kabuğu güneş kontrolü ilişkisi.



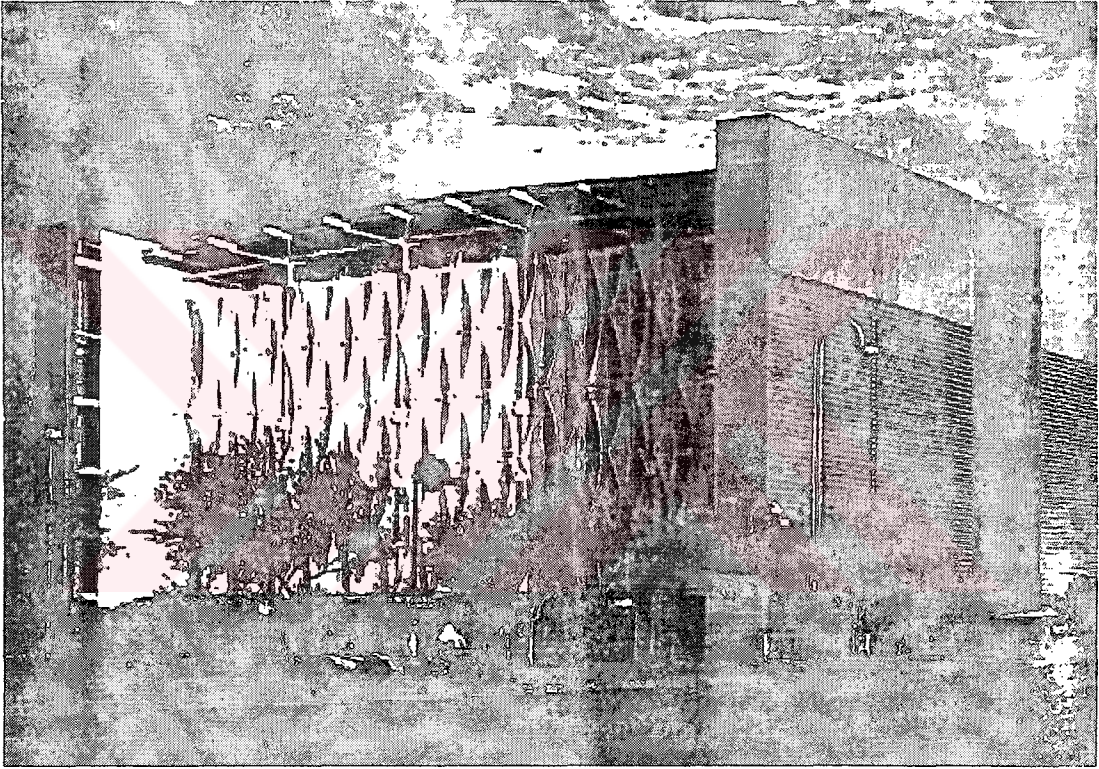
şekil 4.120. Binanın Güneydoğu cephesinde metal ızgaralar ile güneş kontrolü.



Şekil 4.121. Gölgeleme aracı detayı.

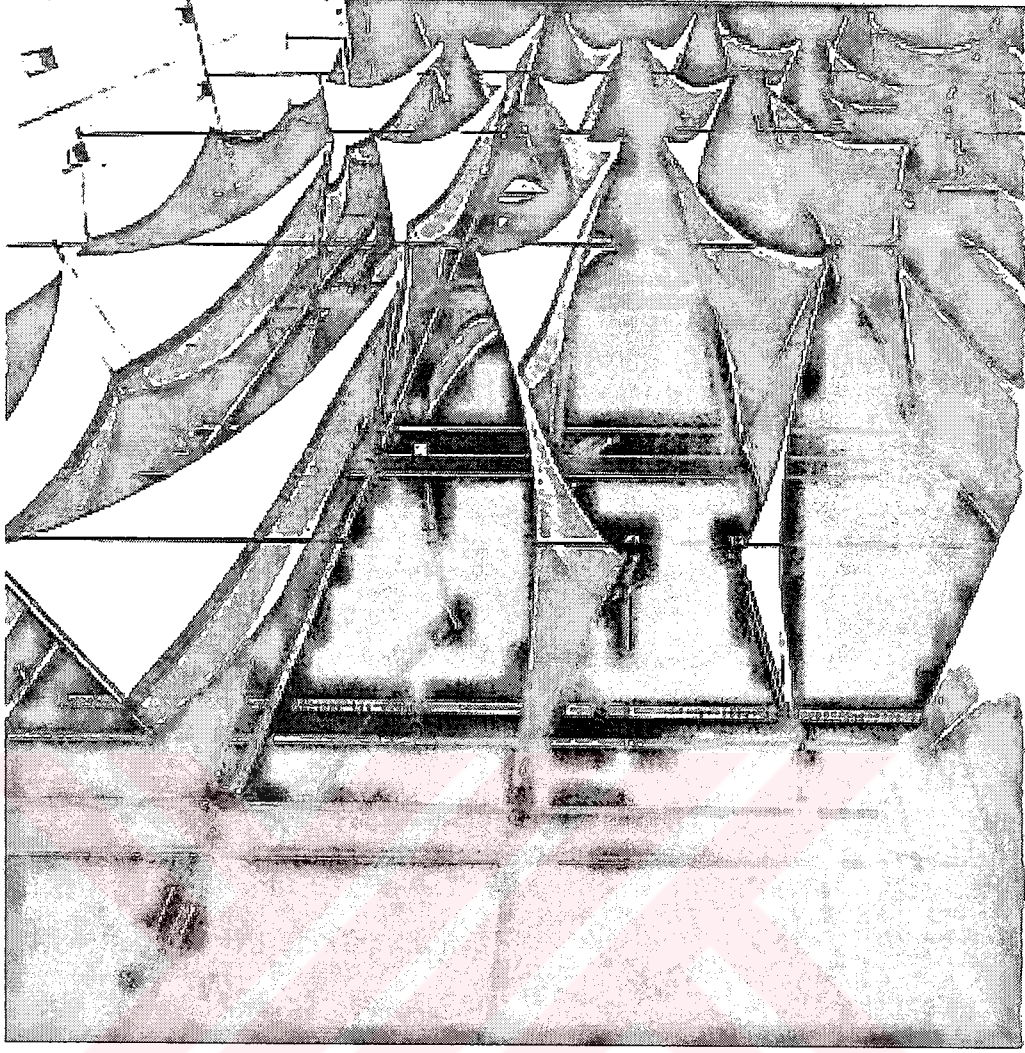
4.4.40. Phoenix Merkez Kütüphanesi, Arizona / A.B.D.

Amerika Birleşik Devletleri'nin Arizona eyaleti Phoenix kentinde 1996 yılında yapımı tamamlanan kütüphane yapısı Kuzey ve Güney cephesi dışında sağır bir yapı kabuğuna sahiptir. Binanın aynı zamanda giriş cephesini oluşturan Kuzey cephesi tamamen cam yapı kabuğu şeklinde düşünülmüştür [68]. Yapının bu cephesindeki güneş ışınının olumsuz etkilerinin engellenip aynı zamanda dış mekan görüntüsünün engellenmemesi için düşey nitelikli ve yapı kabuğundaki düşey alüminyum doğramalara bağlanan kumaş parçaları ile bir gölgeleme aracı tasarımı gerçekleştirilmiştir.



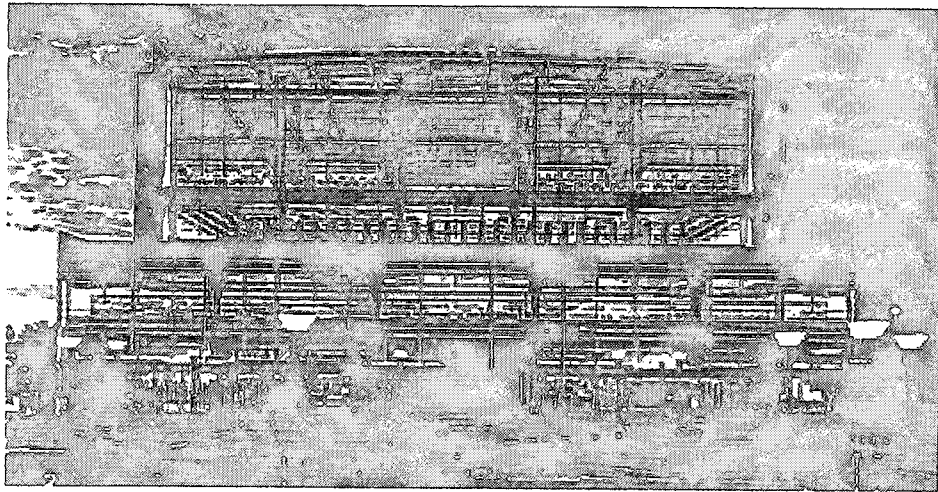
Şekil 4.122. Yapı kabuğunda düşey nitelikli gölgeleme araçları.

Yapı kabuğunda uygulanan alışılmışın dışında bu güneş kontrol sistemi cepheye bir hareket katmasının yanında, Kuzey cephesinde güneş kontrolüne çok ihtiyaç duyulmaması nedeniyle fonksiyonel olmaksızın estetik bir öğe olmaktan ileri gidememiş olmakla birlikte; bize gölgeleme aracı tasarımında ne kadar yaratıcı tasarımlar yapabileceğimizi göstermektedir.



Şekil 4.123. Gölgeleme aracı detayı.

Bunun yanısıra tamamen şeffaf olarak tasarlanan Güney cephesinde ise sabit yatay elemanlarla istenen sonuç elde edilmiştir.(Şekil 4.124.)



Şekil 4.124. Güney cephesinde fonksiyonuna uygun olarak tasarlanan yatay güneş kontrolü.

4.3. Bölüm Sonuçları

Daha önceki bölümlerde anlatılan gölgeleme aracı tasarımlarının yapı kabuğu oluşumundaki çok farklı etkileri, bu bölümde dünya genelinde uygulanmış ve örnek olarak seçilen kırk adet örnek bina üzerinde anlatılmıştır. Seçilen örneklerin Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa ve Avustralya gibi dünyanın kıtalarından ve farklı iklim bölgelerinden seçilmesi gölgeleme aracı tasarımlarında oluşan farklılıklara dikkat çekmektedir.

Yapı kabuğunda tasarlanan gölgeleme araçlarının bina cephelerinde ne kadar baskın (dominant) bir karakter olabileceğini bu örneklerden anlamak mümkündür.

Çalışmanın bu bölümünde, daha önce anlattığımız gölgeleme aracı tiplerinin hepsinden örnekler mevcuttur. Yatay, düşey ve karma gölgeleme aracı tasarımlarının binacephe oluşumuna etkileri bölüm 3.1.4.'te genel olarak ele alınmıştı. Bununla beraber genelde yatay gölgeleme araçları ile oluşan bina cephelerinin yatay hatların baskın olduğu, düşey gölgeleme araçlarının kullanılmasıyla düşey hatların öne çıktığı ve karma gölgeleme araçlarıyla oluşan cephelerin karelaj şeklinde (ızgara) yapı kabuklarına sahip olması bir kanun değil sadece bir genellemedir. Mimarlar tabi ki yatay bir gölgeleme aracı tasarımıyla düşey hatların baskın olduğu bir yapı kabuğu tasarlayabilirler.

Örneklerden de anlaşılabilceği gibi güneş kontrolünün yapı kabuklarındaki ilk uygulamalarına baktığımızda yapı kabuğunda cam bölümlerin daha az olması ve oluşturulan güneş kontrolü sistemlerinin genelde beton ve benzeri malzemelerle tasarlandığı görülmektedir. Cam ve metal teknolojisindeki gelişmelerle birlikte yapı kabuğunda cam bölümlerin sürekli artması ve giderek daha kolay, hafif ve hızlı uygulanabilirlik açısından beton ve benzeri malzemelerle yapılmış gölgeleme aracı tasarımlarının yerlerini metal (özellikle alüminyum v.b.) malzemelere bıraktığı göze çarpan bir sonuç olarak tespit edilmektedir. Camın günümüzde daha yoğun kullanımı, güneş kontrolü sorununu daha fazla karşımıza çıkarmaktadır. Bunun sonucu olan metal gölgeleme araçlarının kullanımı daha ince kesitli profillerle yapılabilme imkanı verdiği için, daha hafif nitelikte cephe karakterlerini oluşturabilmektedir.

Gölgeleme araçlarının hareketli tasarlanmasıyla güneş radyasyonunun kesilmesinde daha iyi sonuç alınmasının yanısıra güneşin her saatteki konumuna

göre değişen farklı karakterdeki yapı kabukları oluştuğu örneklerde görülebilmektedir.

Örneklere dikkat edildiğinde dış mekan görüşünü kesen düşey ve karma gölgeleme aracı tasarımlarının genelde iç mekandan dış mekan görüntüsünün pek tercih edilmediği binaların Doğu ve Batı yönlerinde daha çok kullanıldığı göze çarpmaktadır. Özellikle kütüphane binaları gibi mekan içinde bulunan insanların kütüphane fonksiyonuna uygun olarak okuma ve çalışma eylemleri için ihtiyaç duydukları konsantrasyonun sağlanması, insanların dış mekan görüntüsüne yönelmemeleri de gölgeleme araçlarıyla sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra daha önceki bölümlerde de bahsettiğimiz yatay gölgeleme araçlarının dış mekan görüntüsünü kesmemesi cepheler arasında birlik sağlama kaygısı sebebiyle Doğu ve Batıya açık yönlerde de kullanılması sorununa çalışma içinde yeralan bazı örneklerle işaret edilmiştir.

Sonuç olarak, bu örneklerin ışığında güneş kontrolü sorununun çözümü için geliştirilen gölgeleme aracı tasarımları, tamamen mimarların tasarım ve hayal gücüne bağlı ve gölgeleme aracı kullanımı ile oluşturulan yapı kabuğu çeşitlilikleri sınırsızdır.

5. SONUÇLAR

Güneş sistemini oluşturan öğelerden biri olan dünyamız, konumu itibariyle güneşin direkt etkisi altındadır. Bu durumun bir sonucu olarak güneşin yerküreye olan etkileri bizlere tasarladığımız yapı kabuklarında, açık ve yarı açık alanlarda bu sorunu gözönünde bulundurmamız gerekliliğini göstermektedir.

Sorunun çözümünü bulmak için, önce sorunu oluşturan kriterlerin doğru bir şekilde saptanması gereklidir. Güneşin dünya etrafındaki yörüngesel hareketi, güneş açılarını oluşturmakta; bu güneş açıları da, güneşin yerküreye olan radyasyon (ışınım) sorununu oluşturmaktadır. Bu nedenle güneş açılarının değişik bölgeler ve değişik zaman dilimleri için doğru tespiti, sorunu doğru çözmemizdeki en büyük yardımcımız olacaktır.

Güneşin yerküreye etkisiyle oluşan iklim bölgeleri güneş kontrolü sorununun çözümünde bir diğer önemli etkidir. Hiçbir zaman unutulmamalıdır ki, sorun hakkında doğru tespit yapmadan doğru bir güneş kontrolü sistemi kurulamaz. Farklı iklim bölgelerinde, gereksinme duyulan güneş kontrolünün birbirinden farklı olduğu tez içinde açıklanmıştı. Sıcak-kuru bir bölgede güneşin radyasyon sorununun çözülmesi ile konfor koşulları büyük ölçüde sağlanabilirken, sıcak-nemli bir bölgede yüksek bağıl nem nedeniyle bu çözüm konfor koşullarının sağlanmasında çoğu zaman yeterli olamamakta, aynı zamanda yapı kabuğu etrafında yoğunlaşan yüksek nemi yapı kabuğundan ve pencere önlerinden uzaklaştırmak için güneş kontrol sistemlerinin hava akımlarını (rüzgar) sağlayacak şekilde tasarlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Ayrıca güneş kontrolü sadece güneşin istenmediği dönemlerde güneşin radyasyon etkisini engellemek demek değildir. Güneş kontrolü; güneşe ihtiyaç duyulmayan dönemlerde güneşin radyasyon etkisini engellemek, ihtiyaç duyulan dönemlerde de mekan içine kontrollü ve maksimum düzeyde almaktır. Bu yönüyle güneş kontrolü sıcak bölgelerde farklı, serin bölgelerde farklı tasarımlara ihtiyaç duyularak kurulmaktadır. Ülkemizde sıcak-kuru, sıcak-nemli ve serin bölgelerin birarada varolduğunu düşünürsek güneş kontrol sisteminin kurulurken binanın nasıl bir bölge

içinde bulunduğu ve bölgenin iklimsel verilerini elde etmemiz gerekliliğini görebiliriz. Çalışmanın örneklemeler kısmında yeralan uygulamalarda farklı iklim bölgelerinde farklı tasarımların yer aldığı görülebilmektedir.

Elde edilen güneş açılarının gölgeleme aracı tasarımında aktif olarak kullanılması için tasarımın yapılacağı bölgeye ait üzerinde gölge istenen ve istenmeyen dönemlerin gösterildiği gölge hattı diyagramı ve insanın kendisini rahat içinde hissettiği konfor koşulları ile oluşmuş bioklimatik grafiğe ihtiyaç duyulmaktadır.

Güneş kontrolü sorununa çözüm olabilecek bir başka unsur ağaçlardır. Özellikle az katlı binaların yapı kabukları etrafına yön faktörü iyi irdelenerek yerleştirilebilecek geniş ve çok yapraklı aynı zamanda kışın yapraklarını döken ağaç türleri ile güneşin radyasyon etkisi kesilebilir ve yapı kabuğu yüzeyinde yaz aylarında ısı kütlelerinin birikmesi engellenirken, kış aylarında ihtiyaç duyulan bu ısı kütleleri yapı kabuğunda depolanarak iç mekan için konfor koşullarının oluşturulması sağlanabilir. Uygun yerleştirilen ağaçlar bina yüksekliği fazla değilse yapı kabuğunda başka bir önlem alınması gerekliliğini ortadan kaldırabilir. Bununla birlikte bu durumun olumsuz yanı, ağaçların büyüyerek belli bir boya gelmesinin beklenmesi ve ağaçların sadece az katlı binalarda veya binaların alt katları için bu soruna çözüm oluşturabilmesidir.

Buna benzer bir durum çevredeki binalardır. Bir güneş kontrol sistemi kurulurken, varsa çevredeki bina kütleleri ve onların oluşturdukları gölge etkileri doğru irdelenmeli ve gölgeleme aracı tasarımları buna göre şekillendirilmelidir. Bu şekilde gölgeleme aracı tasarımlarından dolayı bina maliyetine eklenecek gölgeleme aracı maliyeti belki de azaltılabilir.

Yapı kabuğunun oluşumunda güneş kontrol sistemleri çok farklı cephe karakterlerini oluşturmaktadır. Binaların cephe yönelişlerine bağlı olarak yatay, düşey ve karma gölgeleme araçlarının yanısıra yeşil bitkiler gibi doğal etkenlerin bu amaca yönelik kullanımıyla elde edilebilecek farklı tipte yapı kabukları oluşturulabilmektedir.

Yatay, düşey, karma ve yapı kabuğunda kullanılan yeşil bitkilerin kullanılmasıyla oluşturulan yapı kabuklarında birbirlerine göre farklı cephe karakterleri oluşturmaları, mimarların karşısına çıkan önemli bir sorundur. Özellikle farklı yönlere bakan cephelerin birleşim noktalarında nasıl bu farklı tipteki gölgeleme araçlarını bağdaştırabilecekleri sorununa çözüm arayan mimarlar çoğu zaman Güney ve Güneye açık yönelişler için uygun olan yatay gölgeleme araçlarını, binanın diğer yönlerine de uygulayarak cepheler arasında bir bütünlük sağlamak istemekte ve bu

da gölgeleme araçlarının fonksiyonsuz kullanımı sorununu sürekli gündemde tutmaktadır. Doğu ve Batı yönlerinde tercih edilmesi gereken düşey ve karma gölgeleme araçları çoğu zaman dış mekan görüşünü engelleme sorunuyla karşılaşıldığı için bu yönlerde güneş radyasyonunun kontrol edilmesi daha zordur. Dış mekan görüntüsünü kesmemesi sebebiyle de yatay gölgeleme araçları bu yönlerde fonksiyonsuz olarak kullanılmakta ve ne yazık ki böyle uygulanan örneklerin sayısı hiç te az değildir. Mimarlara düşen görev, karma ve düşey gölgeleme araçlarını dış mekan görüntüsünü en az kesecek şekilde tasarlamak ve Doğu ve Batı yönleriyle bu yönlerde doğru çözümü oluşturmaktır.

Güneş kontrolünün bir başka varolma sebebi ise; özellikle günümüzde çok fazla gündeme gelen enerji kaynaklarının doğru kullanımı ve enerjinin çok pahalı olmasından dolayı bina ekonomisi üzerinde tasarruf sağlanmasının amaçlanmasıdır. Çalışma içinde belirtildiği gibi, Hong Kong'ta büro binaları üzerinde yapılan bir araştırmada elektrik enerjisi tüketiminin %58 gibi büyük bir oranda ve diğer elektrik enerjisi kullanıcılarının (aydınlatma, asansörler v.b.) içinde en büyük dilimi oluşturan yapma iklimlendirme sistemlerince (HVAC) kullanılmaktadır. Bu ciddi bir enerji kaybıdır. Bu sorunun bu kadar büyük boyutlara gelmesinde, betonarme sistemin bulunmasıyla yapıların büyük açıklıklı olarak inşa edilebilmesi ve cam teknolojisindeki gelişmelerin direkt ilgisi vardır. Gün geçtikçe daha şeffaf yapı kabuklarına ihtiyaç duyan insanoğlu, cam ve benzeri şeffaf malzemeleri yapı kabuklarında çok yoğun kullanmaya başladı. Bu durum özellikle yaz aylarında iç mekanların güneş ışınlarının direkt etkisi altında kalması, sıcaklık enerjisinin soğurulması ve iç mekanda hapsolması nedeniyle camların kullanıldığı şeffaf yapı kabuklarına sahip binaların bir sera haline dönüşmesine sebep oldu. İnsanoğlu önce bu sorunu camları yansıtıcı ve başka niteliklerde üreterek aşmayı denedi ve başarılı olamadı. Daha sonra mekan içi çözümlerle (jaluzi gibi), bu sorunun ısı kütlelerinin mekan içine girmiş olması sebebiyle sadece güneşin radyasyon etkisinden kaynaklanan görsel konfor koşulları ve kamaşma etkisi sorununa çözüm getirebildi.

Günümüzde güneş kontrolü sorununun çözümünün dış gölgeleme önlemleri olduğu şüphe götürmez bir gerçektir. Bu nedenle camın bu kadar yoğun olarak yapı kabuklarında kullanılmasının bir sonucu olarak güneş kontrolü kavramı her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

Güneş kontrolü tasarımlarını yapı kabuklarında önce tespit edilen gölgeleme gereksinmesine, sonra da yapı kabuğunun mimari karakterini oluşturacak şekilde

tasarlamak gündemi oluşturmaktadır. Bununla birlikte yapı kabuğunun oluşumunda güneş kontrol sistemlerinin sadece estetik kaygılarla fonksiyonsuz olarak kullanıldığı örnekler dünya genelinde sıkça rastladığımız bir sorundur. Bu şekilde kullanılmış gölgeleme aracı tasarımlarının varlık nedeni, cephede kalabalık yaratan birer süsten ileri gidememektedir. Bu noktada mimar Adolf Loos'un bir sözünü hatırlatmakta fayda vardır. Adolf Loos bundan yıllar önce gölgeleme araçlarını kastetmemekle beraber “ Süsleme cinayettir.” İfadesini kullanmıştır, fakat fonksiyonundan uzak tasarlanmış gölgeleme araçları bu sözle örtüşmekte ve amaçlarından biri bina ekonomisi üzerinde tasarruf sağlamak olan güneş kontrol sistemlerini bina maliyetini arttıran bir unsur haline getirebilmektedir.

Binaların iç mekanlarında konfor koşullarının oluşturulması ve bina ekonomisinde tasarruf sağlanması amacıyla tasarlanan gölgeleme araçları, yapı kabuğunda baştan düşünülmeyp sonradan ihtiyaç duyulmuş yani “hesapta olmayan” bir takım yapı elemanları olmamalı ve yapı kabuğu tasarlanırken mimarların en önce gözönüne alacakları bir unsur ve yapı kabuğunun bir parçası olarak mimari tasarımda yerini almalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Breuer, M.**, 1956, Sun and Shadow, New York, s.116,117,118,119,121,123,125
- [2] **Watson, D. ve Labs, K.**, 1983, Climatic Building Design, USA, s. 15,101
- [3] **Szokolay, S.V.**, 1957, Solar Energy and Building, Great Britain s.53, 54,55,56
- [4] **Gürler, Z.**, 1977. İklim Yapı İlişkilerinde Güneş Faktörü ve Antalya İli Uygulama Yöntemleri, *Doktora Tezi*, DGSA, İstanbul.
- [5] **Küçükdoğu, M.Ş.**, "Güneş Kontrolünde Engellerin Performansının saptanmasında Uygulanan Pratik Yöntemler" *İTÜ Mimarlık Fak. Ders Notları*, s. 1, 2
- [6] **Olgay, V.**, 1963, Desing With Climate, Princeton University Press, s.74,75,76
- [7] **Ander, G.D.**,1995, Daylighting Performance and Desing, USA, s. 10, 11
- [8] **Yener, A.K.**, 1996, Pencerele Uygulanan Gölgeleme Araçlarının Tasarımında İklimsel ve Görsel Konfor Koşullarının Sağlanması Amacıyla Kullanılabilecek bir Yaklaşım, *Doktora Tezi* , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s. 20-21
- [9] **The Architectural Review**, 1999 Şubat, s. 36, 37, 38
- [10] **Olgay, A. ve Olgay, V.**,1957, Solar Control & Shading Devices, s. 24,73,74,75,76, 88, 89, 90, 91
- [11] **Zeren, L.**, 1959, Mimaride Güneş Kontrolü, Fakülteler Matbaası,İstanbul, s.53, 54
- [12] **Yılmaz, Z.**, 1983, İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolunda Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [13] **Zeren, L.**, 1962, *Türkiye'nin Tipik İklim Bölgelerinde En Sıcak Devre ve En Az Sıcak Devre Tayini – I* . Mutedil Bölge, İTÜ Yapı Araştırma Kurumu Yayını.
- [14] **Zeren, L.**, 1967, *Türkiye'nin Tipik İklim Bölgelerinde En Sıcak Devre ve En Az Sıcak Devre Tayini – II*, İTÜ Yapı Araştırma Kurumu Yayını,Seri C, No.6
- [15] **Winkelmann, F.C., Lokmanhekim**, 1975, Sun-Control Options In a High-Rise Office Building, *Energy And Buildings*.

- [16] **Architects' Journal**, Sayı 202, s. 35
- [17] **Architects' journal**, Sayı 207, s.34
- [18] **Arco Colour Houses**, ' In Blue' Francisco Asensio Cerver, S.63,65,66,67,72
- [19] **The Architectural Review**, 1999 Ağustos, s.44
- [20] **A Supplement to the Architectural Review**, 1999, s.7
- [21] **The Architectural Review**, 1993 Aralık, s.68,69,70
- [22] **Gleiniger, A. , Matzig, G. ve Redecke, S.**,1997,Prestel-Münih-New York, s.140, 141, 142, 143,148,149
- [23] **The Architectural Review**, 2000 Haziran, s.56,57,58
- [24] **Techniques & Architecture**, 1998 Şubat, s.41,42,72,73,74
- [25] **The Architectural Review**, 2000 Şubat, s.42,43,44
- [26] **The Architectural Review**, 2000 Aralık, s.66,67,68
- [27] **The Architectural Review**, 1999 Aralık, s.64,65,66
- [28] <http://www.fridge.arch.uwa.edu.au/topics/thermal/shading/orientation.html>
- [29] **Renzo Piano Building Workshop 3**, 1997, Phaidon Press, Londra, s.56,58,60,64,65
- [30] **New Villas 2**, 2000, *In Italy & Canton Ticino*, Milano, s.87,88,89,99
- [31] **Architectural Forum**, 1954 Mayıs, s.171
- [32] **Kılıç, A. Ve Öztürk, A.**, 1983, Güneş Enerjisi, İTÜ Makina Fakültesi, s. 12, 14, 15, 16, 17, 20, 21.
- [33] **Duffie, J.A. ve Beckman, W.A.**, 1974, Solar Energy Thermal Processes
- [34] **Thekaekara**, 1976, Solar Radiation Measurements, Techniques and instrumentation, Solar Energy
- [35] **Thomas, R. Ve Fordham, M.**, 1996, Environmental Design, The Alden Press,Londra, s. 9,10, 11,39.
- [36] **Givoni, B.**, 1969, Man Climate and Architecture, *Israel Institute of Technology*, s. 224,225,226,227,228,229
- [37] **Loudon, A.G.**, Window design criteria to avoid overheating by excessive solar heat gains.
- [38] **Hopkinson, R.G.**, 1985, Sunlight in buildings, *Proceedings C.I.E. Intersessional Conference*, Newcastle

- [39] **Aronin, J.F.**, 1953, *Architecture and Climate*, Reinhold Publishing Corp., N.Y., s.304.
- [40] **Givoni, B. Ve Hoffman, M.E.**, 1964, *Effectiveness of Shading Devices*, Araştırma Raporu, Israel Institute of Technology, Haifa
- [41] **Petherbridge, P.**, 1965, Transmission characteristics of window glasses and sun controls
- [42] **Humphreys, M.A. ve Nicol, J.F.**, 1971, Theoretical and practical aspects of thermal comfort. BRE Garston, s.14,71.
- [43] **Hughes, J. ve Beggs**, 1986, The dark side of sunlight, s. 5,31.
- [44] **Pratt, A.W.**, 1958, Condensation in sheeted roofs, *National Building studies Research Paper No:23*, HMSO, London
- [45] **Everett A.**, 1975, *Materials*, Batsford London
- [46] **CIBSE Guide**, 1988, Volume A, Thermal Properties of Building Structures, CIBSE- Londra
- [47] **ASHRAE Handbook-Fundamentals**, 1993, ASHRAE, Atlanta, s.3,8.
- [48] <http://www.summitscreens.com/14.htm>
- [49] **Küçükdoğru, M.Ş.**, 1976, İklimsel Konfor ve Aydınlık Seviyesine Bağlı Görsel Konfor Gereksinimleri Açısından Pencere Tasarlanmasında Kullanılabilecek Bir Yöntem, *Doktora Tezi*, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, s. 23, 24, 28, 29.
- [50] **Hopkinson, R.G. ve Petherbridge, P.**, 1966, *Daylighting*, Londra
- [51] **Küçükdoğru, M.Ş.**, 1975, Mimari Aydınlatma Ders Notları, *İTÜ Mimarlık Fak.*
- [52] **Çilingiroğlu, K.**, 2001. Kişisel Görüşme.
- [53] <http://www.fridge.arch.uwa.edu.au/topics/thermal/shading/glass.html>
- [54] **Foster, N.**, 1993, Carré d' Art Nîmes, *Blueprint Extra 11*, Londra, s. 8, 9.
- [55] **Mutlu, M.**, 1973, *Bina Bilgisi*, İstanbul
- [56] **Şen, N.**, 1967, Yapı Strüktürüne biçimleniş ve kabuk olarak iklim etkisi. *Doktora tezi*, İ.T.Ü., İstanbul.
- [57] **Marsh, A.**, 1999, The University of Western Australia
- [58] <http://www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/evaporation.htm>
- [59] **Fiyat Analizi**, 2001, Güneş kontrolü ve cephe sistemleri üreten ve uygulayan bir firmadan alınan fiyatlar.
- [60] **The World of Contemporary Architecture**, 2000 *Könemann-İtalya*, s.856, 857.

- [61] **Tzonis, A., ve Lefaivre, L.**, 1968, *Architecture in Europe Memory and Invention*, s.324,325.
- [62] **The Architects' Journal**, 1999 Haziran, No:24, Volume:209, s.8.
- [63] **The Architects' Journal**, 2000 Kasım, No:18, Volume:212, s.8,9.
- [64] **The Architectural Review**, 1995 Mayıs, s.62,63.
- [65] **The Architectural Review**, 1996 Şubat, s.61,62.
- [66] **The Architectural Review**, 1997 Ağustos, s.56,57.
- [67] **The Architectural Review**, 1996 Nisan, s. 46.
- [68] **The Architectural Review**, 1996 Mart, s.50,51.
- [69] **Energy and Buildings**, 1998, No:27, Vol:27, s.208.
- [70] **Rudoy, W.**, *Cooling and Heating Load Calculation Manual*, *ASHRAE GRP158*.



EKLER

A: Yapı Kabuğunda Yapılacak Gölgeleme İle Yapı Kabuğundan Olacak Isı Kazancı ve Konfor Koşullarının Sağlanması İçin Gerekli Soğutma Yükünün Hesaplanabilmesi İçin Bölüm 3.2.2. deki Örneklerin Çözümünde Kullanılacak Tablo ve Değerler.



Tablo A1. Cooling Load Factors for Glass with Interior Shading, North Latitudes
(All Room Constructions)

Fenes- tration Facing	Solar Time, hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.34	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
NNE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.64	0.77	0.62	0.42	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.32	0.28	0.23	0.17	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
NE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
ENE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.52	0.76	0.80	0.71	0.52	0.31	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
E	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
ESE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.41	0.67	0.79	0.80	0.72	0.54	0.34	0.27	0.24	0.21	0.19	0.15	0.12	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
SE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
SSE	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.12	0.31	0.54	0.72	0.81	0.81	0.71	0.54	0.38	0.32	0.27	0.22	0.16	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
S	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
SSW	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.14	0.18	0.22	0.27	0.43	0.63	0.78	0.84	0.80	0.66	0.46	0.25	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
SW	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
WSW	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.23	0.44	0.64	0.78	0.84	0.78	0.55	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
W	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
WNW	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.22	0.43	0.65	0.80	0.84	0.66	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
NW	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
NNW	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.11	0.17	0.22	0.26	0.30	0.32	0.33	0.34	0.34	0.39	0.61	0.82	0.76	0.17	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
HOR	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

Tablo A2. Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes

0 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Apr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
June	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
July	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Aug.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sep.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dec.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

16 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	30	30	55	147	210	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Apr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
June	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
July	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Aug.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sep.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dec.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

4 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	33	33	79	170	229	252	237	193	141	286
Feb.	35	35	123	199	242	248	215	152	88	301
Mar.	38	77	163	219	242	227	177	96	43	302
Apr.	55	125	189	223	223	190	126	43	38	287
May	93	154	200	220	206	161	89	38	38	272
June	110	164	202	215	196	147	73	38	38	263
July	96	154	197	215	200	156	85	39	38	267
Aug.	59	124	184	215	214	181	120	42	40	279
Sep.	39	75	156	209	231	216	170	93	44	293
Oct.	36	36	120	193	234	239	207	148	86	294
Nov.	34	34	79	168	226	248	232	190	139	284
Dec.	33	33	62	157	221	250	242	206	160	277

20 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Feb.	31	31	88	173	226	244	238	201	174	263
Mar.	34	49	132	200	237	236	206	152	115	284
Apr.	38	92	166	213	228	208	158	91	58	287
May	47	123	184	217	217	184	124	54	42	283
June	59	135	189	216	210	173	108	45	42	279
July	48	124	182	213	212	179	119	53	43	278
Aug.	40	91	162	206	220	200	152	88	57	280
Sep.	36	46	127	191	225	225	199	148	114	275
Oct.	32	32	87	167	217	236	231	196	170	258
Nov.	29	29	48	136	197	239	249	229	211	230
Dec.	27	27	35	122	187	238	254	241	226	217

8 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Apr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
June	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
July	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Aug.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sep.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dec.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

24 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Apr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
June	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
July	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Aug.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sep.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dec.	26	26	29	112	180	234	247	247	237	199

12 Deg										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	31	31	63	155	217	246	247	212	182	262
Feb.	34	34	105	186	235	248	226	177	133	286
Mar.	36	58	148	210	240	233	190	124	73	297
Apr.	40	108	178	219	227	200	142	64	40	290
May	60	139	194	220	212	173	106	40	40	280
June	75	149	198	217	204	161	90	40	40	274
July	63	139	191	215	207	168	102	41	41	275
Aug.	42	109	174	212	218	191	135	62	142	282
Sep.	37	57	142	201	229	222	182	121	73	287
Oct.	34	34	103	180	227	238	219	172	130	280
Nov.	32	32	63	153	214	241	243	209	179	260
Dec.	30	30	47	141	207	242	251	223	197	250

28 Deg										
	N (Shade)	NNE/NNW	NE/NW	ENE/WNW	E/W	ESE/WSW	SE/SW	SSE/SSW	S	HOR
Jan.	25	25	35	117	183	235	251	247	238	196
Feb.	29	29	72	157	213	244	246	224	207	234
Mar.	33	41	116	189	231	237	221	182	157	265
Apr.	36	84	151	205	228	216	178	124	94	278
May	40	115	172	211	219	195	144	83	58	280
June	51	125	178	211	213	184	128	68	49	278
July	41	114	170	208	215	190	140	80	57	276
Aug.	38	83	149	199	220	207	172	120	91	272
Sep.	34	38	111	179	219	226	213	177	154	256
Oct.	30	30	71	151	204	236	238	217	202	229
Nov.	26	26	35	115	181	232	247	243	235	195
Dec.	24	24	24	99	172	227	248	251	246	179

Tablo A2. Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes (continued)

32 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176	
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217	
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252	
Apr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271	
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277	
June	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276	
July	40	111	167	204	215	194	150	96	72	273	
Aug.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265	
Sep.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244	
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213	
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175	
Dec.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158	

48 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85	
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138	
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188	
Apr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226	
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247	
June	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252	
July	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244	
Aug.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223	
Sep.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182	
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136	
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85	
Dec.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65	

36 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	22	22	24	90	166	219	247	252	252	155	
Feb.	26	26	57	139	195	239	248	239	232	199	
Mar.	30	33	99	176	223	238	232	206	192	238	
Apr.	35	76	144	196	225	221	196	156	135	262	
May	38	107	168	204	220	204	165	116	93	272	
June	47	118	175	205	215	194	150	99	77	273	
July	39	107	165	201	216	199	161	113	90	268	
Aug.	36	75	138	190	218	212	189	151	131	257	
Sep.	31	31	95	167	210	228	223	200	187	230	
Oct.	27	27	56	133	187	230	239	231	225	195	
Nov.	22	22	24	87	163	215	243	248	248	154	
Dec.	20	20	20	69	151	204	241	253	254	136	

52 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	13	13	13	39	92	155	193	222	230	62	
Feb.	18	18	29	85	156	202	235	247	250	115	
Mar.	24	24	73	145	196	230	239	238	236	169	
Apr.	30	56	128	177	215	224	220	204	199	211	
May	34	98	154	198	217	217	199	175	167	235	
June	45	111	161	202	214	210	188	162	152	242	
July	36	97	152	194	213	212	195	171	163	233	
Aug.	32	56	124	169	208	216	212	197	193	208	
Sep.	25	25	65	136	182	218	228	228	227	163	
Oct.	19	19	28	80	148	192	225	238	240	114	
Nov.	13	13	13	39	90	152	189	217	225	62	
Dec.	10	10	10	19	73	127	172	199	209	42	

40 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133	
Feb.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180	
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223	
Apr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252	
May	37	102	165	203	220	208	175	133	113	265	
June	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267	
July	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262	
Aug.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247	
Sep.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215	
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177	
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132	
Dec.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113	

56 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40	
Feb.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91	
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149	
Apr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195	
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222	
June	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231	
July	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221	
Aug.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193	
Sep.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144	
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91	
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40	
Dec.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23	

44 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	17	17	17	64	138	189	232	248	252	109	
Feb.	22	22	43	117	178	227	246	248	247	160	
Mar.	27	27	87	162	211	236	238	224	218	206	
Apr.	33	66	136	185	221	224	210	183	171	240	
May	36	96	162	201	219	211	183	148	132	257	
June	47	108	169	205	215	203	171	132	115	261	
July	37	96	159	198	215	206	179	144	128	254	
Aug.	34	66	132	180	214	215	202	177	165	236	
Sep.	28	28	80	152	198	226	227	216	211	199	
Oct.	23	23	42	111	171	217	237	240	239	157	
Nov.	18	18	18	64	135	186	227	244	248	109	
Dec.	15	15	15	49	115	175	217	240	246	89	

60 Deg											
	N	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SSE/			
(Shade)	NNW	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	
Jan.	7	7	7	7	46	88	130	152	164	21	
Feb.	13	13	13	58	118	168	204	225	231	68	
Mar.	20	20	56	125	173	215	234	241	242	128	
Apr.	27	59	118	168	206	222	225	220	218	178	
May	43	98	149	192	212	220	211	198	194	208	
June	58	110	162	197	213	215	202	186	181	215	
July	44	97	147	189	208	215	206	193	190	208	
Aug.	28	57	114	161	199	214	217	213	211	178	
Sep.	21	21	50	115	160	202	222	229	231	123	
Oct.	14	14	14	56	111	159	193	215	221	67	
Nov.	7	7	7	7	45	86	127	148	160	22	
Dec.	4	4	4	4	16	51	76	100	107	9	

(Continued)

**Tablo A3. Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr·ft²)
for Sunlit Glass, North Latitudes (continued)**

64 Deg									
	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S HOR
Jan.	3	3	3	3	15	45	67	89	96
Feb.	11	11	11	43	89	144	177	202	210
Mar.	18	18	47	113	159	203	226	236	239
Apr.	25	59	113	163	201	219	225	225	224
May	48	97	150	189	211	220	215	207	204
June	62	114	162	193	213	216	208	196	193
July	49	96	148	186	207	215	211	202	200
Aug.	27	58	109	157	193	211	217	217	217
Sep.	19	19	43	103	148	189	213	224	227
Oct.	11	11	11	40	83	135	167	191	199
Nov.	4	4	4	4	15	44	66	87	93
Dec.	0	0	0	0	1	5	11	14	15

**Tablo A4. Maximum Solar Heat Gain Factor For
Externally Shaded Glass, Btu/(hr·ft²)
(Based on Ground Reflectance of 0.2)**

Use for latitudes 0 - 24 deg.

For latitudes greater than 24, use north orientation. Table 3.25

For horizontal glass in shade, use the tabulated values for all latitudes

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	(ALL LATIT.) S HOR
Jan.	31	31	31	32	34	36	37	37	38
Feb.	34	34	34	35	36	37	38	38	39
Mar.	36	36	37	38	39	40	40	39	39
Apr.	40	40	41	42	42	42	41	40	40
May	43	44	45	46	45	43	41	40	40
June	45	46	47	47	46	44	41	40	40
July	45	45	46	47	47	45	42	41	41
Aug.	42	42	43	45	46	45	43	42	42
Sept.	37	37	38	40	41	42	42	41	41
Oct.	34	34	34	36	38	39	40	40	40
Nov.	32	32	32	32	34	36	38	38	39
Dec.	30	30	30	31	32	34	36	37	37

Tablo A5. Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading, North Latitudes

Fenestration Facing		Room Construction	Solar Time, hr																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N (Shaded)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.79	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20	
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27	
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28	
NNE	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07	
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	
	H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
ENE	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	
ESE	L	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06	
	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	
	H	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
SSE	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08	
	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	
	H	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10	
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.35	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	
SSW	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12	
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.23	0.19	0.17	
WSW	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15	
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18	
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.13	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16	
WNW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16	
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	
NNW	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27												

Table A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections

DATE		HORIZONTAL PROJECTION 0.1 DEG NORTH LATITUDE SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION														SIDE PROJECTION 0.1 DEG NORTH LATITUDE SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION														TIME	
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	PM					
DEC		7		0.7	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6	8.1					2.6	2.2	0.9	0.4	0.0	0.4	0.9	2.2	34.0		5					
	8		1.7	0.8	0.6	0.5	0.6	0.7	1.2	7.1					3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	13.9			4						
	9		3.7	1.4	1.0	0.9	0.9	1.0	1.6	5.7					4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.3			3						
	10		19.1	2.9	1.7	1.4	1.3	1.5	2.0	4.0					14.1	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.2	3.0			2						
	11			14.3	3.7	2.4	2.0	2.0	2.2	3.3	8.1					6.8	1.7	0.7	0.3	0.1	0.6	1.3	4.0			1					
	12					6.3	3.3	2.5	2.4	2.5	3.3	6.3						2.8	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12						
JAN/NOV		7		8.1	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.7					30.9	2.2	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.7			5						
	8		1.4	0.8	0.6	0.5	0.6	0.8	1.4	57.3					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4				4						
	9		2.9	1.4	1.0	0.9	0.9	1.2	2.0	11.4					3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	12.1			3						
	10		9.5	2.7	1.7	1.4	1.4	1.7	2.4	6.3					6.4	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1			2						
	11			9.5	3.7	2.6	2.1	2.2	2.6	4.0	14.3					4.4	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.9			1					
	12					7.1	4.0	2.9	2.7	2.9	4.0	7.1						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12						
FEB/OCT		7		1.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	1.4					5.0	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.1			5						
	8		3.3	1.0	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	2.6					5.6	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.5			4						
	9		7.1	2.0	1.2	1.0	1.0	1.1	1.6	3.7					7.7	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.7			3						
	10		57.3	4.0	2.2	1.7	1.6	1.8	2.4	4.7					35.4	2.2	0.9	0.4	0.0	0.4	1.1	2.6			2						
	11			19.1	5.7	3.7	3.1	3.1	3.5	5.1	11.4					6.6	1.7	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.0			1					
	12					14.3	7.1	5.7	5.1	5.7	7.1	14.3						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12						
MAR/SEP		7		0.7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4				5						
	8		1.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.8	1.5					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					4						
	9		2.6	1.4	1.1	1.0	1.1	1.4	2.6					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					3						
	10		4.7	2.5	1.9	1.7	1.9	2.5	4.7					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					2						
	11		9.5	5.1	4.0	3.7	4.0	5.1	9.5					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					1						
	12					3.7	4.0	5.1						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					12						
APR/AUG		7		1.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	1.4					4.7	1.5	0.6	0.2	0.2	0.7	1.5	5.4			5						
	8		2.5	1.0	0.6	0.6	0.6	0.7	1.1	3.5					4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.2			4						
	9		3.5	1.5	1.1	1.0	1.0	1.2	2.0	8.1					3.4	1.2	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	9.0			3						
	10		4.3	2.2	1.7	1.6	1.7	2.2	4.0					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					2						
	11		4.7	3.3	2.9	3.1	3.7	6.3	28.6					1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	8.7					1						
	12			5.1	7.1	6.3								0.0	0.4	1.0	2.4								12						
MAY/JUL		7		0.7	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6	8.1				2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	30.9			5						
	8		1.4	0.8	0.6	0.5	0.6	0.8	1.4					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4					4						
	9		2.0	1.2	0.9	0.9	1.0	1.4	2.9					1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.1					3						
	10		2.4	1.7	1.4	1.4	1.7	2.7	9.5					1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.4					2						
	11		2.6	2.2	2.1	2.6	3.7	9.5						0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.4						1						
	12		2.7	2.9	4.0	7.1								0.0	0.4	1.0	2.4								12						
JUN		7		0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.7					2.2	0.9	0.4	0.0	0.4	1.1	2.6				5						
	8		1.2	0.7	0.6	0.5	0.6	0.8	1.7					2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.2	3.0					4						
	9		1.6	1.0	0.9	0.9	1.0	1.4	3.7					1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.2					3						
	10		2.0	1.5	1.3	1.4	1.7	2.9	19.1					1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	14.1					2						
	11		2.2	2.0	2.0	2.4	3.7	14.3						0.6	0.1	0.3	0.7	1.7	6.8						1						
	12		2.4	2.5	3.3	6.3								0.0	0.4	1.0	2.4								12						
DATE		N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	PM					

Tablo A6.

Tablo A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (continued)

DATE		HORIZONTAL PROJECTION 8.0 DEG NORTH LATITUDE SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												SIDE PROJECTION 8.0 DEG NORTH LATITUDE SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												TIME			
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW					PM
DEC	7		0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	3.3			2.9	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.1	17.7					5			
	8		1.7	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	0.9	3.3			3.7	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.6					4				
	9		5.1	1.4	0.9	0.8	0.7	0.8	1.2	2.9			6.9	1.7	0.7	0.3	0.1	0.6	1.3	3.9					3				
	10														2.8	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.1	21.0			2				
	11														26.6	2.2	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.7			1				
JAN NOV	12																2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4			12			
	7	57.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5		4.3	2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4						5				
	8		1.4	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	1.0	7.1			3.0	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	14.6					4				
	9		3.7	1.4	0.9	0.8	0.8	0.9	1.4	4.3			4.7	1.5	0.6	0.2	0.2	0.7	1.5	5.4					3				
	10		57.3	2.9	1.6	1.2	1.2	1.3	1.7	3.3			51.5	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.6					2				
FEB OCT	11		19.1	3.5	2.1	1.7	1.6	1.8	2.5	5.7							0.4	0.0	0.4	1.0	3.2				1				
	12																2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12				
	7	1.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	1.0			6.0	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.3					5				
	8		5.1	1.1	0.7	0.5	0.5	0.6	0.8	1.8			9.7	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.4					4				
	9		2.2	1.2	1.0	0.9	1.0	1.2	2.4				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5						3				
MAR SEP	10		6.3	2.5	1.7	1.4	1.4	1.7	2.7				4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.1					2				
	11													3.4	1.2	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	9.0				1				
	12																2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12				
	7	0.8	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	7.1				2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	26.8					5				
	8		1.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.8	1.2	7.1			3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	12.4					4				
APR AUG	9		4.0	1.6	1.2	1.0	1.0	1.2	2.0				3.8	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.2					3				
	10		11.4	3.3	2.1	1.7	1.7	2.0	2.9				6.4	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1					2				
	11													3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	11.6				1				
	12																								12				
	7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1				4.9	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.1					6				
MAY JUL	8		0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	1.3				5.8	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.4					5				
	9		1.2	0.8	0.6	0.6	0.7	1.0	2.5				6.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1					4				
	10		2.0	1.3	1.0	1.0	1.2	1.7	4.3				6.7	1.7	0.7	0.3	0.1	0.6	1.3	4.0					3				
	11		3.3	2.1	1.8	1.8	2.1	3.1	8.1				6.0	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.3					2				
	12		4.3	3.3	3.7	3.7	4.7	7.1	28.6				3.8	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.5					1				
JUN	6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				0.0	0.4	1.0	2.4										12				
	7	0.9	0.5	0.3	0.3	0.4	0.7	4.3				2.8	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.1	21.4						6				
	8		0.9	0.7	0.6	0.6	0.8	1.3	8.1			3.0	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	14.5						5				
	9		2.9	1.5	1.1	1.0	1.1	1.4	2.4				2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	26.4					4				
	10		3.7	2.2	1.7	1.7	1.8	2.5	5.1				2.1	0.9	0.4	0.1	0.5	1.1	2.8						3				
JUN	11		4.3	3.3	2.9	3.1	4.0	6.3				1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	14.8							2				
	12		4.7	5.1	6.3	11.4						0.0	0.4	1.0	2.4										1				
	6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5							12				
	7		0.8	0.4	0.3	0.3	0.4	0.8	57.3				2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4						6				
	8		1.5	0.8	0.6	0.6	0.8	1.5				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4							5				
JUN	9		2.2	1.3	1.0	1.1	1.4	2.9				2.1	0.9	0.4	0.0	0.4	0.9	2.0	14.5						4				
	10		2.9	2.0	1.6	1.8	2.6	7.1				1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.3							3				
	11		3.5	2.7	2.6	2.9	4.0	8.1				0.9	0.4	0.1	0.5	1.1	2.9								2				
	12		3.7	4.0	5.1	9.5						0.0	0.4	1.0	2.4										1				
												0.0	0.4	1.0	2.4										12				

Tablo A6.

Table A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (continued)

DATE SOLAR TIME		HORIZONTAL PROJECTION SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												SIDE PROJECTION SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												TIME	
		16.0 DEG NORTH LATITUDE SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												16.0 DEG NORTH LATITUDE SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION													
DATE	SOLAR TIME	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	PM	
DEC	7			0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	1.6					3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	13.2			5	
	8			1.7	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	2.0					4.6	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.6			4	
	9			8.1	1.3	0.8	0.6	0.6	0.7	0.9	1.9					13.0	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.2	3.0			3	
	10				3.5	1.4	1.0	0.9	0.9	1.1	1.7	6.3					3.8	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.4		2	
JAN NOV	11				3.1	1.6	1.2	1.1	1.2	1.5	2.7	28.6					2.6	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	32.7		1	
	12					3.3	1.7	1.3	1.2	1.3	1.7	3.3						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12	
	7			0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	8.1					2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	54.0			5	
	8			1.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	3.3					3.6	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	8.3			4	
FEB OCT	9			5.1	1.3	0.8	0.7	0.6	0.8	1.1	2.5					7.7	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.7			3	
	10				3.1	1.5	1.1	1.0	1.0	1.2	2.1	11.4					3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	12.3		2	
	11				3.3	1.7	1.3	1.2	1.3	1.7	3.3						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4			1	
	12					3.5	2.0	1.5	1.4	1.5	2.0	3.5						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12	
MAR SEP	7			1.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.8					7.4	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.8			5		
	8			11.4	1.1	0.6	0.5	0.5	0.7	1.3					26.6	2.2	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.7			4		
	9				2.7	1.2	0.9	0.8	0.8	1.0	1.7	8.1					3.3	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	10.1		3	
	10				14.3	2.6	1.5	1.2	1.2	1.3	1.9	4.0				11.8	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.1			2	
APR AUG	11				14.3	3.5	2.1	1.7	1.7	2.0	2.7	6.3					7.7	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.7		1	
	12					5.1	2.7	2.1	2.0	2.1	2.7	5.1						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12	
	7			0.8	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6	3.5					3.8	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	13.5			5	
	8			2.4	0.9	0.6	0.6	0.6	0.7	1.0	3.5					4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.3			4	
MAY JUL	9			7.1	1.9	1.2	1.0	0.9	1.1	1.5	3.5					8.0	1.8	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.6			3	
	10				4.3	2.2	1.7	1.5	1.6	2.1	3.5	28.6					2.8	1.1	0.5	0.1	0.4	0.9	2.1	19.0		2	
	11					7.1	3.5	2.7	2.5	2.7	3.5	6.3						2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	70.7		1
	12						9.5	5.1	3.7	3.5	3.7	5.1	9.5						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12
JUN	6			0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3					5.1	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.0			6		
	7			2.5	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	1.2				7.7	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.7			5		
	8			9.5	1.4	0.8	0.6	0.6	0.7	0.9	2.0				14.6	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.1	3.0			4		
	9				3.7	1.5	1.1	1.0	1.1	1.5	2.7					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4			3		
JUN	10				5.7	2.7	2.0	1.8	1.9	2.4	4.0	19.1					3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	12.1		2	
	11				28.6	7.1	4.7	3.7	4.3	6.3	14.3					7.5	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.8			1	
	12																									12	
	6			0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3					2.9	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.1	17.8			6		
JUN	7			1.2	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	7.1				3.5	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	8.9			5		
	8			2.1	1.0	0.8	0.6	0.7	0.9	1.4	8.1				4.1	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.5			4		
	9			3.5	1.7	1.2	1.1	1.2	1.4	2.4	11.4				4.6	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.6			3		
	10				5.1	2.6	2.0	1.8	1.9	2.5	4.3	28.6				4.5	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.7			2	
JUN	11				7.1	4.3	3.7	3.5	4.0	5.7	14.3								0.3	0.8	2.0	12.4				1	
	12																									12	

Tablo A6.

Tablo A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (continued)

DATE	SOLAR TIME AM	HORIZONTAL PROJECTION 24.0 DEG NORTH LATITUDE										SIDE PROJECTION 24.0 DEG NORTH LATITUDE										TIME PM		
		SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION										SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												
		N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	PM
DEC	7		0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6		3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	11.6				5
	8		1.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	1.3			5.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.6				4
	9		28.6	1.2	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	1.3			59.9	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5				3
	10			3.5	1.2	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	3.5			5.0	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.0			2
	11				2.7	1.3	1.0	0.8	0.9	1.1	1.9	11.6			3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	11.2	1	
	12					2.4	1.3	1.0	0.9	1.0	1.3	2.4				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12	
JAN/NOV	7		0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	2.6			2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	30.5				5
	8		1.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	1.9			4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.1				4
	9		8.1	1.2	0.7	0.6	0.5	0.6	0.8	1.7			15.3	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.1	2.9				3
	10			3.3	1.3	0.9	0.8	0.8	0.9	1.6	5.1			4.1	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.4			2
	11				2.9	1.4	1.1	1.0	1.0	1.3	2.2	19.1			2.8	1.1	0.5	0.1	0.4	0.9	2.1	20.0	1	
	12					2.7	1.5	1.1	1.0	1.1	1.5	2.7				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12	
FEB/OCT	7		1.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6				9.0	1.8	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.5				5
	8		1.1	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	1.0	19.1			2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	54.0				4
	9		3.3	1.2	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	3.7			4.8	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.3				3
	10			2.7	1.4	1.1	1.0	1.0	1.4	2.5	28.6			2.6	1.1	0.4	0.0	0.4	0.9	2.2	38.7			2
	11				28.6	3.1	1.7	1.4	1.3	1.4	1.9	3.7			28.2	2.2	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.7		1
	12					3.7	2.1	1.5	1.4	1.5	2.1	3.7				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12	
MAR/SEP	7		0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	2.2			3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.2				5
	8		3.3	1.0	0.6	0.5	0.5	0.6	0.9	2.2			6.1	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.3				4
	9		2.1	1.2	0.9	0.8	0.9	1.2	2.2				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5				3	
	10			7.1	2.5	1.6	1.3	1.3	1.9	2.2	5.7			5.8	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.5			2
	11				9.5	3.5	2.2	1.9	1.9	2.2	3.3	9.5			5.2	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	4.9		1
	12					3.7	2.1	1.5	1.4	1.5	2.1	3.7				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12	
APR/AUG	6		0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4				5.3	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	4.8				6
	7		4.0	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	1.1			11.7	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.1				5
	8		1.7	0.9	0.7	0.6	0.7	0.9	1.5	28.6				2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	54.7			4
	9		4.0	1.7	1.2	1.0	1.1	1.3	2.1	7.1				3.9	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.1			3
	10		19.1	3.7	2.1	1.7	1.7	1.9	2.6	5.1				13.4	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.2	3.0			2
	11			28.6	6.3	3.7	3.1	2.9	3.3	4.7	11.4				8.7	1.8	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.5		1
	12					3.7	2.1	1.5	1.4	1.5	2.1	3.7					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12
MAY/JUL	6		0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	2.0			3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	13.9				6
	7		1.7	0.7	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	2.4			4.3	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.1				5
	8		4.7	1.3	0.9	0.7	0.7	0.8	1.2	2.9			6.7	1.7	0.7	0.2	0.1	0.6	1.4	4.0				4
	9		19.1	2.6	1.5	1.2	1.1	1.2	1.7	3.5			15.7	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.1	2.9				3
	10			5.7	2.7	2.1	1.9	2.0	2.6	4.3	5.7						0.4	0.9	2.2	25.3				2
	11				28.6	7.1	4.7	4.0	4.7	6.3	19.1				6.1	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.3	4.3		1
	12							28.6	19.1	14.3	14.3	19.1	28.6				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12
JUN	6		0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	11.4				2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	64.9				6
	7		1.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.9	4.0			3.3	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	10.0				5
	8		3.3	1.2	0.8	0.7	0.7	0.9	1.3	4.0			4.5	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.7				4
	9		7.1	2.2	1.4	1.2	1.2	1.3	2.0	4.7			6.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1				3
	10		19.1	4.3	2.5	2.1	2.0	2.1	3.1	6.3			11.4	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.2				2
	11			9.5	5.7	4.3	4.0	4.3	5.7	11.4			76.2	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5				1
	12																2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12

Tablo A6.

Table A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (continued)

HORIZONTAL PROJECTION 32.0 DEG NORTH LATITUDE SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION													SIDE PROJECTION 32.0 DEG NORTH LATITUDE SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION													TIME	
DATE	SOLAR TIME	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	PM	PM		
DEC.	8	1.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.8				6.4	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1				4		
	9		1.0	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.9	14.3				2.6	1.1	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	40.9				3		
	10		3.5	1.0	0.6	0.5	0.5	0.6	0.9	2.1	6.3				6.6	1.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1				2		
	11		2.2	1.0	0.7	0.6	0.7	0.8	1.3	1.3	6.3					3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.3		1		
JAN/NOV	12			1.3	1.0	0.8	0.7	0.8	1.0	1.8							2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	7.0	2.4		12		
	7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6				2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	25.2					5		
	8	1.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	1.2				4.9	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.1					4		
	9	28.6	1.0	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	1.1				58.6	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5					3		
FEB/OCT	10		3.3	1.1	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	2.9				5.4	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	4.7				2		
	11		2.5	1.2	0.8	0.7	0.8	1.0	1.6	8.1						3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	11.4		1		
	12			2.1	1.1	0.8	0.8	0.8	1.1	2.1						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4			12		
	7	1.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4					10.8	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.2					5		
MAR/SEP	8	1.0	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.8	5.1				2.9	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	15.3					4		
	9	4.0	1.1	0.7	0.6	0.6	0.6	0.9	2.2				7.3	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.8					3		
	10		2.7	1.3	0.9	0.8	0.8	1.0	1.7	7.1				3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.3				2		
	11		1.1	1.0	1.1	1.1	1.4	2.5	57.3							2.6	1.1	0.4	0.0	0.4	0.9	2.2	38.6		1		
APR/AUG	12			1.4	1.1	1.0	1.1	1.2	1.5	2.7						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4			12		
	7	0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	1.6				3.9	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.0					5		
	8	4.7	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	1.6	8.1			10.4	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.3					4		
	9		2.6	1.2	0.8	0.8	1.0	1.6	8.1							0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	10.5				3		
MAY/JUL	10		28.6	2.6	1.5	1.2	1.1	1.2	1.6	3.1			23.3	2.1	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.7					2		
	11		19.1	3.1	1.9	1.5	1.4	1.6	2.1	4.7						13.2	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.2	3.0		1		
	12			4.3	2.2	1.7	1.6	1.7	1.7	2.2	4.3						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4		12		
	6	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5					5.7	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.5					6		
JUN	7	9.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	1.0				26.2	2.2	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.7					5		
	8		2.1	1.0	0.7	0.6	0.6	0.8	1.3	5.7						3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.5		4		
	9		8.1	2.0	1.2	1.0	1.0	1.1	1.5	3.5						8.6	1.8	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.5		3		
	10		5.7	2.4	1.7	1.5	1.5	1.9	2.9	11.4						3.6	1.2	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	7.9		2		
MAY/JUL	11		8.1	3.5	2.5	2.2	2.2	2.7	4.3	19.1						3.7	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.6		1		
	12			7.1	3.7	2.9	2.9	3.7	2.9	3.7	7.1														12		
	6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	2.0				3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	10.7					6		
	7	2.4	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	2.0				5.6	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.5					5		
JUN	8	14.3	1.7	1.0	0.8	0.7	0.8	1.1	2.1				19.8	2.1	0.9	0.4	0.1	0.5	1.1	2.8					4		
	9		3.7	1.7	1.3	1.1	1.2	1.4	2.4	11.4															3		
	10		19.1	3.7	2.2	1.9	1.8	2.1	2.7	6.3															2		
	11		6.3	4.0	3.3	3.1	3.5	5.1	11.4																1		
JUN	12			4.3	3.3	3.3	4.0	11.4																	12		
	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.2						7		
	6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	5.1				2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	24.9					6		
	7	2.0	0.8	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	2.9				4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.3					5		
JUN	8	6.3	1.5	1.0	0.8	0.8	0.9	1.2	2.7				8.4	1.8	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.6					4		
	9		3.1	1.7	1.3	1.2	1.3	1.7	3.1																3		
	10		9.5	3.3	2.2	2.0	2.0	2.3	3.5	11.4															2		
	11		14.3	5.7	4.0	3.5	3.7	4.7	7.1	28.6															1		
JUN	12			19.1	9.5	7.1	6.3	7.1	6.3	7.1	9.5														12		
	6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	2.0				3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	10.7					6		
	7	2.4	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	2.0				5.6	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.5					5		
	8	14.3	1.7	1.0	0.8	0.7	0.8	1.1	2.1				19.8	2.1	0.9	0.4	0.1	0.5	1.1	2.8					4		

Tablo A6.

Table A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (continued)

DATE	SOLAR TIME	HORIZONTAL PROJECTION 480 DEG NORTH LATITUDE SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												SIDE PROJECTION SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												480 DEG NORTH LATITUDE SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
DEC	8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Tablo A6.

Table A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (continued)

SOLAR DATE TIME		HORIZONTAL PROJECTION SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION										SIDE PROJECTION SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION										56.0 DEG NORTH LATITUDE									
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	PM					
DEC		9			0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4					3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	12.6	3						
	10				1.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4					11.4	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.2	2						
	11					0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	1.1					4.0	2.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.7	6.6	1					
	12						0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12					
JAN/NOV		9			0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	1.6					2.8	1.1	0.5	0.1	0.4	0.9	2.1	18.1	3						
	10				1.7	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6					9.5	1.8	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.4	2						
	11					0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	1.7				3.9	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.1	1						
	12						0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12						
FEB/OCT		8			0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.8					4.0	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.7	6.7	4						
	9				28.6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6				98.5	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5	3							
	10					2.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	1.4				6.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1	2						
	11					1.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.8	3.5				3.5	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.8	8.7	1						
	12						1.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	1.1					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12						
MAR/SEP		7			0.8	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.7						5.7	1.6	0.7	0.2	0.6	1.4	4.5		5						
	8					0.9	0.4	0.3	0.3	0.4	0.7	5.7					2.8	1.1	0.5	0.1	0.4	0.9	2.1	18.6	4						
	9					4.7	0.9	0.6	0.4	0.5	0.7	1.5					10.7	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.2	3						
	10					2.6	1.0	0.6	0.6	0.6	0.7	1.0	3.1				4.6	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.6	2						
	11							0.7	0.6	0.7	0.8	1.4	8.1					3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	12.5	1					
	12						1.7	1.0	0.7	0.7	0.7	1.0	1.7					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12						
APR/AUG		5			0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4							2.9	1.1	0.3	0.1	0.3	0.9	2.0	15.6	7						
	6				1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6						8.7	1.8	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.5	6						
	7					1.2	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7						3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.7	5						
	8				8.1	1.1	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	1.5					16.8	2.1	0.9	0.3	0.1	0.5	1.1	2.9	4						
	9					3.5	1.2	0.8	0.7	0.7	0.8						5.0	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.1	3						
	10					2.9	1.3	0.9	0.8	0.9	1.1	1.8	9.5					3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	10.7	2					
	11						1.4	1.1	1.0	1.0	1.3	2.4	28.6												31.3	1					
	12						2.6	1.4	1.1	1.0	1.1	1.4	2.6					2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	2.4	12					
MAY/JUL		4			0.0	0.0	0.0	0.0	0.1								1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.0		8						
	5				0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4							2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5		7						
	6				1.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5						4.9	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.1	6						
	7					1.2	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	1.2					2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	87.5	5						
	8				4.3	1.2	0.8	0.7	0.6	0.8	1.1	2.7					6.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.1	4						
	9					3.1	1.4	1.0	0.9	0.9	1.1	1.8						3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.6	3					
	10					2.9	1.6	1.2	1.1	1.2	1.5	2.7	57.3					2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.3	70.3	2					
	11						57.3	3.3	1.8	1.4	1.3	1.4	1.9	3.5			61.7	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.5	1						
	12							3.5	2.0	1.5	1.4	1.5	2.0	3.5											2.4	12					
JUN		4			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5							1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.3		8						
	5				0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6						2.4	0.9	0.4	0.0	0.5	1.1	2.8		7						
	6				1.5	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.7						4.1	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.4	6						
	7				19.1	1.3	0.7	0.6	0.5	0.6	0.8						34.5	2.3	0.9	0.4	0.0	0.4	1.1	2.6	5						
	8					3.7	0.9	0.7	0.7	0.9	1.3	3.7						5.0	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	5.0	4					
	9					2.9	1.4	1.1	1.0	1.0	1.3	2.2	14.3					2.9	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	2.1	16.7	3					
	10					57.3	3.1	1.7	1.3	1.2	1.3	1.8	3.5				39.7	2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.1	2.6	2						
	11						28.6	3.5	2.0	1.5	1.5	1.5	4.3												2.7	1					
	12							4.0	2.2	1.7	1.6	1.7	2.2	4.0											0.5	1.1	2.4	12			
																											PM				

Tablo A6.

Tablo A6. Shadow Lengths and Shadow Widths for Building Exterior Projections (concluded)

SOLAR DATE TIME		HORIZONTAL PROJECTION SHADOW LENGTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												SIDE PROJECTION SHADOW WIDTH, FOOT PER FOOT PROJECTION												64.0 DEG NORTH LATITUDE TIME											
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	PM											
DEC		11				0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2					4.1	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.5	1											
		12					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1					2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12												
JAN/NOV		10			0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2				10.3	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.3	2												
		11				0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.6			4.0	1.3	0.6	0.1	0.3	0.7	1.7	6.8	1												
		12					0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12													
FEB/OCT		8		0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3				4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.2	4													
		9			0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	14.3				2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	3														
		10			1.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.8				7.5	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.8	2													
		11				1.0	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.5	2.1				3.7	1.3	0.6	0.1	0.3	0.8	1.7	7.8	1												
		12					0.7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12													
MAR/SEP		7		0.7	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5						6.3	1.6	0.7	0.2	0.6	1.4	4.2	5														
		8			0.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	2.6					3.2	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.9	11.6	4													
		9			6.3	0.8	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	1.0				18.8	2.1	0.9	0.4	0.1	0.5	1.1	2.8	3													
		10				2.4	0.8	0.5	0.4	0.5	0.7	2.0				5.5	1.6	0.7	0.2	0.2	0.6	1.4	4.6	2													
		11				1.7	0.8	0.5	0.5	0.5	0.6	1.0	4.7				3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.7	1												
		12					1.3	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	1.3				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12													
APR/AUG		5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	1.0							3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	14.2	7													
		6	2.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6							11.1	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.2	6													
		7		1.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	2.1					4.0	1.3	0.6	0.1	0.3	0.7	1.7	6.8	5													
		8			1.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	1.1						2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	4													
		9			4.3	1.1	0.7	0.6	0.6	0.6	0.9	2.1				7.8	1.7	0.8	0.3	0.1	0.6	1.3	3.7	3													
		10				2.9	1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	1.3	4.3				4.2	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	6.3	2												
		11					2.4	1.2	0.8	0.8	0.8	1.0	1.7	9.5			3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	13.9	1												
		12						2.1	1.1	0.8	0.8	0.8	1.1	2.1			2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12													
MAY/JUL		4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.6							1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.7	8														
		5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	28.6							2.5	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	7														
		6	2.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	1.4						6.3	1.6	0.7	0.2	0.6	1.4	4.2	6														
		7		1.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	1.0	6.3						3.0	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	13.2	5												
		8		8.1	1.3	0.8	0.6	0.6	0.7	0.9	1.9					14.3	2.0	0.9	0.3	0.1	0.5	1.2	3.0	4													
		9			4.0	1.4	0.9	0.8	0.8	0.9	1.3	3.7					5.1	1.5	0.7	0.2	0.2	0.7	1.5	4.9	3												
		10				3.1	1.4	1.0	0.9	0.9	1.2	1.9	8.1				3.4	1.2	0.5	0.1	0.3	0.8	1.8	9.4	2												
		11				2.9	1.5	1.1	1.0	1.1	1.3	2.4	28.6				2.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.2	23.5	1												
		12					2.7	1.5	1.1	1.0	1.1	1.5	2.7				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12													
JUN		4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	1.1								1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.7	6.6	8														
		5	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7							2.3	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.6	7														
		6	2.1	0.7	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	1.9						5.3	1.5	0.7	0.2	0.7	1.5	4.8	6														
		7		1.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.7	1.2	11.4						2.8	1.1	0.5	0.0	0.4	0.9	2.1	22.7	5												
		8			6.3	1.4	0.9	0.7	0.8	1.1	2.4						9.8	1.9	0.8	0.3	0.1	0.5	1.2	3.3	4												
		9				3.7	1.4	1.0	0.8	0.9	1.0	1.6	5.1				4.4	1.4	0.6	0.2	0.2	0.7	1.6	5.8	3												
		10					3.3	1.5	1.1	1.0	1.3	2.1	11.4					3.1	1.2	0.5	0.1	0.3	0.9	2.0	12.3	2											
		11						3.1	1.6	1.2	1.1	1.2	1.5	2.7	57.3			2.6	1.1	0.4	0.0	0.4	0.9	2.2	35.7	1											
		12							3.1	1.7	1.3	1.2	1.3	1.7	3.1				2.4	1.0	0.4	0.0	0.4	1.0	2.4	12											
			N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE		N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	PM									

Table A7.

Cooling Load Temperature Difference for Conduction Through Glass and Conduction Through Doors																								
Solar Time, hr																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
CLTD, F																								
10	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2		

ÖZGEÇMİŞ

A. Sinan Timoçin 02.07.1974 tarihinde İzmir'de doğdu. İlk ve orta öğrenimine Aydın'da devam ederek lise eğitimini Aydın Lisesinde 1991 yılında tamamladı. 1992 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde yüksek öğrenimine başladı ve 1997 yılında tamamladı. 1995 yılından itibaren 2,5 yıl süreyle Tabanlıoğlu Mimarlık Dan. ve İ.t.d. Ş.t.İ.'de çalıştı. 1998 yılında iki arkadaşıyla birlikte M-ofis Mimarlık İ.t.d. Ş.t.İ.'yi kurdu. 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Bina Bilgisi Programında yüksek lisans eğitimine başladı ve tez çalışmalarını Prof.Dr. S. Mete Ünügür ile sürdürdü.

