

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKILLI KİNETİK GÜNEŞ KONTROL
SİSTEMİ ÖNERİSİ**

Mimar Cihan Sinan BOSTANCI

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Öğr. Gör. Dr. Togan TONG

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	xii
ÖNSÖZ	xiii
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	1
1.2 Kapsam	1
1.3 Yöntem.....	3
2. MİMARLIKTAKİ GÜNEŞ KONTROL SİSTEMLERİ.....	4
2.1 Mimarlıkta Güneş Kontrol Yöntemleri.....	4
2.1.1 Mimarlıkta Güneş Kontrolünün Kısaca Geçmişi	4
2.1.2 Güneş Enerjisi, Özellikleri ve Dünya Üzerindeki Etkileri.....	8
2.1.3 Mimarlıkta Güneş Kontrolünün Temel İlkeleri ve İklimsel Konfor Koşulları	9
2.1.4 Güneş Durumunun Bağlı Olduğu Faktörler	11
2.1.5 Güneş Işınlamalarının Geometrik Yapısı ve Güneş Açıları	12
2.1.5.1 Esas Güneş Açıları.....	14
2.1.5.2 Türetilen Güneş Açıları.....	16
2.1.5.3 Eğik Düzlem Güneş Açıları	17
2.1.6 Güneş Kontrolünde Kullanılan Gölge Analiz Metodları	18
2.1.7 Gölge Analiz ve Güneş Kontrol Yazılımları.....	28
2.1.7.1 Amethyts Shadow FX Yazılımı	28
2.1.7.2 Sun Path Yazılımı	33
2.1.7.3 Build it Solar Yazılımı Analiz Kodları	36
2.1.8 Güneş Kontrol Araçları.....	37
2.2 Kinetik Güneş Kontrol Sistemleri	58
2.2.1 Kinetik Kelimesi Tanımlamaları	58
2.2.2 Mimarlıkta Kinetizmin Kısaca Geçmişi	58
2.2.3 Tam, Yarı, Algıda Kinetik Mimarlık	61
2.2.4 Mimarlıkta Güneş Kontrolünde Kinetik Yaklaşımlar	65
2.3 Akıllı Kinetik Güneş Kontrol Sistemleri	67
2.3.1 Sürdürülebilirlik ve Çevreye Duyarlı Tasarım.....	67
2.3.2 Akıllı Binalar ve Ortaya Çıkış Süreçleri.....	68
2.3.3 Mimarlıkta Akıllı Kinetik Sistemler.....	69

2.3.4	Akıllı Kinetik Sistem Kontrol Tipolojileri.....	70
2.3.5	Akıllı Kinetik Sistem Girdi Araçları.....	73
2.3.6	Akıllı Kinetik Sistemlerin Güneş Kontrolünde Uygulamaları.....	74
2.3.7	Güneş Kontrolü Tipolojileri Karşılaştırma Tablosu	83
3.	AKILLI KİNETİK GÜNEŞ KONTROL SİSTEMİ ÖNERİSİ.....	85
3.1	Sistemin Projelendirme Aşamaları	85
3.1.1	Öneri Sistem Faydaları ve İlkeleri.....	85
3.1.2	Öneri Sistem Modeli ve Parametreleri.....	87
3.1.2.1	Sistem Açıkları	88
3.1.2.2	Türetilen Güneş Açılarında P1 ve P2 hesabı.....	92
3.1.3	Kontrol Sistemi.....	96
3.1.4	Girdi Aracı Seçimi	98
3.1.5	Hareket Ettirici Eleman Seçimi	101
3.1.6	Yüzey Malzeme Seçimi	102
3.1.7	Programlama	108
3.2	Sistemin Prototip ve Üç boyutlu Modelleme ile Denenmesi	111
3.2.1	Üç Boyutlu Model Üzerinde Mekansal Etkiler.....	111
3.2.2	Maket Üzerinde Çeşitli Gözlemler	130
3.2.3	DeneySEL Çalışma Sonuçları.....	138
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	140
	KAYNAKLAR.....	142
	ÖZGEÇMİŞ.....	145

SİMGE LİSTESİ

$P1$	Ana panel dönüş açısı
$P2$	Ara panel dönüş açısı
Ag	Güneş azimut açısı
Y	Güneş yükseklik açısı
S	Cephe sapma açısı

KISALTMA LİSTESİ

LCP	Laser Cut Panel
HOE	Holographic Optical Element
PV	Photovoltaic
ECBCS	Energy Conservation in Buildings and Community Systems

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Prototip çalışmaları	3
Şekil 2.1 Le Corbusier'in "La Maison des Hommes" adlı kitabından güneş çizimi. (Zeren, 1959).....	5
Şekil 2.2 Le Corbusier'in Carthage'daki yapısı. (Zeren, 1959)	5
Şekil 2.3 Rio de Jenerio'da Sağlık ve Milli Eğitim Bakanlığı. (Zeren, 1959).....	6
Şekil 2.4 Kuzey yarımküre 39° enlemi için gölge eğrileri (Sirel, 1991).....	7
Şekil 2.5 ParaSol yazılımının arayüzü.	7
Şekil 2.6 Dünyaya ulaşan Güneş ışıınımlarının dağılımı [2]	8
Şekil 2.7 Yansıtma, soğurma ve geçirme grafiği.....	9
Şekil 2.8 İstanbul ve çevresi için gölge hattı durumu (Elagöz, 1989).	10
Şekil 2.9 Bioklimatik grafik (Elagöz, 1989).	11
Şekil 2.10 Dünyanın Yörüngesel Hareketi (Timoçin, 2001).	13
Şekil 2.11 Güneş Hareketlerinin Yaz ve Kış Aylarında Durumu (Timoçin, 2001)	13
Şekil 2.12 Gökküre üzerinde güneş açıları (Timoçin, 2001)	14
Şekil 2.13 Deklinasyon açısının yıl boyunca değişimi (Timoçin, 2001).....	15
Şekil 2.14 Türetilen güneş açıları (Timoçin, 2001).....	16
Şekil 2.15 Eğik düzlem güneş açıları (Timoçin, 2001, Borand,1997).....	17
Şekil 2.16 ABD ılıman iklim bölgesi için Olgyay Bioklimatik Grafiği (Elagöz, 1989).	19
Şekil 2.17 Kuzey-doğu penceresi için tercih edilen sistem (Elagöz, 1989).....	19
Şekil 2.18 Bir kuzey-doğu penceresi için nomogram ve çeşitli geometrik çözümler (Elagöz, 1989).....	20
Şekil 2.19 Bekooy Metodu Analizleri (Elagöz, 1989).....	21
Şekil 2.20 Appelbaum ve Bany Metodu gölge analizleri (Elagöz, 1989).....	22
Şekil 2.21 Jones Metodu, gölge düzlemi, ışıınımların gölge düzlemini aşması, saçak ile üst başlık arasında kot farkı olması durumu (Elagöz, 1989)	23
Şekil 2.22 Düşey pencere, yatay saçak için gölge geometrisi (Elagöz, 1989).....	23
Şekil 2.23 45° Kuzey enlemi, bağıl genişlik 1 için Fi eğrileri (Elagöz, 1989)	24
Şekil 2.24 McCluney Metodu Analizleri (Elagöz, 1989)	25
Şekil 2.25 Yapının Kunic Metoduyla elde edilen saatlik gölgeleri (Elagöz, 1989)	26
Şekil 2.25 Walton algoritmasıyla elde edilen gölge verileri (Elagöz, 1989)	26
Şekil 2.27 Budin Budin Metodu $\varnothing = 45^\circ$ ve yatay düzlem için gnomik eğrileri (Elagöz, 1989).....	27
Şekil 2.28 White Algoritması yatay projeksiyon ve gölge bileşenleri (Elagöz, 1989).....	28

Şekil 2.29 Shadow FX yazılımı yatay gölge profili arayüzü	29
Şekil 2.30 Shadow FX yazılımı düşey gölge profili arayüzü.....	29
Şekil 2.31 Shadow FX yazılımı düşey güneşkıranlar için gölge modeli arayüzü	30
Şekil 2.32 Shadow FX yazılımı yatay güneşkıranlar için gölge modeli arayüzü.....	31
Şekil 2.33 Shadow FX yazılımı 3 boyutlu gölge modeli arayüzü	31
Şekil 2.34 Shadow FX yazılımı güneş raporu	32
Şekil 2.35 Shadow FX yazılımı güneş hesaplayıcısı arayüzü	33
Şekil 2.36 Sun Path v3.2 yazılımı konum belirleme penceresi	34
Şekil 2.37 SunPath belirli bir tarih ve saat için güneş açıları hesabı penceresi	34
Şekil 2.38 Sun Path yazılımı gerçekzamanlı güneş açıları hesabı penceresi	35
Şekil 2.39 Sun Path yazılımı gündönümü ve ekinoks hesabı penceresi	35
Şekil 2.40 Sun Path yazılımı belirlenen güneş açıları için tarih ve saat hesabı penceresi	36
Şekil 2.41 Güneşkıran kanatlar . (Şerefhanoglu, 1999)	37
Şekil 2.42 Güneşkıran kanat kesitleri . (Şerefhanoglu, 1999).....	38
Şekil 2.43 Alüminyum güneşkıran kanatlar [3]	38
Şekil 2.44 Parkview Binası [3]	39
Şekil 2.45 Arlington İş Parkı [3]	40
Şekil 2.46 CEME Binası [3].....	40
Şekil 2.47 Rothermere Amerikan Enstitüsü [3]	41
Şekil 2.48 Aeogon Evi [3].....	42
Şekil 2.49 Oracle Binası [3]	43
Şekil 2.50 Greenwich Okulu [3].....	44
Şekil 2.51 Austrian, Roman ve Festoon Perdeler [3])	44
Şekil 2.52 İç mekanda perde etkisi [3].....	45
Şekil 2.53 Shadow FX düşey gölge profili çıktısı.....	45
Şekil 2.54 Rulolu ışık rafının mevsimlere bağlı durumu (Matusiak, 1998).....	46
Şekil 2.55 Seattle Adalet Mahkemesi [10].....	47
Şekil 2.56 Jaluzi kesiti 1 (Matusiak, 1998)	47
Şekil 2.57 Jaluzi kesiti 2 (Matusiak, 1998)	48
Şekil 2.58 LCP kesitleri ve detayı (Matusiak, 1998, ECBCS, 2000)	48
Şekil 2.59 LCP'nin çatı ışıklıklarında kullanımı (Matusiak, 1998)	49
Şekil 2.60a Serraglaze imalat aşamaları (Matusiak, 1998)	49
Şekil 2.60b Serraglaze kesitinde ışınımın kırılımı (Matusiak, 1998)	50
Şekil 2.61 Serraglaze cephede ışınımın davranışı ve iç mekan etkisi [11]	50
Şekil 2.62 LIF sistem kesiti [12]	51

Şekil 2.63 Düz cam yüzeyin LIF sistem ile karşılaştırılması (Matusiak, 1998)	51
Şekil 2.64 Prizmatik panel kesiti (Matusiak, 1998).....	52
Şekil 2.65 Anidolik sistem kesiti (Matusiak, 1998)	52
Şekil 2.66 Caisse-Conge Binası cephesinde anidolik elemanlar [13]	53
Şekil 2.67 HOE sistem kesiti (Matusiak, 1998)	53
Şekil 2.68 Kinetiğin mekanik içerisindeki yeri	58
Şekil 2.69 TeePee Evi Kurulum Aşamaları (Gönenç, 2004)	59
Şekil 2.70 Shadow FX güneş raporu	59
Şekil 2.71 Hareket eden şehir [16]	60
Şekil 2.72 Düşük enerji demo binası [15]	61
Şekil 2.73 Oluklu propilen barınak [14]	62
Şekil 2.74 Blur Building [17]	63
Şekil 2.75 Dönen Ev (Gastite, 2004)	63
Şekil 2.76 Alamillo Köprüsü tasarım sürecinde Calatrava karikatürü (Anne 2002).....	64
Şekil 2.77 Alamillo Köprüsü strüktürel analizi (Anne 2002)	64
Şekil 2.78 Güneşli cam yüzeyin zamana bağlı değişimi)	65
Şekil 2.79 Devrimci Kubbeler (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004).....	66
Şekil 2.80 Caltrans Distrist 7 Headquarters Binası (Sullivan 2006).....	66
Şekil 2.81 Akıllı binaların gelişimi süreci.....	68
Şekil 2.82 Sürdürülebilirlik ve kinetik mimarlık arasındaki ilişki	69
Şekil 2.83 Doğrudan Kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000).....	70
Şekil 2.84 Dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)	71
Şekil 2.85 Duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)	71
Şekil 2.86 Çoklu duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000).....	72
Şekil 2.87 Aynı anda her yerde olan çoklu duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000).....	72
Şekil 2.88 Kendi kendine öğrenebilen çoklu duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000).....	73
Şekil 2.89 Hertfordshire Üniversitesi [3]	75
Şekil 2.90 Devonshire Binası [3].....	76
Şekil 2.91 Sheffield Milenyum Galerisi [3].....	77
Şekil 2.92 Moderating Skylight ağında panellerin hareketi (Fox., Bryant, Yeh, 2000)	77
Şekil 2.93 Moderating Skylight hücre detayı (Fox., Bryant, Yeh, 2000)	78
Şekil 2.94 Omurga konsepti çatı maketi (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001).....	78
Şekil 2.95 Omurga Konsepti, kış günü pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox 2001) ...	79

Şekil 2.96 Omurga Konsepti, kış gecesi pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001) .	79
Şekil 2.97 Omurga Konsepti, yaz günü pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001) ..	80
Şekil 2.98 Omurga Konsepti, yaz gecesi pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)	80
Şekil 2.99 Omurga Konsepti perspektifi (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)	81
Şekil 2.100 Kinetik çatı malzeme detayı (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)	81
Şekil 2.101 Aurora Place [1]	82
Şekil 2.102 Aurora Place kinetik cephe detayı [1]	82
Şekil 2.103 Arizona Üniversitesi Biodesign Enstitüsü [1]	83
Şekil 3.1 Öneri sistem için düzlem-ışınım ilişkisi	85
Şekil 3.2 Kesit düzleminde ışınım doğrultuları ve gölgeleme elemanları	86
Şekil 3.3 Plan düzleminde ışınım doğrultuları ve gölgeleme elemanları)	86
Şekil 3.4 Öneri sistem ana ve ara düzlemler şeması.....	87
Şekil 3.5 Üçlü birim ve taşıyıcıya takılı üçlü birim.....	88
Şekil 3.6 Birinci aşama dönüşünü tamamlamış birim	89
Şekil 3.7 Türetilen güneş açılarıyla P1 değerinin ilişkisi.....	89
Şekil 3.8 P1 açısı kadar dönerek pozisyon değiştiren ana panel düzlemi.....	90
Şekil 3.9 P2 açısı kadar dönerek pozisyon değiştiren ara panel düzlemi	91
Şekil 3.10 İkinci aşamayı tamamlayan birim	92
Şekil 3.11 Güneş ve panel açıları	92
Şekil 3.12 P1 ve P2 hesaplamaları.....	93
Şekil 3.13 Güneye bakmayan sistem için güneş ve panel açıları	94
Şekil 3.14 Güneye bakmayan sistem için P1 ve P2 hesaplamaları	95
Şekil 3.15 Öneri sistem kontrol organizasyonu.....	98
Şekil 3.16 Sun program kodlarından bir bölüm [9].....	99
Şekil 3.17 Çevrimiçi sunposition güneş azimut ve güneş yükseklik açıları arayüzü [18].....	100
Şekil 3.18 Çevrimiçi sunposition güneş azimut ve güneş yükseklik açıları arayüzü [18].....	100
Şekil 3.19 Adım motor (Deniz, 2006)	102
Şekil 3.20 Güneş pili.....	106
Şekil 3.21 15cm x 15cm ara panel boyutları iç mekan etkisi ve kesiti.....	107
Şekil 3.22 30cm x 30cm ara panel boyutları iç mekan etkisi ve kesiti.....	107
Şekil 3.23 60cm x 60cm ara panel boyutları iç mekan etkisi ve kesiti.....	108
Şekil 3.24 Unipolar adım motoru [19]	109
Şekil 3.25 Unipolar adım motoru sürücü devresi [19].....	110
Şekil 3.26 Deney mekanı detay perspektifi	111
Şekil 3.27 Deney mekanı kapalı panel etkisi	112

Şekil 3.28 Deney mekanı açık panel etkisi	112
Şekil 3.29 Bina yönelimi.....	113
Şekil 3.30 1 Ağustos 2006 günü boyunca Ankara için Sunposition arayüzünde güneş açıları.....	113
Şekil 3.31 Saat 9:00'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi	114
Şekil 3.32 Saat 9:00 da öneri sistem takılı iç mekan etkisi	115
Şekil 3.33 Saat 9:00'da öneri sistem takılı dış mekan etkisi	115
Şekil 3.34 Saat 14:00'de güneş kontrolsüz iç mekan etkisi	116
Şekil 3.35 Saat 14:00 de öneri sistem takılı iç mekan etkisi	117
Şekil 3.36 Saat 14:00'de öneri sistem takılı dış mekan etkisi	117
Şekil 3.37 Saat 17:30'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi	118
Şekil 3.38 Saat 17:30'da öneri sistem takılı iç mekan etkisi.....	119
Şekil 3.39 Saat 17:30'da öneri sistem takılı dış mekan etkisi	119
Şekil 3.40 Bina yönelimi 2.....	120
Şekil 3.41 Ankara'da bazı tarihler için saat 12:00'deki güneş açıları	120
Şekil 3.42 1 Aralık 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi	121
Şekil 3.43 Deney mekanı detay perspektifi]	122
Şekil 3.44 1 Mart 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi	123
Şekil 3.45 1 Mart 2006'da öneri sistem takılı iç mekan etkisi	123
Şekil 3.46 1 Haziran 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi.....	124
Şekil 3.47 1 Haziran 2006'da öneri sistem takılı iç mekan etkisi	125
Şekil 3.48 1 Eylül 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi.....	126
Şekil 3.49 1 Eylül 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi.....	126
Şekil 3.50 Doğu-Batı doğrultulu (güneye bakan) deney hacmi iç mekan etkisi	127
Şekil 3.51 K.Doğu-G.Batı doğrultulu (güneydoğuya bakan) deney hacmi iç mekan etkisi..	128
Şekil 3.52 G.Doğu-K.Batı doğrultulu (güneybatıya bakan) deney hacmi iç mekan etkisi....	129
Şekil 3.53 Gözlem araçları	130
Şekil 3.54 27 Ağustos 2006, İstanbul, 06:45, sapma=0° etkileri	131
Şekil 3.55 Ağustos 2006, İstanbul, 06:45, sapma=45° etkileri	131
Şekil 3.56 27 Ağustos 2006, İstanbul, 06:45, sapma=-45° etkileri	131
Şekil 3.57 27 Ağustos 2006, İstanbul, 10:00, sapma=0° etkileri	132
Şekil 3.58 27 Ağustos 2006, İstanbul, 10:00, sapma=45° etkileri	132
Şekil 3.59 27 Ağustos 2006, İstanbul, 10:00, sapma=-45° etkileri	132
Şekil 3.60 27 Ağustos 2006, İstanbul, 13:05, sapma=0° etkileri	133
Şekil 3.61 27 Ağustos 2006, İstanbul, 13:05, sapma=45° etkileri	133

Şekil 3.62 27 Ağustos 2006, İstanbul, 13:05, sapma=-45° etkileri	133
Şekil 3.63 27 Ağustos 2006, İstanbul, 16:00, sapma=0° etkileri	134
Şekil 3.64 27 Ağustos 2006, İstanbul, 16:00, sapma=45° etkileri	134
Şekil 3.65 27 Ağustos 2006, İstanbul, 16:00, sapma=-45° etkileri	134
Şekil 3.66 27 Ağustos 2006, İstanbul, 19:30, sapma=0° etkileri	135
Şekil 3.67 27 Ağustos 2006, İstanbul, 19:30, sapma=45° etkileri	135
Şekil 3.68 27 Ağustos 2006, İstanbul, 19:30, sapma=-45° etkileri	135
Şekil 3.69 Panel renkleri etkileri 1	136
Şekil 3.70 Panel renkleri etkileri 2	136
Şekil 3.71 Panel renkleri etkileri 3	136
Şekil 3.72 Saat 6:30 PV voltajları.....	137
Şekil 3.73 Saat 10:00 PV voltajları.....	137
Şekil 3.74 Saat 13:05 PV voltajları.....	137
Şekil 3.75 Saat 19:30 PV voltajları.....	138

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 1	54
Tablo 2.2 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 2	55
Tablo 2.3 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 3	56
Tablo 2.4 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 4	57
Tablo 2.5 Güneş kontrolü tipolojileri karşılaştırması	84
Tablo 3.1 Kontrol sistemi karşılaştırma tablosu	97
Tablo 3.2 Girdi aracı seçimi için karşılaştırma tablosu	101
Tablo 3.3 Yüzey malzeme seçimi karşılaştırması 1	103
Tablo 3.4 Yüzey malzeme seçimi karşılaştırması 2	104
Tablo 3.5 Unipolar motorun 4 adım sürülmesi [19]	109
Tablo 3.6 200 adımlık Unipolar motorun 18° döndürülmesi	110
Tablo 3.7 27 Ağustos 2006, İstanbul için çeşitli panel açıları	130

ÖNSÖZ

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının hızla tüketilmekte olduğu, enerji krizlerinin sürekliliğini koruduğu, küresel ısınmanın doğal afetlerle kendini gösterdiği, ekolojik sistemin geri dönüşü mümkün olmayan bozulmaya uğradığı bir dönemde “insan” olarak çevre duyarlılığı kazanmak kaçınılmazdır. Gelecek kuşakların sağlıklı yaşam haklarını ellerinden almama arzusunun da ötesinde artık hayatı devam ettirebilmenin yolu sürdürülebilirlik düşüncesi içerisinde yaşamaktır. İçinde bulunduğumuz tasarım dünyası içerisinde ise yapı üretim kullanım ve imha aşamalarının tümünde enerji kullanımını ve atık üretimini minimize ederken geri kazanımları maksimize edebilmek mesleki başarının çok önemli kriterleridir. Tasarım aşamasında belirli çevre duyarlı yaklaşımların kazanılmasıyla mümkün olabilecek bu girişimlerin büyük bir kısmını oluşturan mimarlıkta güneş kontrol düşüncesi sağladığı mekansal konforun yanı sıra yenilenebilir en büyük enerji kaynağımızın etkin kullanımıyla önemini arttırmıştır.

Yaşam boyu süren mimarlık eğitiminin içerisinde geniş yer ayırdığım güneş kontrol sistemleriyle yüksek lisans tezi çalışmasında içli dışlı olabilmek, bir sistem önerisiyle ilkelerini yakından tanıyabilme ve deneyebilme fırsatı bulabilmemin olumlu katkısını hissetmekteyim. Çalışmalarım süresince bana anlayışla destek olan tez danışmanım Öğr. Gör. Dr. Togan Tong’a, sürekli ve her konuda yardımlarını esirgemeyen eşim Yıldız’a, aileme ve arkadaşlarım Emrah Çetinkaya ve Bülent Okan’a teşekkür ederim.

ÖZET

Mekanlar içerisinde güneşten yararlanabilme beklentileriyle mimarlık tarihinin erken dönemlerinde ortaya çıkan güneş kontrol çabaları zaman içerisinde evrimleşerek ilkelerini ve teknolojisini küresel yenilikçi yaklaşımlar bağlamında geliştirmiştir. Yenilenebilir en büyük enerji kaynağımız güneşin ışıınımlarından faydalanırken zararlı etkilerinden korunabilmek, sürdürülebilir kalkınma düşüncesi kapsamında değerlendirilmesiyle yüksek verim elde etme zorunluluğu doğmaktadır. Hareketli korunma hedefi güneş, yeryüzündeki her nokta için tarihe, saate ve yönelimlere göre farklı durumlar oluşturmaktadır. Değişken güneş durumlarına uyum sağlama yeteneği olan kinetik güneş kontrol araçlarının bir üst seviyesinde korunma ve yararlanma aralığının maksimize edildiği, çevresel girdileri kendi kendine elde edip analizle verdiği kararla hareketli bileşenlerini kontrol edebilen akıllı kinetik güneş kontrol sistemleri kazandırdığı yüksek verimle sürdürülebilir kalkınmanın gereklerinden biri haline gelmektedir.

Bu çalışmada öneri bir sistem de dahil edilerek incelenen akıllı kinetik güneş kontrol sistemleri güneşle ilişkisini ilgilendiren parametreleri, girdi araçları, kontrol mekanizmaları, hareket ettiricileriyle açıklanmıştır. Sistem önerisinde gerçekleştirilen kıyaslamalar, maket ve sanal ortamda yapılan testlerle tasarım süreci içerisinde karşılaşılan problem ve çözüm alternatifleri yakından izlenmiştir. Amaçlanan böyle bir sistemin uygulanabilirliğinin elde edilen teorik ve pratik bilgiler bağlamında aranmasıdır.

Anahtar kelimeler: Akıllı kinetik güneş kontrol, kinetik güneş kontrol, mimarlıkta güneş kontrol, akıllı binalar, güneş açıları.

ABSTRACT

The sun control efforts which appeared in the early periods of the history of architecture with the expectations of benefiting from sun in the places have evolved within the course of time and developed its principles and technology in the concept of the global innovative approaches. Evaluating the matter, in the coverage of sustainable development opinion, of getting protected its unwanted effects while benefiting from the rays of sun which is our most important renewable energy source, the obligation of obtaining a high productivity occurs. The sun which is the moving protection target forms different situations according to the date, hour and directions for every point in the world. It becomes one of the requirements of the sustainable development with which the range of protection and benefiting at an upper level of the kinetic solar control equipments which have the ability of adapting with the variable sun situations is maximized; the environmental inputs are automatically obtained and can control the moving components with the decision given with analysis.

In this study, with the inclusion of a suggested system, the smart kinetic sun control systems examined; their parameters which are related for the relationship with sun, the input tools, control mechanisms and the movement providers. The comparisons which are made in the system suggestion were closely followed with the problem and solution alternatives which were encountered within the design period with the tests carried out in the model and virtual environment. What is targeted is to search the feasibility of such a system in the context of the theoretical and practical information obtained.

Keywords: Intelligent kinetic solar control, kinetic solar control, solar control in architecture, smart buildings, sun angles.

1. GİRİŞ

1.1 Amaç

“Akıllı kinetik güneş kontrol sistemi önerisi” konulu tezde, sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlı tasarım yaklaşımları içerisinde şekillenen akıllı kinetik tipolojilerin güneş kontrol problemlerine üretebileceği cevaplar sorgulanmaktadır. Mimarlık tarihinin erken dönemlerinde ortaya çıkan güneş kontrolü düşüncesinin gelişim sürecinin, geçmişi ve bugünüyle incelenmesiyle, gelişen ve kullanımı yaygınlaşan ileri teknolojinin gelenekselden modern sistemleri elde etmesi yenilikçi ilkeleriyle görülmektedir.

İnsan merkezli ve kimi zaman keyfi mekansal düzenlemeleri engelleyerek, çevreyle uyum içerisinde var olabilmek ilkesiyle ortalama insan fizyolojisinin yalnızca gereklerini sağlayan akıllı kontrol sistemlerin olası çıktısı mimari hareketin, devingen güneş durumları karşısında uyum sağlayabilirliğe katkısı güneş kontrolünün güncel sorunu olmaktadır. Günümüzün küresel enerji ve ekoloji sorunları karşısındaki ortak çevreci tavrı, mimarlığın çeşitli alanlarında kendini göstermektedir. Akıllı sistemlerin mimari yansımaları içerisinde, bina kullanım ve üretim adımlarında yüksek enerji tüketimlerini azaltmaya yönelik kullanımların önde gelenlerinden yenilikçi etkin güneş kontrol yöntemlerinin, karmaşık gezegen yörünge geometrisi ve çok parametreliliği değişken güneş durumları içerisinde, hangi yöntemlerle bileşenlerinin etkinliğini arttıracakları tezin temel arayışlarından biridir. Sistemlerin hangi yöntemle elde edileceği girdilerle, hangi adımlarla işleyip kullanılabilir hareket bilgisi haline getirip kinetik bileşenleriyle etkinliğini arttırabileceği incelemeleriyle alternatifler geniş kapsamlı algılanabilmektedir.

Bütün bu incelemelere ek olarak getirilen öneri, etkin bir güneş kontrol sistemi tasarımıyla izlenen yollar ve karşılaşılan problemlere getirdiği çözüm önerileriyle akıllı kinetik güneş kontrol düşüncesini anlamaya ve anlatmaya yönelik faydalı bir araç olmakla birlikte deneysel bir alternatif arayışdır da. Tartışılan çalışma ilkeleri yanında mekansal ve ekolojik etkilerinin sanal ortam ve prototip üzerinde deneyerek güneş kontrol geçmişiyle kıyaslanması söz konusu metodların evrimi içerisinde bulunduğumuz ve bulunacağımız noktaların ipuçlarını vermektedir.

1.2 Kapsam

Tez kapsamında akıllı kinetik güneş kontrolü sistemleri, geleneksel güneş kontrolünün

gelişimi süreci sonucunda ele alınmıştır. Kolonadlar ve avlulardan değişim göstererek güneş kıran elemanlara dönüşerek, Le Corbusier'in "güneşkırıcı"larıyla canlanan modern güneş kontrol düşüncesinin mimarlıkta kinetizmle kesişimi, bunun ardında da akıllı sistem tipolojileri içerisindeki hareketli elemanlarla bulunduğu yeni anlamlara değinilmiştir.

Güneş kontrolünde kullanılan güneş durumu ve gölge analiz metodlarının incelenmesiyle çeşitli değişkenlere bağlı farklılaşmaların analizi ve bunlara bağlı güneş kontrol araç yapılarının değişimi görülmüştür. Öneri sistem için gerekli referansları da içeren bu metodların bir üst seviyedeki karşılıkları olan kullanıcı dostu arayüzlere sahip bilgisayar yazılımlarının incelenen birçok tür güneş kontrol aracı için analitik bilgi sağladığı görülmüştür.

Statik elemanlarla gerçekleştirilen kontrolün yetersizliği belirtilmiş ve mimarlıkta kinetizm kapsamına giren uygulamalar değerlendirilmiştir. Hedefi hareketli olan bir kontrol uygulamasının hareketli bileşenlerle etkinleştirilebileceği, gün içerisindeki ısınım durumu örneklenerek görülmüştür. Sürdürülebilir, çevreye duyarlı tasarım yaklaşımlarına sahip akıllı sistem tipolojileri girdi elemanları ve kontrol mekanizmalarıyla incelenerek kinetik güneş kontrolünde uygulama alanları örneklenmiştir.

Öneri sistemin projelendirme aşaması, söz edilen bilgiler dahilinde akıllı kinetik güneş kontrol sistemi tasarımında karşılaşılan problemlere çeşitli çözüm önerilerinin değerlendirildiği, ortaya çıkan modelin bilgisayarlı üç boyut ve maket yardımıyla denendiği açıklayıcı bölüm olmuştur.

Herhangi yer, yön ve zaman değişkenleri içerisinde sürekli yüksek etkinlik sağlamak ilkesinden hareketle sistemde gölgeleme elemanı geometrisi çift aks üzerinde dönüş yapabilen, üç boyutlu hareket kabiliyetine sahip düzlemler olmuştur. Parametreleri doğrultusunda ışınlara dik doğrultulu düzlem oluşturmayı amaçlayan sistemin panel açıları, türetilen güneş açılarından yararlanılarak formüleleştirilmiştir. Hesaplama için türetilen güneş açılarına ihtiyaç duyan sistemin girdi elemanı alternatiflerinden hazır yazılımlar, hareket ettirici olarak adım motorları tercih edilerek duyarlı dolaylı bir kontrol önerilmiştir. Maket üzerinde yapılan çalışmalarla motorların yük aktarımlarında, denge mekanizmalarında çeşitli problemlerle karşılaşılmakla birlikte sistemin uygulanabilirliği ve mekansal etkileri bağlamında ihmal edilmesi uygun görülmüştür. Elde edilen maket ve üç boyutlu model yardımıyla deney mekanı olarak seçilen Ankara'da bulunan bir bina için çeşitli zaman ve yönlerde sistemin etkileri incelenmiştir. Gün içerisindeki farklı saatler, yıl içerisindeki farklı

günler ve farklı cephe yönelimleri karşısında iç ve dış mekan etkileri sanal ortamda incelenmiştir. Maket üzerinde malzeme etkileri, panel yüzeyine yerleştirilmesi önerilen güneş pillerinin yönelimlere göre etkileri, İstanbul’da belirli bir gün içerisinde gözlemlenerek fotoğraflanmıştır.

Sonuç olarak böyle bir sistemin uygulanabilirlik sınırları, sorunları, artıları, eksileri, mekansal ve ekolojik boyutları, güneş kontrol yöntemleri gelişim süreci bağlamında değerlendirilmiştir.

1.3 Yöntem

Güneş kontrolü, kinetik ve akıllı kinetik yaklaşımlara dair yayınların taranmasıyla elde edilen teorik bilgi, uygulama örnekleriyle incelenerek model önerisi için altyapısı oluşturmuştur. Model önerisi projelendirmesinde alternatiflerin elde edilmesi ve seçilmesi aşamalarında karşılaştırmalardan yararlanılarak uygun çözümler aranmıştır. Akıllı sistemin her bir bileşeni tüm olasılıklarıyla değerlendirilmiştir. Sistem girdisi ve çıktısı için elde edilebilen araçlar deneylerle incelenirken diğer alternatifler güncel kaynaklardan alınan bilgilerle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sistem taslağı maket çalışmalarıyla test edilerek mekanik problemlerinin yanı sıra malzeme etkilerinin anlaşılması açısından faydalı olmuştur. Karşılaşılan mekanik ve panel malzemesine bağlı sorunlar ihmal edilerek sistemin uygun koşullarda uygulanabilirliği sorgulanmıştır. Üç boyutlu sanal ortamda, 3D Studio Max programında modellenen sistem, iç ve dış mekan etki testlerine tabi tutularak panel geometrileri ve malzemeleri karşılaştırılmıştır. Ortaya çıkan sonuç tablosunda öneri sistemin, olumlu ve olumsuz yönleriyle güneş kontrol sistemleri gelişimindeki yeri tartışılmıştır.



Şekil 1.1 Prototip çalışmaları

2. MİMARLIKTA GÜNEŞ KONTROL SİSTEMLERİ

2.1 Mimarlıkta Güneş Kontrol Yöntemleri

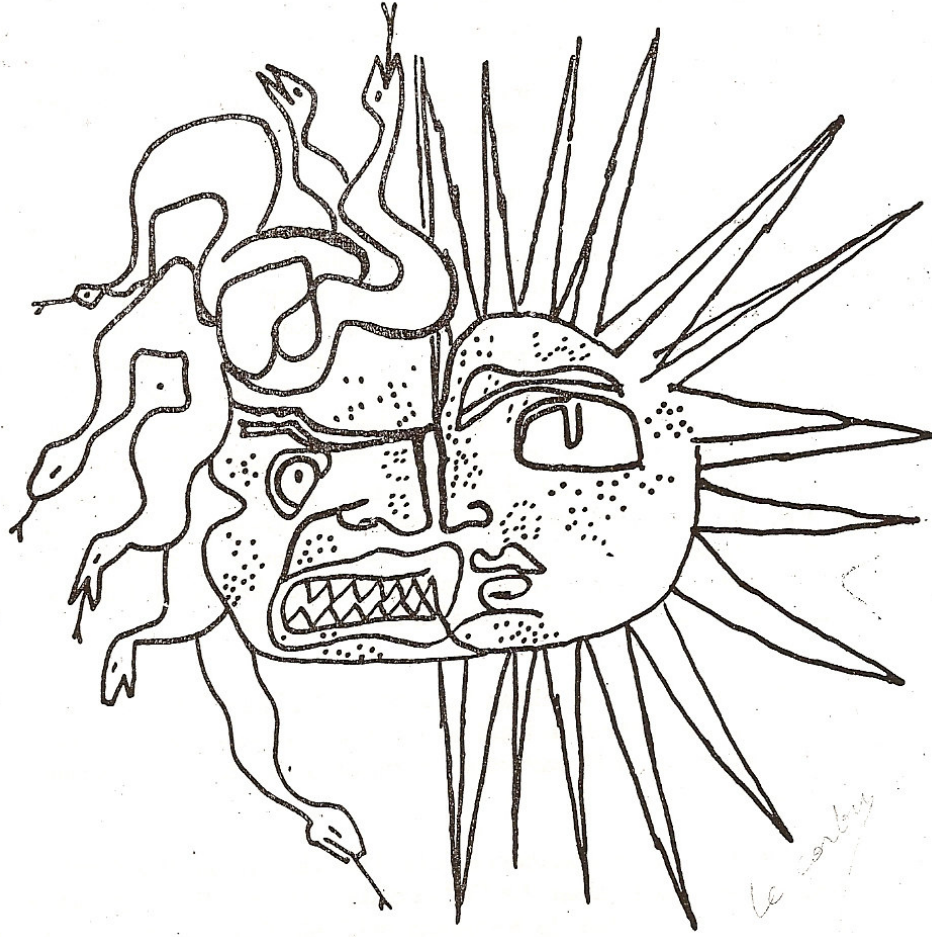
2.1.1 Mimarlıkta Güneş Kontrolünün Kısaca Geçmişi

Mimarlık tarihi boyunca güneşten mekan içerisinde yararlanma amaçlı yapı elemanları, yapı açıklıkları inşaat prensipleri çerçevesinde evrimleşmiştir. Erken dönemlerde ışığın içeri alınması amacıyla oluşturulabilen oldukça küçük açıklıklar zaman içerisinde, güneş radyasyonlarının D vitamini kaynağı olması, aydınlatıcı etkisi, ısıtıcı etkisi, ventilasyonu kolaylaştırması, konveksiyon akımları oluşturması, mikrop öldürücülüğü, olumlu psikolojik etkileri gibi nedenlerle genişlemeye ve sayıca artmaya yönelik geliştirilmişlerdir. Ancak faydaları bu kadar hissedilen, huzur ve psikolojik rahatlık veren güneş ışınlamaları kimi zaman da çekilmez olmuştur. Kış aylarında ihtiyaç duyulan güneşin iç mekanlara taşınmasını sağlayan açıklıkların yaz aylarındaki yakıcı ve bunaltıcı etkisi mimarlıkta güneş kontrolü kavramını ortaya çıkarmıştır.

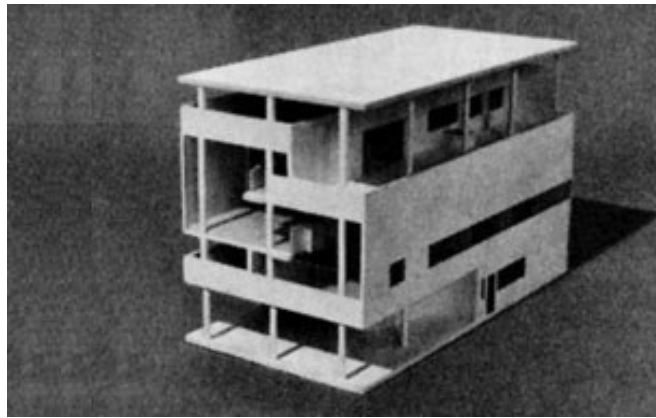
Mısır ve Yunan medeniyetleri döneminde binalar açık renklere boyanarak kolonadlarla çevrelenmekteydi. Romalılar atriumlarla buna çare ararken, sıcak iklimli coğrafyalarda dar sokaklarla gölgeleme metodları geliştirilmişti. Yakın geçmiş zamana doğru bunlara ek olarak avlular, geniş saçaklar, kafesler geliştirilerek uygulanmaya başlandı. Bu arayışlar sürecinde Türk evlerinde kullanılan pencere kafesleri gibi pek çok gölgeleme aracı ise iç sıkıcı ve başarısız bulunarak söküldü.

Doğayla iç mekan ilişkisi kuvvetlendirilirken güneşin zararlı etkilerden korunmak 20. yüzyılın ilk çeyreğinde Le Corbusier'in çalışmalarına da konu olmuştur. (Şekil 2.1) “La Maison des Hommes” adlı kitabında yer verdiği deseninde güneşi iki farklı yönüyle ifade etmiştir. Bize karşılıksız iyiliğini esirgemeyen vazgeçilmez masum bir dost, diğer yandan yılan başlı ışınlarıyla başımıza dert olan bir kötü ruh.

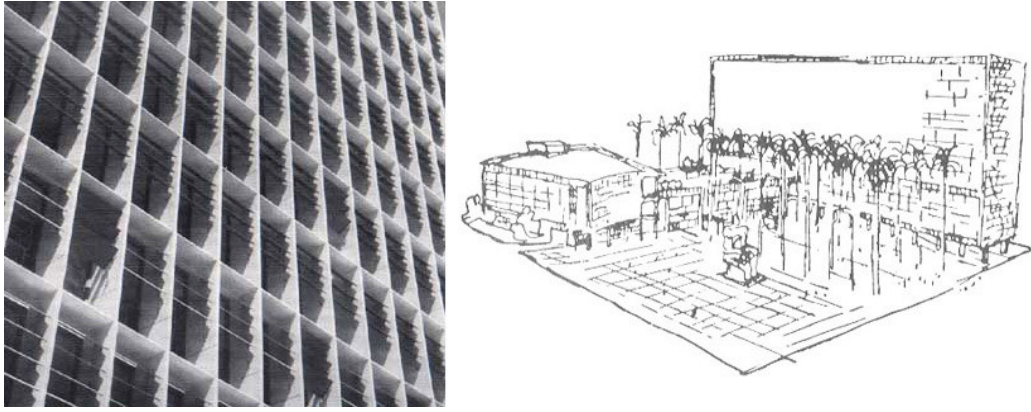
Le Corbusier 1921'den itibaren çeşitli denemeler yapmış, güneş kontrol araçlarının strüktürel elemanlar olarak kullanması konusunda uğraş vermiştir. 1928 yılında Tunus, Kartaca' da (Carthage) inşa ettiği yapıda (Şekil 2.2) “Güneş-kırıcıları” adını verdiği yatay çıkmalar kullanmıştır. Cezayir'de bir apartman projesinde kendisinin de mimari gelişiminde önemli bir nokta olarak gördüğü bir keşfi, yatay kanatların eğik gelen güneş güneş ışınlarına karşı etkisiz kalmakta olduğudur. Bu doğrultuda güneş kırıcıları fikrini ötelere götürerek çeşitli formlar geliştirmiştir.



Şekil 2.1 Le Corbusier'in "La Maison des Hommes" adlı kitabından güneş çizimi. (Zeren, 1959)



Şekil 2.2 Le Corbusier'in Carthage'daki yapısı. (Zeren, 1959)



Şekil 2.3 Rio de Jenerio’da Sağlık ve Milli Eğitim Bakanlığı. (Zeren, 1959)

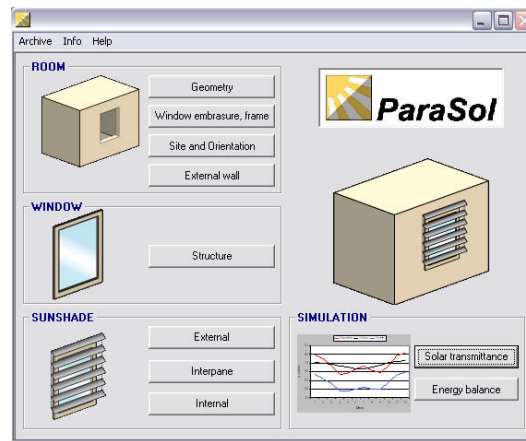
Şekil 2.3’de Le Corbusier’in 1936 yılında Rio de Jenerio’da bazı yerli mimarlarla birlikte tasarladığı Sağlık ve Milli Eğitim Bakanlığı binasında düşey ve yatay güneş kırıcıları birlikte kullanılmıştır.

Modern mimarlık döneminde oldukça yaygınlaşan strüktürel güneş kontrol arayışları dünyanın pek çok yerinde tasarımcılar tarafından yeni uygulamalarla sürdürülmüş, yeni ve faydalı bir çok form keşfedilmiştir.

Mimarlıkta güneş kontrol yöntemleri ve araçlarında uzun yıllar kullanılan deneme yanılma metodları 20. yüzyılın ikinci yarısında yerini bilimsel hesaplamalara bıraktı. Güneş ve dünya ilişkisinin matematikselleştirildiği, parametrelere indirgenip formüller haline getirildiği hesap yöntemleri yaygınlaşarak tasarım dünyasının kolay kullanımına sunuldu. Artık deneme yanılma sürecine ihtiyaç duyulmadan bazı geometrik hesaplamalarla güneşin pozisyonları ve gölgeleme geometrileri önceden bilinebilmekteydi. (Zeren, 1959)

Örneğin “Gölge Eğrileri” adını verilen yöntemle dünyanın belirli bir noktasında dikey yerleştirilen bir çubuk gölgesinin yıl boyunca izlediği yol teknik çizim haline getirilmiş yerel mimarların güneş kontrol problemlerinde temel kaynağı oluvermiştir. Mimar standart çizim araçları dışında başka herhangi bir şeye gereksinim duymadan gölgeleme hesaplamalarını yapabilmektedir. Şekil 5’de 39° enlemi için hazırlanmış gölge eğrileri görülmektedir. (Sirel, 1991)

Günümüzde, 21. yüzyılın ilk yıllarında bilgisayar teknolojisinin ilerlemesiyle karmaşık geometrik problemleri hızlı ve kolay hesaplayabilen Güneş Kontrol Yazılımları tasarımcıların üzerine düşen yükü hafifletmiştir. Panel boyutlandırması, açılandırmasında, malzeme seçimlerine yönelik birçok yazılım üretilmekte ve kullanılmaktadır. Şekil 6'da Parasol adlı yazılımın arayüzü görülmektedir. ParaSol tarif edilen mekan ve gölgeleyici önlemler bilgisini kullanıcıdan alarak belirli bir zaman ve mekan için güneş simülasyonu yaparak performans grafikleri çıktısı vermektedir [5].

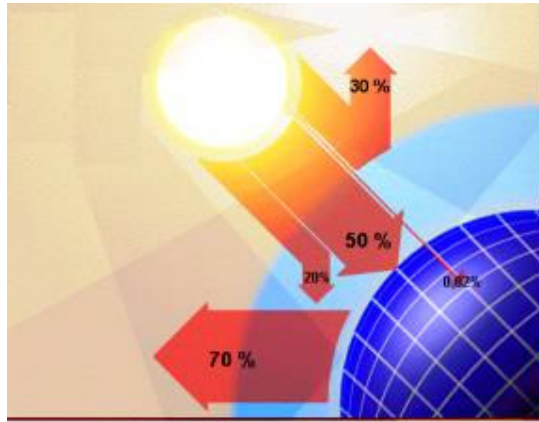


Konuyla ilgili yazılım teknolojileri ilerlerken diğer bir yandan güneş radyasyonunu tüm özellikleriyle ele alan bilimsel çalışmalarla yüksek teknolojiyi yapı malzemeleri geliştirilmektedir. Reflekte, yarı reflekte, renkli, yön seçici camlar, thin film fotovoltaik

hücreleri gibi malzemeler artık güneş ışıınımlarını yapının istenilen herhangi bir yerinde kontrol edebilirken bir yandan enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik faydalar da sağlayabilmektedir. Tüm bu yeni malzemelerin yaygınlaşabilmesi, maliyetlerinin düşürülebilmesi, yazılımlar aracılığıyla akıllı sistemler haline getirilebilmesi günümüzün Güneş Kontrol çalışmalarının en önemli problemleridir. Yapı tarihi kadar eskiye dayanan güneşi kontrol altına alarak yararlanabilme düşüncesi evriminde akıl kazanma ve otomatikleşme aşamasında hızlı bir gelişim içerisinde.

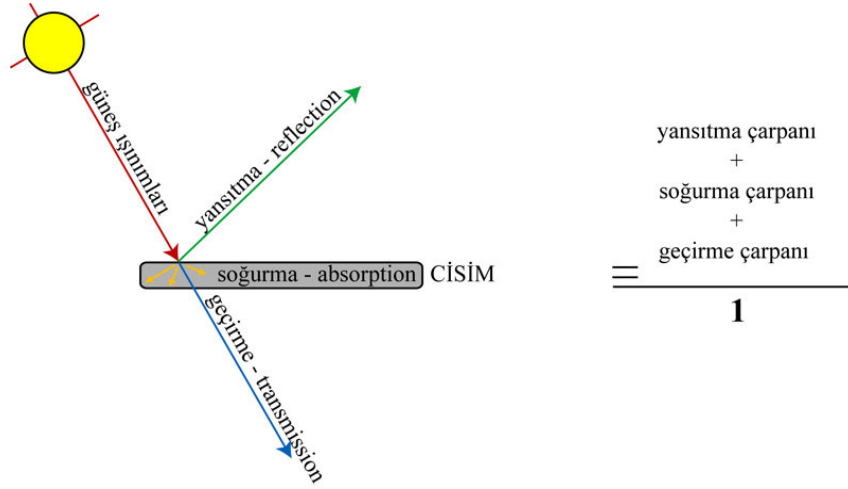
2.1.2 Güneş Enerjisi, Özellikleri ve Dünya Üzerindeki Etkileri

80000 ışık yılı çapındaki galaksimizin merkezinden yaklaşık 27000 ışık yılı uzaklıkta, galaksi düzlemine 100 ışık yılı bir mesafenin içinde bulunan güneş 1390000 km' lik görünen çapıyla yaklaşık 4 haftada bir kendi etrafında döner. Çok yoğun ve sıcak gazlardan meydana gelmiştir. Açığa çıkardığı enerjinin kaynağı çekirdeğinde meydana gelen füzyon sürecinde Hidrojen gazının Helyum'a dönüşmesi sonucundadır ve Dünya atmosferi dışında yaklaşık sabit 1370 W/m², yeryüzünde 0-1100 W/m² değerleri arasındadır. Güneşten ortalama 1.495985×10^8 km uzaklığındaki gezegenimize ulaşan Güneş ışıınımlarının %30'u atmosfer tarafından geri yansıtılırken, %20'si ise bulutlar ve atmosferde tutulur ve kalan %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Yeryüzünde rüzgar hareketleri, okyanus dalgalanmaları, fotosentez gibi canlı hayatın vazgeçilmez doğa olayları bu enerjiyle mümkün olabilmektedir. [2]



Şekil 2.6 Dünyaya ulaşan Güneş ışıınımlarının dağılımı [2]

Yeryüzüne ulaşan ışıınımlar cisimlere ulaştığında üç durum söz konusudur. Işıınımların bir kısmı cisim tarafından yansıtılır, bir kısmı geçirilir ve bir kısmı da soğurulur. Malzemelerin farklı yansıtma, geçirme ve soğurma çarpanları vardır ve bu çarpanlar toplamı 1'e eşittir.



Şekil 2.7 Yansıtma, soğurma ve geçirme grafiği.

2.1.3 Mimarlıkta Güneş Kontrolünün Temel İlkeleri ve İklimsel Konfor Koşulları

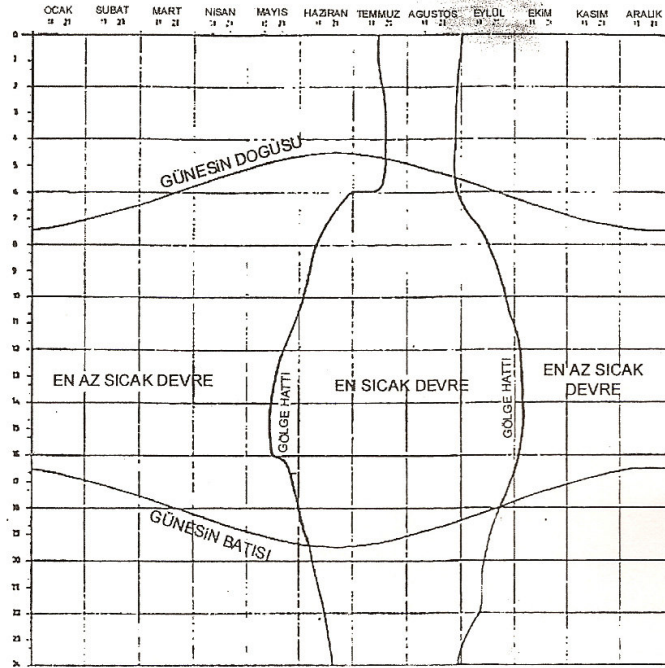
Mekanlar içerisinde bir eylem gerçekleştirmekte olan insanın bedensel ve zihinsel performansının istenilen düzeyde olabilmesi mekan içerisindeki iklimsel konfor koşullarının elde edilmesi gereklidir. İklimsel çevre ve yapma faktörlerin sonuç olduğu iç hava sıcaklığı, iç hava nemliliği, iç hava hızı ve ortalama ışımsal sıcaklık gibi değerler insana etki eden iklimsel konfor koşullarındandır. İklimsel çevre faktörleri, Bina dışı çevre iklim elemanları, güneş ışıması, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği, rüzgar olarak sayılabilmektedir. Yapma Çevre faktörleri ise belirli dönemlerde iklimsel konforun sağlanabilmesi için kullanılan ek sistemler olarak düşünülebilir. Hacim içerisinde bir insanın yılın herhangi bir döneminde iklimsel konforda olabilmesi için iç bağıl nemlilik ve hava hareketleri belirli sınırlar dahilinde kalmak şartıyla, belirli bir hava sıcaklığının ve bu hava sıcaklığına bağlı belirli bir ortalama ışımsal sıcaklığın elde edilmesi zorunludur. (Timoçin, 2001)

Yapı açıklıklarında yüzeylerin geçirgenliğiyle hacim içerisine doğrudan giren güneş ışıınımları cisimler üzerinden dalga boyu değişerek yansır, dolayısıyla girdiği cam yüzeylerden dışarı çıkamaz ve ser etkisi oluşturur. Ser etkisi ve doğrudan ulaşan güneş radyasyonu sonucunda hacimde hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklıkta artış meydana gelir. Bu artış sağlanmak istenen iklimsel konfor koşullarını olumsuz yönde etkiler. Denetimsiz ışıınımlar hacimde fazla ısı yükü oluştururken soğutma yükünü de artırır. Aynı zamanda hacimde büyük ışııklılık ve aydınlık ayırmalarının olmasına neden olarak görsel konforu da olumsuz yönde etkiler. Doğrudan gelen ışıınımların deri üzerinde de olumsuz etkileri de vardır. Güneş ışıınımları uzun (infrared) ve kısa dalgalardan (UV-A, UV-B, UV-C) oluşmaktadır. Dalga boyu 320-380 nm olan UV-A ışıını derinin derin tabakalarına, dermise ulaşır ve yayılır. Dalga

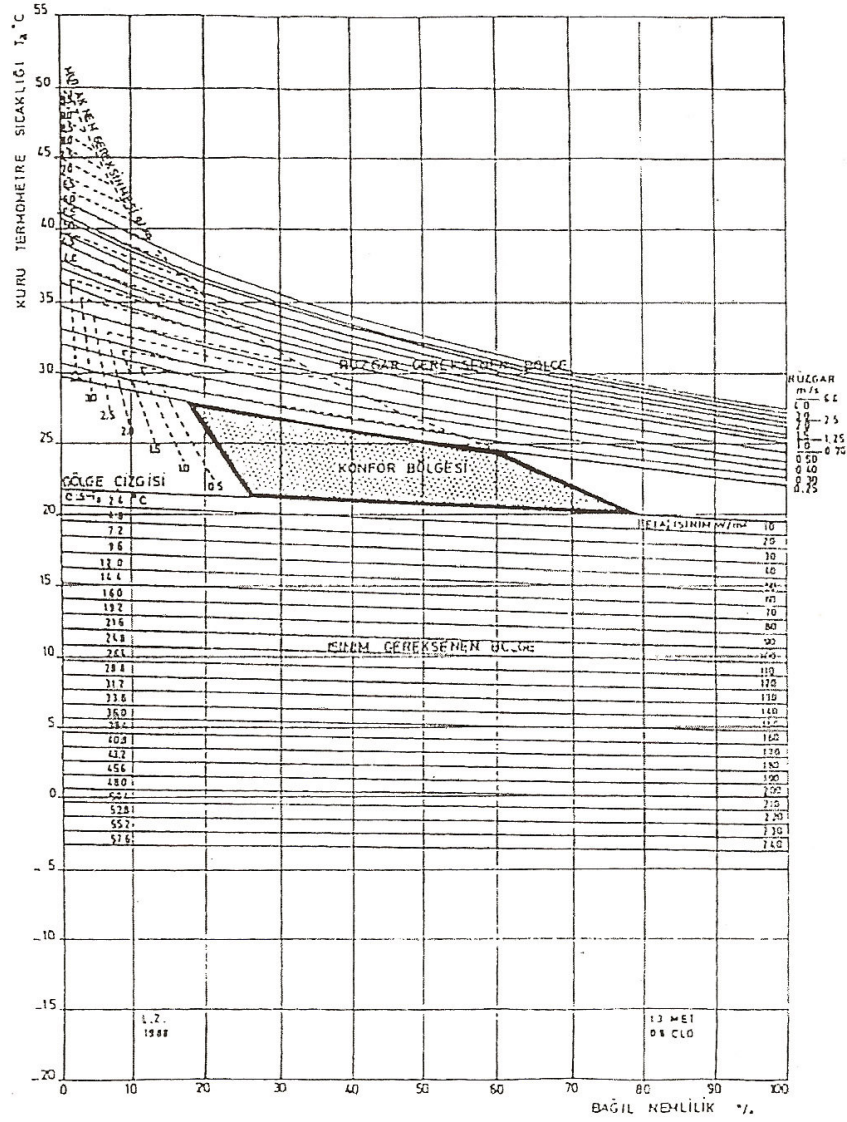
boyu 290-210 nm olan UV-B ışını derinin üst tabakası olan epidermisi etkiler ve genellikle yaz aylarında yüksek rakımlı yerlerde etkilidir. Işınımın doğrudan teması deride incelleme, elastikiyetin bozulması (kırıxıklık), pigmentasyon değışikliğı, kılcal damarların belirginleşmesi, fotoyaşlanma ve deri kanserinin riskinin artması gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir [6].

Denetimsiz güneş radyasyonunun olumsuz etkilerini azaltabilmek, konfor koşullarını elde edebilmek, güneş kontrolü sağlayabilmek için öncelikle elde edilmesi gereken bu kontrolün nasıl, ne kadar ve ne zaman yapılacağına kararlaştırılmasıdır. Güneş kontrolünün yapılacağı yer için bağlamsal veriler elde edilmelidir. Geliştirilen bazı diyagramlar insanın kendini konfor içerisinde hissettiğı dönemlerin tespit edilmesinde kullanılabilir. Olgyay kardeşlerin Amerika'nın ılıman ve deniz seviyesinden 300 metre yüksekliğe kadar olan bölgeleri için hazırladığı Bioklimatik grafikte koyu renkte belirlenen bölge yaz ayları için, kesik çizgilerle belirlenen bölge ise kış ayları için konfor alanlarıdır. (Şekil 2.9)

Şekil 2.8'de İstanbul ve çevresi için gölge hattı durumu görölmektedir. Yılın ayları ve günün saatlerinin yer aldığı diyagramda sıcaklığın konfor sınırı olarak ele alınan 21°C'nin üzerine çıktığı ve altında kaldığı konfor koşullarının sağlanması için önlem alınması gereken gün ve saatler görölmektedir. (Zeren 1961, 1967)



Şekil 2.8 İstanbul ve çevresi için gölge hattı durumu (Zeren 1961, 1967)



Şekil 2.9 Bioklimatik grafik (Zeren 1961, 1967)

Bu ve benzeri konfor koşulları verileri doğrultusunda iklimsel konfor koşullarını ilgilendiren en önemli etken olan güneş radyasyonunun kontrol altına alınması mimarlarda güneş kontrolünün en önemli ilkeleri mekanda konfor koşullarının sağlanabilmesi amacıyla doğru zamanda doğru oran ve doğru ölçekte ışıınımları süzebilmek, korunurken azami oranda faydalanabilmektir.

2.1.4 Güneş Durumunun Bağlı Olduğu Faktörler

Mimarlıkta Güneş Kontrolünde mücadele edilen olgu güneş ve yaymakta olduğu ışıınımlar ise

bilinmesi gereken güneşin ve ışınlamalarının belirlenen zaman ve mekan içerisindeki durumudur. 149598500 km uzaklıktaki Güneş'den gezegenimize gelerek yeryüzüne ulaşan ışınlamaların niceliği ve niteliği, kısaca “Güneş Durumu”, Atmosferik, Coğrafi, Geometrik ve Fiziksel faktörler etkisinde değişim göstermektedir. (Anon, 1972)

Atmosferik Faktörler:

- Güneş Sabiti.
- Dünya-Güneş uzaklığı.
- Deklinasyon açısı ve saat açısı.

Coğrafi Faktörler:

- Enlem.
- Boylam.
- Deniz seviyesinden yükseklik.

Geometrik Faktörler:

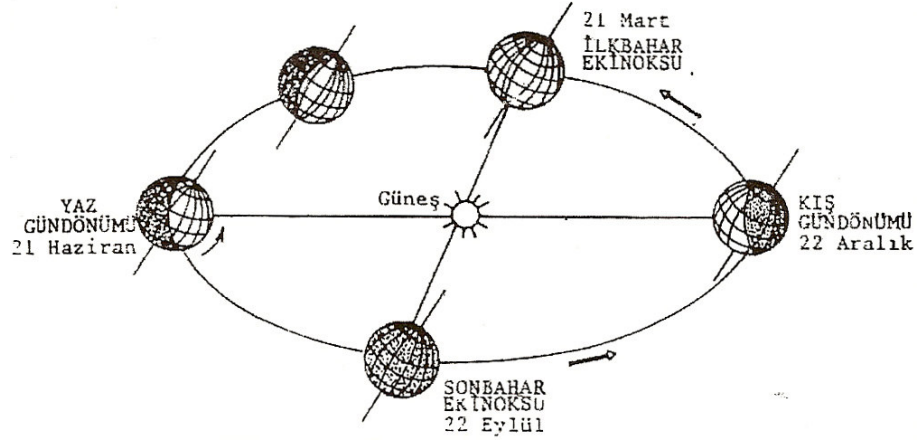
- Güneş Azimut Açısı.
- Güneş Yükseklik Açısı.

Fiziksel Faktörler:

- Hava moleküllerine bağlı saçılma.
- Atmosferdeki su buharına bağlı azalma.
- Tozlara bağlı saçılma.
- Ozon ve karbondioksitin yutması.
- Bulutlar.
- Çevre yansımaları.

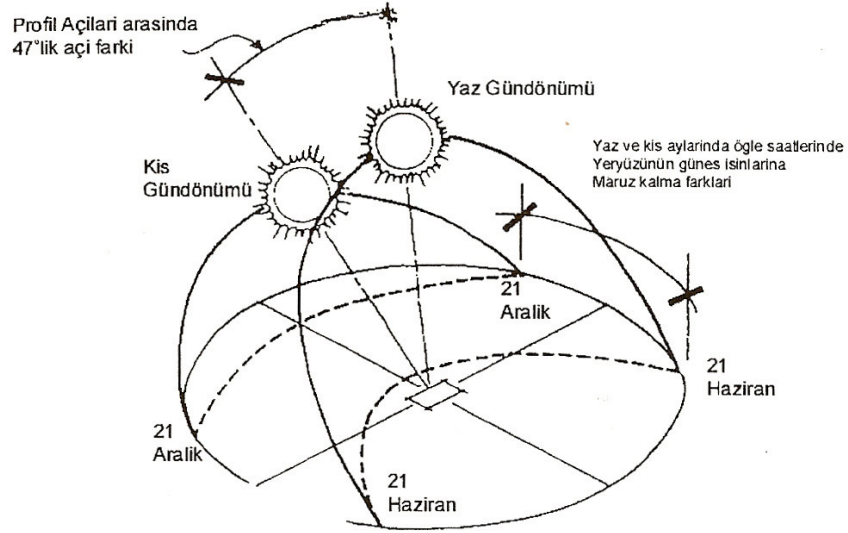
2.1.5 Güneş Işınlamalarının Geometrik Yapısı ve Güneş Açıları

Dünyanın kendi eksenindeki bir devri 1 gün, güneş etrafındaki hareketi ise 1 yıl sürer. İki dönüş yörüngesi birbirine dik değildir. $23^{\circ}27'$ lık bir eğiklik açısı nedeniyle 1 yıl süren tam devir sırasında kuzey ve güney yarımkürelerin güneşle açısal ilişkisi sürekli farklılık göstermektedir. (Şekil 2.10)



Şekil 2.10 Dünyanın Yörüngesel Hareketi (Beckman , 1977)

21 Aralık tarihinde Kuzey kutbu, 21 Haziran tarihinde Güney Kutbu güneşten uzağa doğru $23 \frac{1}{2}^{\circ}$ eğilirken, 21 Mart ve 22 Eylül tarihlerinde iki yarımküre de güneşle 0° lik açıya ulaşır. Bu durumda kış aylarında güneş yörüngesi yaz aylarına göre daha kısa ve alçak olmaktadır. Kış güneşi doğunun güneyinden yükselir ve batının güneyinden batar. Dolayısıyla Doğu ve Batı cepheleri kışın güneş ışınlamalarından faydalanamazken yaz aylarında ise bu yönlerden arzu edilmeyecek miktarda ışıma maruz kalmaktadır.



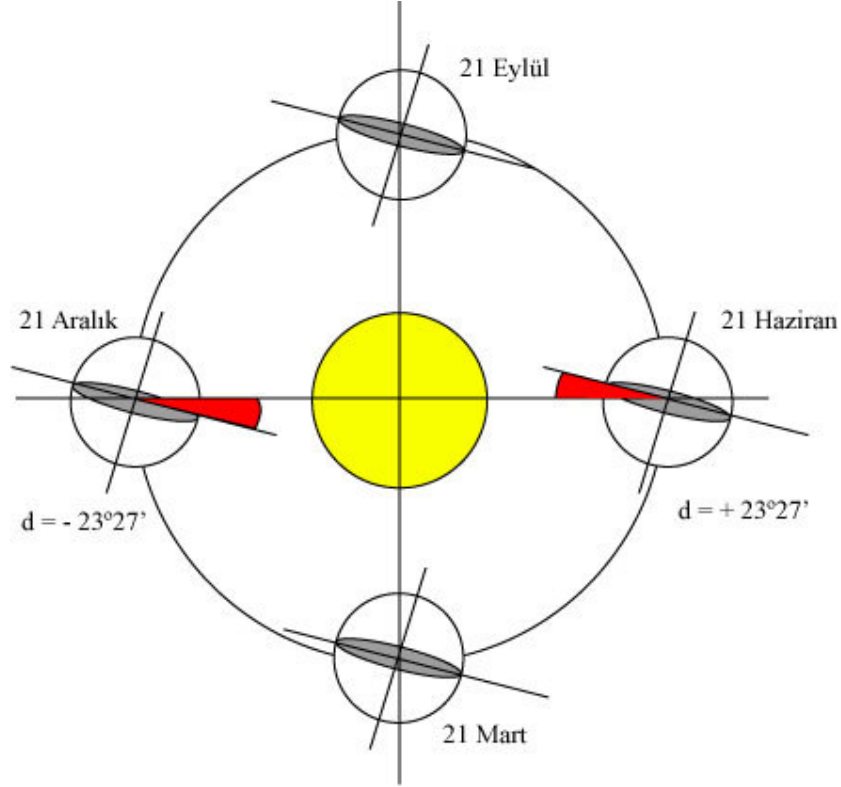
Şekil 2.11 Güneş Hareketlerinin Yaz ve Kış Aylarında Durumu (Beckman , 1977)

Dünya üzerindeki herhangi bir noktanın güneşe göre konumu yıl boyunca sürekli değişim gösterir. Güneşin bu değişken konumunu belirleme amacıyla dünyanın merkez olarak, yıldızların da bu merkezli bir küre üzerinde noktalar olarak kabul edildiği “gökküre” den yararlanılır. Güneş kontrolünde bilinmesi esas olan güneş ışınlamaları – yüzey ilişkileri için

gökküre üzerindeki güneşin konumunu belirleyen “güneş açıları” kullanılmaktadır. (Timoğın, 2001)

(güneş boylamının) arasındaki açıdır. Güneşin o yerin boylamıyla aynı doğrultuda olduğu “güneş öğlesi”nden itibaren ölçülür. Öğleden önceleri negatif, sonraları pozitif değerler alır.

Deklinaşyon açısı (d) : Dünyanın dönme ekseninin yörünge düzlemine yaptığı açıdan kaynaklanan bir açıdır. Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır ve yıl boyunca farklılık gösterir.



Şekil 2.13 Deklinaşyon açısının yıl boyunca değişimi (Timoçin, 2001)

21 Eylül ve 21 Mart ekinoksalarında deklinaşyon açısı 0 olur, 21 Aralık ve 21 Haziran gün dönümü tarihlerinde ise mutlak değerce maksimum değeri olan $23^{\circ}27'$ ye ulaşır. Günden güne çok az farklılık göstermekte olan bu değerler Deklinaşyon açısı yıllıklarında verilmektedir ve güneş kontrol problemlerinin çözümünde genellikle sabit kabul edilen günlük değerler kullanılmaktadır. Ayrıca bazı denklemlerle de yaklaşık değerleri elde etmek mümkündür. Ampirik Cooper (1969) formülüne göre, N, 1 Ocak'tan itibaren gün sayısını vermek üzere,

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

Lunde (1980) denkleminde ise,

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

şeklinde deklinasyon açıları elde edilebilir. (Timoçin, 2001)

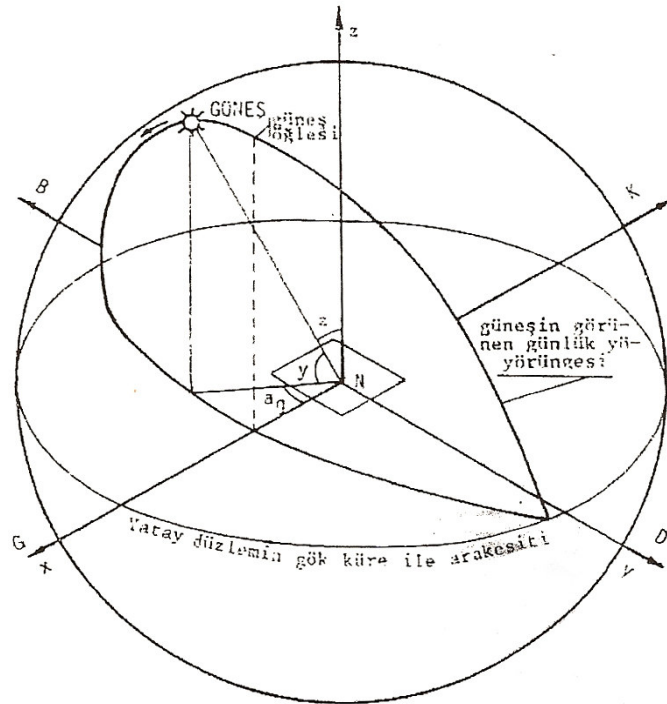
2.1.5.2 Türetilen Güneş Açıları

Güneş kontrol çözümlemelerinde esas güneş açılarına dayanarak elde edilen türetilen güneş açıları kullanılmaktadır. Yatay ve eğik düzlemlerle güneş ışınimleri arasındaki açıları ifade eden bu değerlerin başlıcaları Zenit açısı (z), güneş yükseklik açısı (y), güneş azimut açısı (ag) 'dır.

Zenit Açısı, (z) : Güneş ışınımının yatay düzlemin normaliyle yaptığı açıdır. Güneş ışınları yatay düzleme dik olduğu durumda $z = 0$ olur.

Güneş Yükseklik Açısı, (y) : Güneş ışınımının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Güneş ışınları yatay düzleme dik olduğu durumda $y = 90$ dır. $y + z = 90$ diyebiliriz.

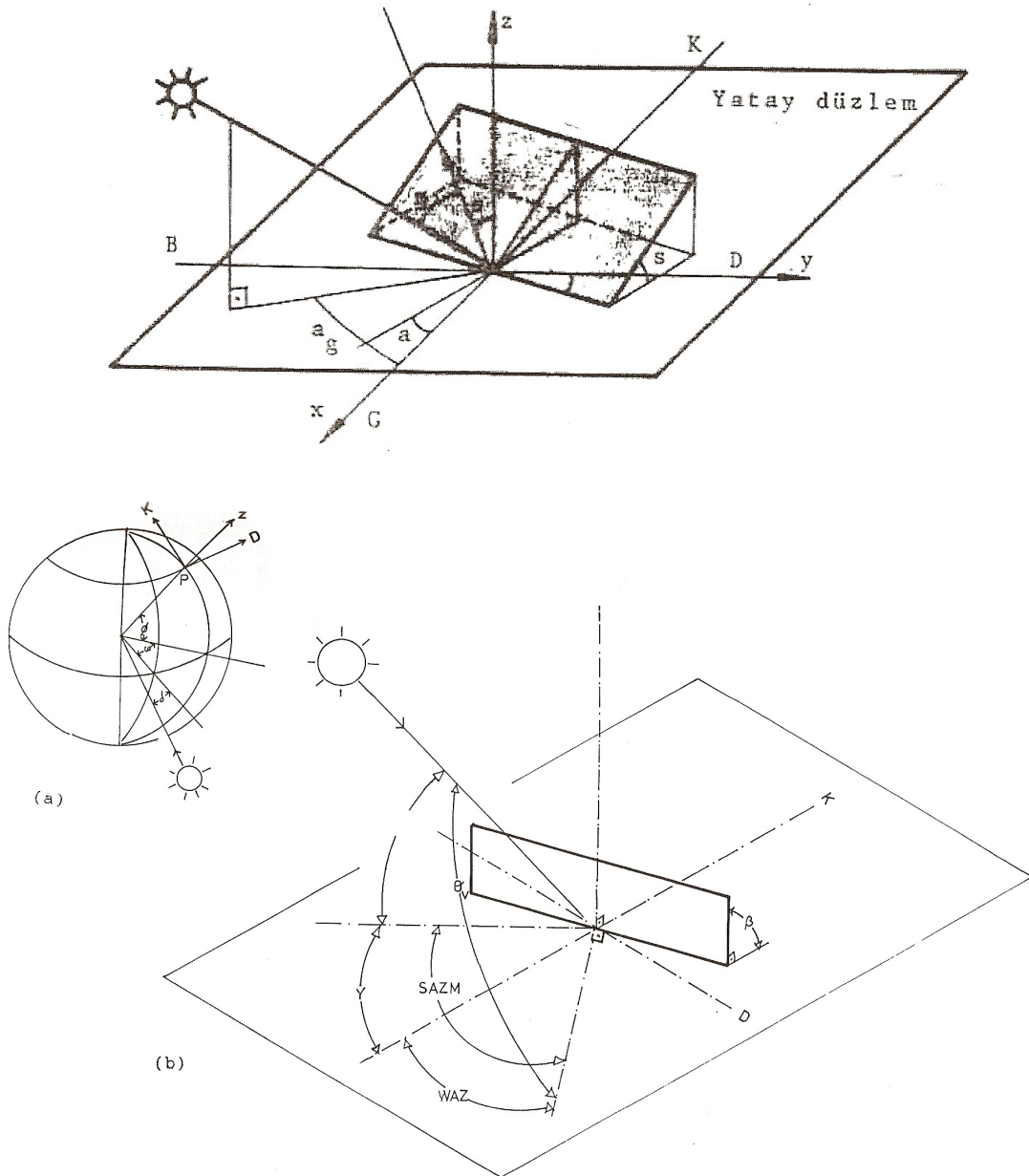
Güneş Azimut Açısı, (ag) : Güneş ışınlarının yatay düzlemdeki izdüşümü ile güney doğrultusu arasındaki açıdır. Işınımın doğrultusunun bilinmesi için gereklidir.



Şekil 2.14 Türetilen güneş açıları (Timoçin, 2001)

2.1.5.3 Eğik Düzlem Güneş Açıları

Eğik düzlemler ve güneş ışınlamaları arasındaki ilişkilerin saptanması için eğik düzlem açıları kullanılır. Düzlemin yatay düzlemle yaptığı eğim açısı (s), yüzey normalinin yatay düzlemdeki izdüşümünün Güney doğrultusu ile yaptığı açı (a) ve güneş doğrultusunun düzlemin normali ile yaptığı güneş geliş açısı (g') şekil 2.13 ve 2.14'de görülmektedir.



Şekil 2.15 Eğik düzlem güneş açıları (Timoçin, 2001, Borand, 1997)

2.1.6 Güneş Kontrolünde Kullanılan Gölge Analiz Metodları

Güneş Kontrolü problemlerinde gölgeleme araçları hesaplamalarında güneş-cidar ilişkisi güneş açısı bilgileri doğrultusunda çeşitli yollarla tespit edilir. Gölge Analiz Metodları olarak adlandırabileceğimiz bu yöntemler farklı yaklaşımlara, algoritmalara sahiptir.

Gnomik Eğriler, Gölge Eğrileri Metodu:

Belirli uzunluktaki bir çubuğun yıl boyunca gölgesinin gezdiği noktalar kümesinin oluşturduğu eğriler yardımıyla gerçekleştirilen bir gölge analiz metodudur. Genellikle 1 m. yüksekliğinde bir çubuğun dikey yerleştirilmesi, ve yıl boyunca gölgesinin izlediği yolun çizilmesiyle eğriler elde edilir. Çizim ölçekli hale getirilerek kullanıcılara sunulur. Aslında güneşin yükseklik ve azimut açılarını gösteren eğriler o yere mahsustur ve sadece o yerle ilgili problemlerde kullanılabilir. Geometrisi belirli herhangi bir objenin gölgesinin belirli bir tarih ve saatte nasıl bir gölge oluşturacağı ya da güneşten korunması gereken bir yüzeyin hangi boyutlarda gölgeleme aracına ihtiyaç duyacağı bu eğrilerle hesaplanabilir. (Sirel 1991)

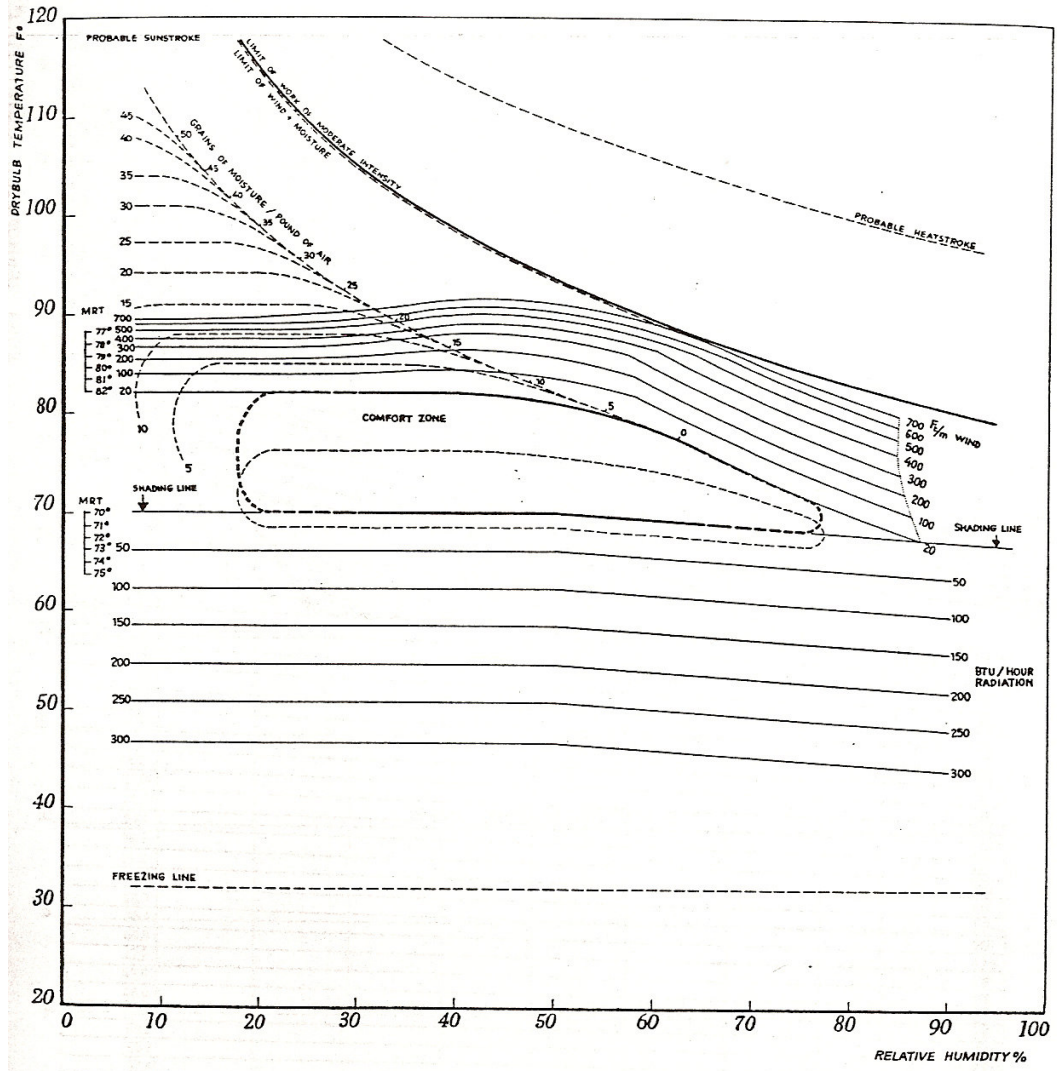
Olgay Olgay Metodu:

Yıl içerisinde güneşin istendiği ve istenmediği zamanların belirlendiği grafiksel bir methodur. Saatlik veya iki saatlik sıcaklık verileri elde edilir. Güneşlenme, bağıl nem ve hava hareketlerine bağlı olarak grafik üzerinde gölgelenme

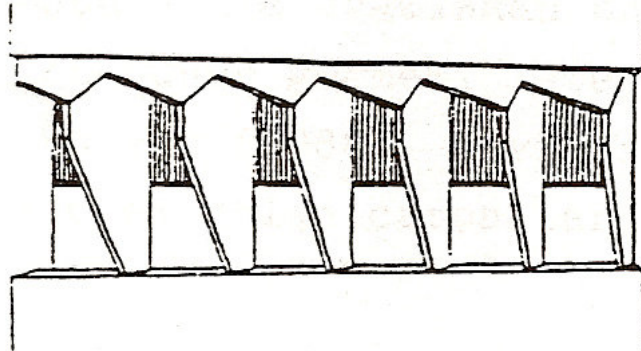
istenen ya da istenmeyen bölgeler belirlenir. Elde edilen veriler Gnomik eğriler yöntemiyle birlikte kullanılarak gölgelenme ihtiyacı olan saatler için gölgeleme elemanı boyutları belirlenebilir. Şekili 2.16'da ABD'de ılıman bölge Olgay bioklimatik Grafiğinde, konfor bölgesi görülmektedir. (Zeren, 1967)

Shaviv Metodu :

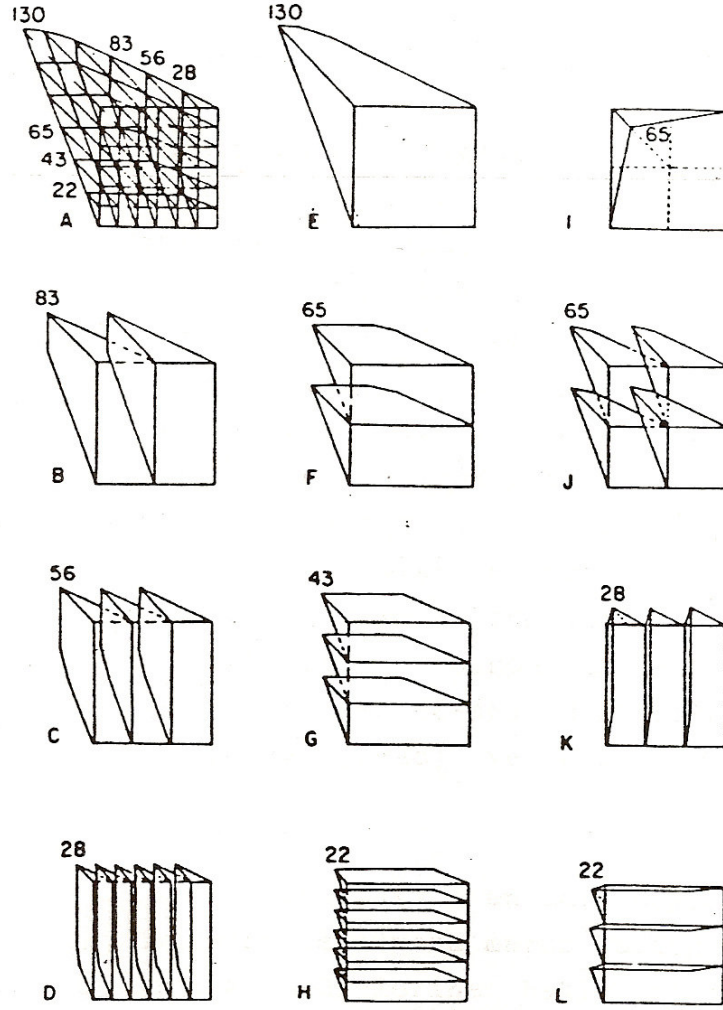
Sabit yapı elemanlarıyla gölgelemede boyutlandırma için kullanılan bir yöntemdir. Pencere düşey düzleminin karelere bölünür ve her bir düğüm noktasında gölgesi pencere alt kenarına kadar ulaşan, yani açıklığı gölgeleyebilen, düzleme dik çubuklar varsayılır. Her ayın 21. günü ölçüm yapılarak çubuk boyutlarından nomogramlar elde edilir ve aksonometrik perspektiflere dönüştürülür. Yapının kullanım süreleri, doğrudan güneşe maruz kaldığı saatler, pencere boyutları, enlem, boylam ve azimut dereceleri verileriyle Shaviv Metodu uygun gölgeleme aracı sistemlerini elde eder. Şekil 2.17 ve Şekil 2.18'de bir kuzey-doğu cephesi için maksimum çubuk uzunluklarıyla (L_{max}) elde edilen nomogram ve buna gölgeleme aracı geometri çözümleri görülmektedir. (Elagöz, 1989)



Şekil 2.16 ABD ılıman iklim bölgesi için Olgay Bioklimatik Grafiği (Elagöz, 1989)



Şekil 2.17 Kuzey-doğu penceresi için tercih edilen sistem (Elagöz, 1989)



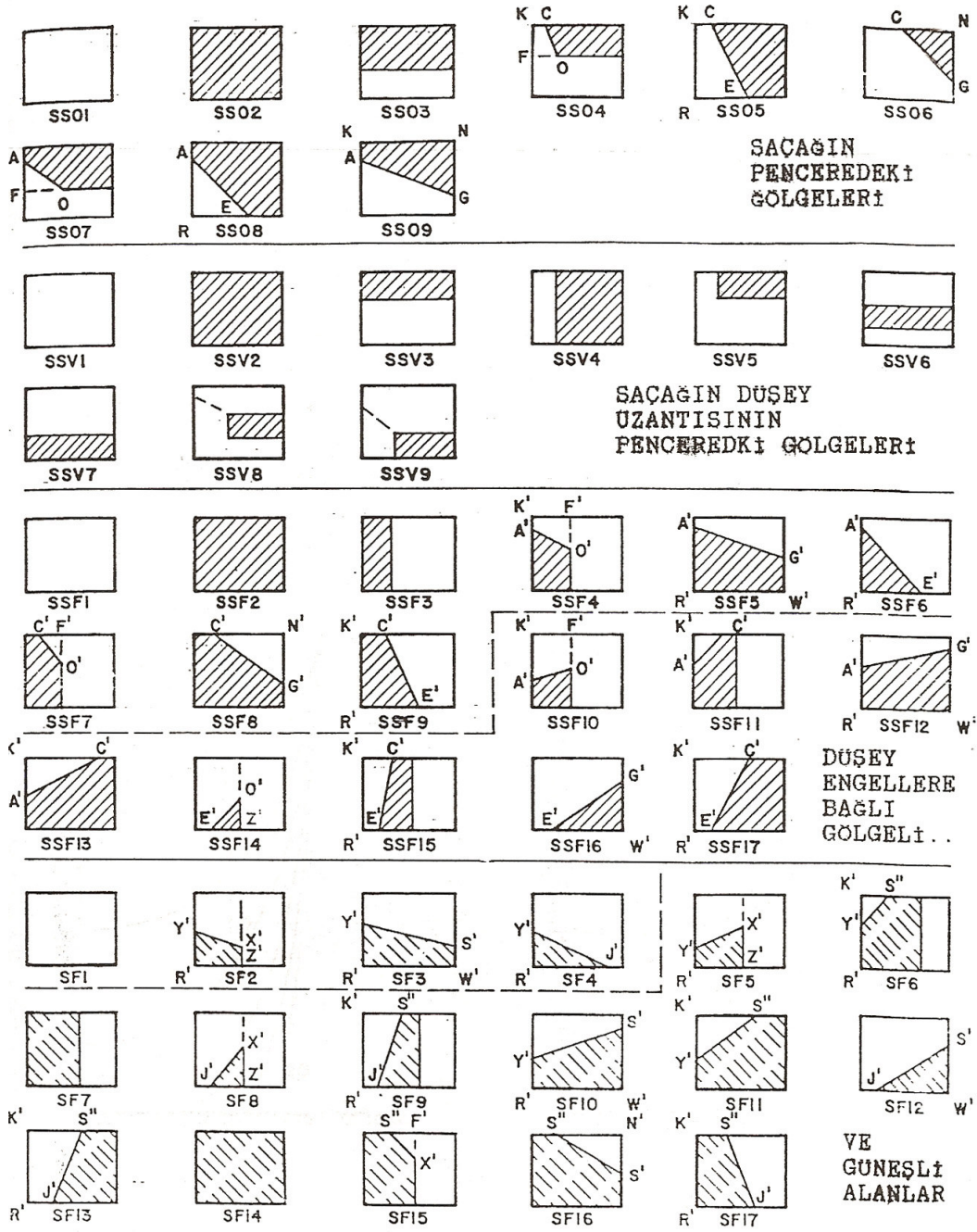
Şekil 2.18 Bir kuzey-doğu penceresi için nomogram ve çeşitli geometrik çözümler (Elagöz, 1989)

Bekooy Metodu:

Eğimli pencerler ve çatı pencereleri gibi açıklıklar üzerinde yatay ve düşey engellerin attıkları gölgelerinin hesaplandığı bir yöntemdir. (Şekil 2.19) (McCluney, 1986)

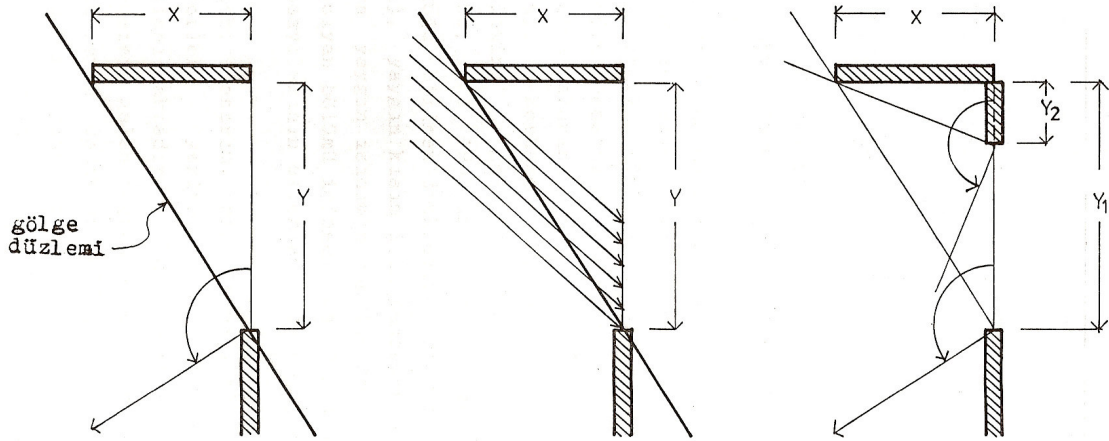
Appelbaum ve Bany Metodu:

Düşey bir çubuğun gölge bileşenlerin trigonometriyle hesaplandığı bir yöntemdir. Bu açılar yardımıyla ekvatora bakan düşey veya eğimli yüzeylerin birbirleri üzerindeki gölgeleri analitik olarak hesaplanmaktadır. (Elagöz, 1989)



Şekil 2.19 Bekooy Metodu Analizleri (McCluney, 1986)

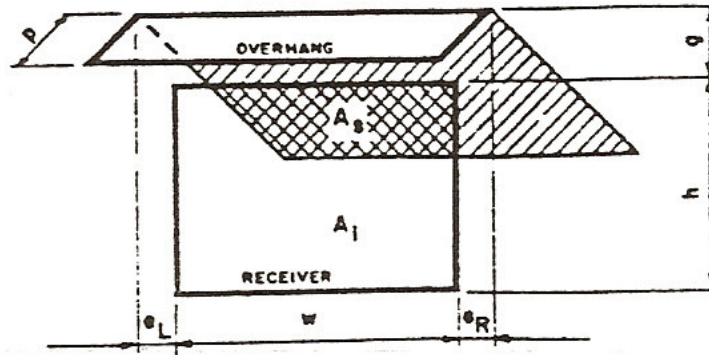
Ancak bu metotta gölgeleme aracı boyutunun sonlu değerinden kaynaklanan, yanlardan gelebilecek ışınlımlar dikkate alınmamaktadır. (Elagöz, 1989)



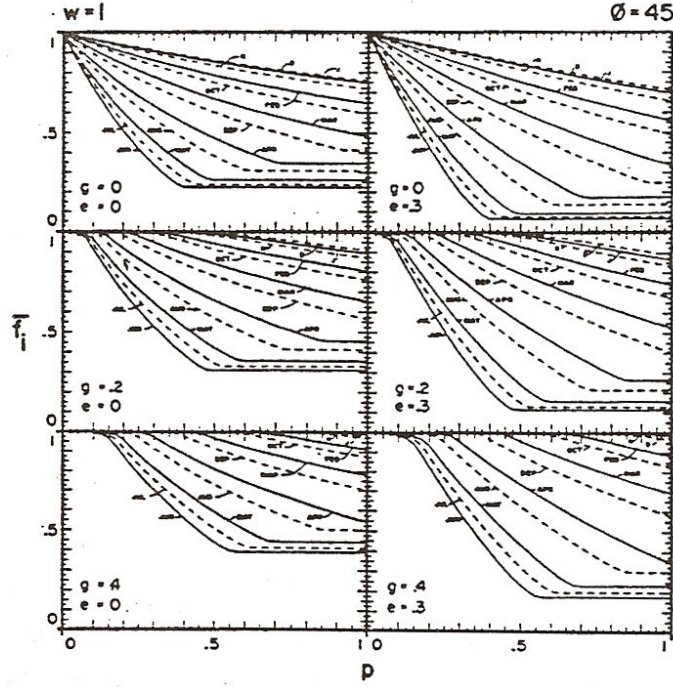
Şekil 2.21 Jones Metodu, gölge düzlemi, ışınlımların gölge düzlemini aşması, saçak ile üst başlık arasında kot farkı olması durumu (Elagöz, 1989)

Utzing ve Klein Metodu:

Sonlu boyutlarda yatay araçla gölgelenen düşey pencerenin aldığı ortalama günlük ışınlım miktarını hesaplayan bir metottur. Saçak, pencere boyutları ve güneş geliş açısına bağlı SHADOW1 bilgisayarlı simülasyon programıyla gölgeli pencere alanının toplam pencere alanına oranını hesaplanarak (F_i) çarpanı elde edilir. F_i çarpanı anlık değer verir. Ancak tasarım için genellikle anlık değil aylık ortalama değerler kullanılır. Işınlımların yerden yansıyarak pencereye ulaşan miktarı için saçığın yeri görme çarpanı ve hatta yaygın ışınlım engelleme çarpanı değerleriyle de hassas sonuçlar elde edilebilir. (Elagöz, 1989)



Şekil 2.22 Düşey pencere, yatay saçak için gölge geometrisi



Şekil 2.23 45° Kuzey enlemi, bağıl genişlik 1 için F_i eğrileri (Elagöz, 1989)

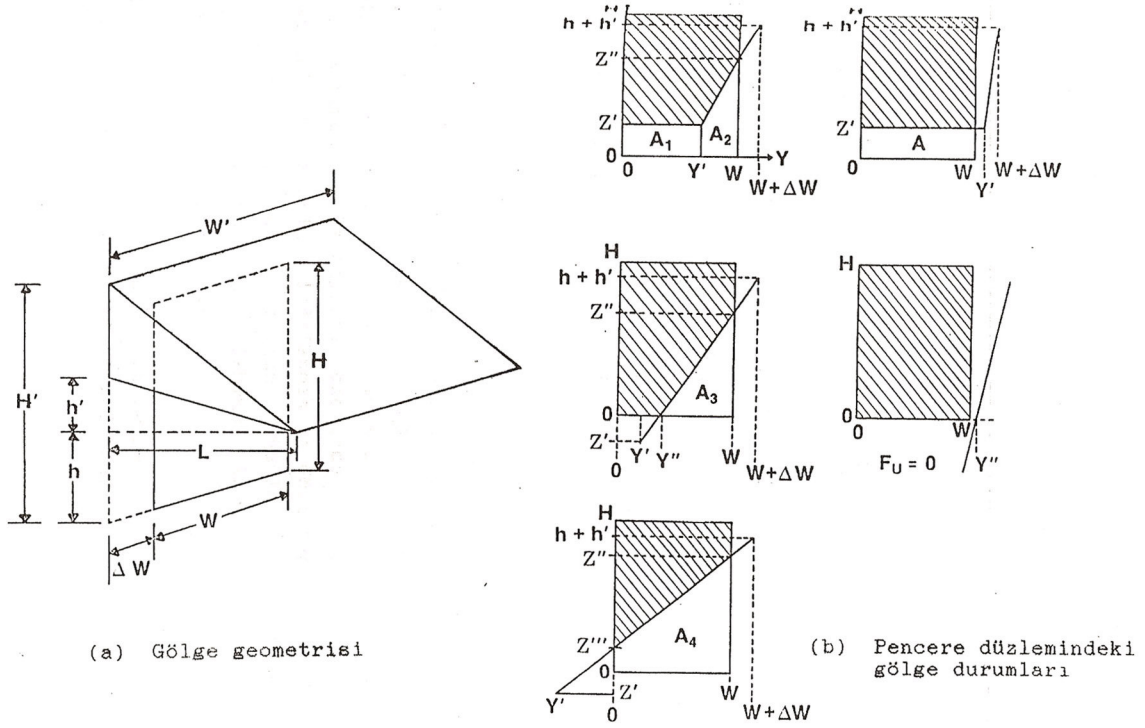
Yanda ve Jones Metodu: Jones metodunda ihmal edilen gölgeleme elemanı sonlu uzunluğunun dikkate alındığı, gölgelenen pencerelere düşen ortalama günlük ışınlm miktarını hesaplayan metottur. (Elagöz, 1989)

Sharp Metodu:

Doğrudan, yaygın ve yansımış bileşenler için gölgeleme çarpanlarından yararlanılan metodla herhangi bir eğim ve yönlendirilmiş durumunda, sonlu yatay engelle gölgelendirilmiş düzleme gelen aylık ortalama günlük toplam ışınlm ve saçak etkisi Jordan ve Klein bağıntılarına dayalı hesaplanabilmektedir. (Elagöz, 1989)

McCluney Metodu

Bilgisayarlı simülasyon programlarında kullanılmak üzere geliştirilen bu metodla güneş yükseklik ve azimut açılarına bağlı olarak sonlu uzunluktaki yatay engellerin pencere düzlemi üzerindeki gölgeleri ve yaygın gök ışınlmı karşısındaki koruma etkinlikleri belirlenebilmektedir. Şekilde bu metodla farklı saat için hazırlanmış gölge durumları görülmektedir. (McCluney, 1986)



Şekil 2.24 McCluney Metodu Analizleri (McCluney, 1986)

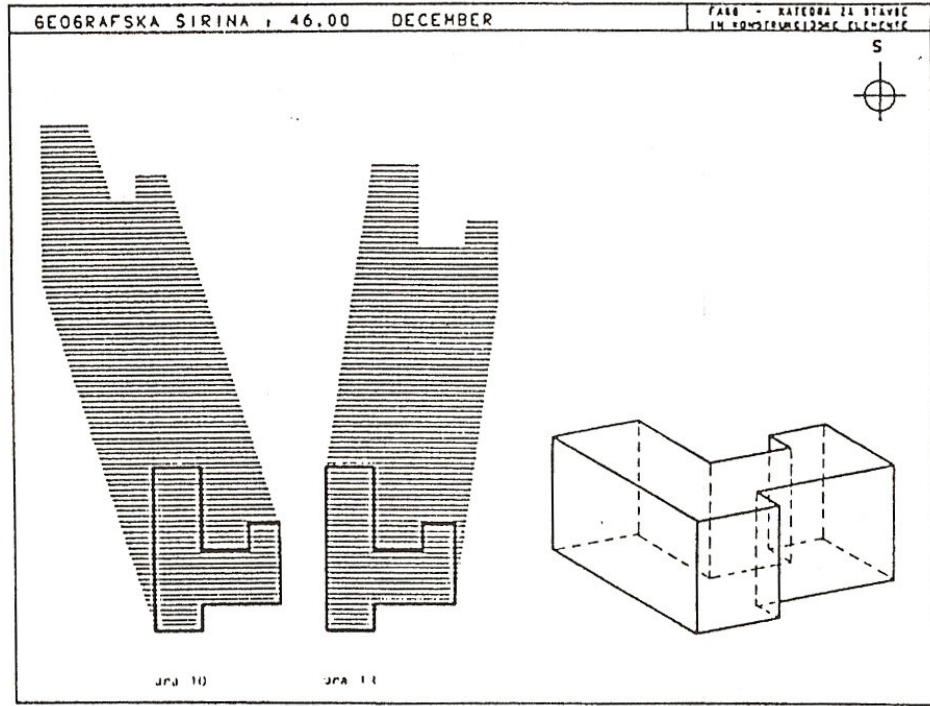
Kunic Metodu:

Shades yazılımıyla girilen deklinasyon açısı, Güneş yükseliş ve azimut açıları doğrultusunda herhangi bir gün, saat ya da yıllık olarak, bir ya da birden fazla yapının çevre yapılar ve yer düzlemi üzerindeki etkiler grafik olarak elde edilir. Yazılım en fazla 50 açıyla ifade edilen maksimum 10 yapı hesabı yapabilir. Yapılar kapalı poligonlardan oluşmalı ve zemin hatları düz çizgilerden oluşmalıdır. (Şekil 2.25) Yazılım çıktıları yapı ve yapıların yer düzlemi üzerindeki anlık gölgelerinin bir yıl boyunca gezindiği yolları ifade eden eğriler şeklindedir. (Kunic, 1988)

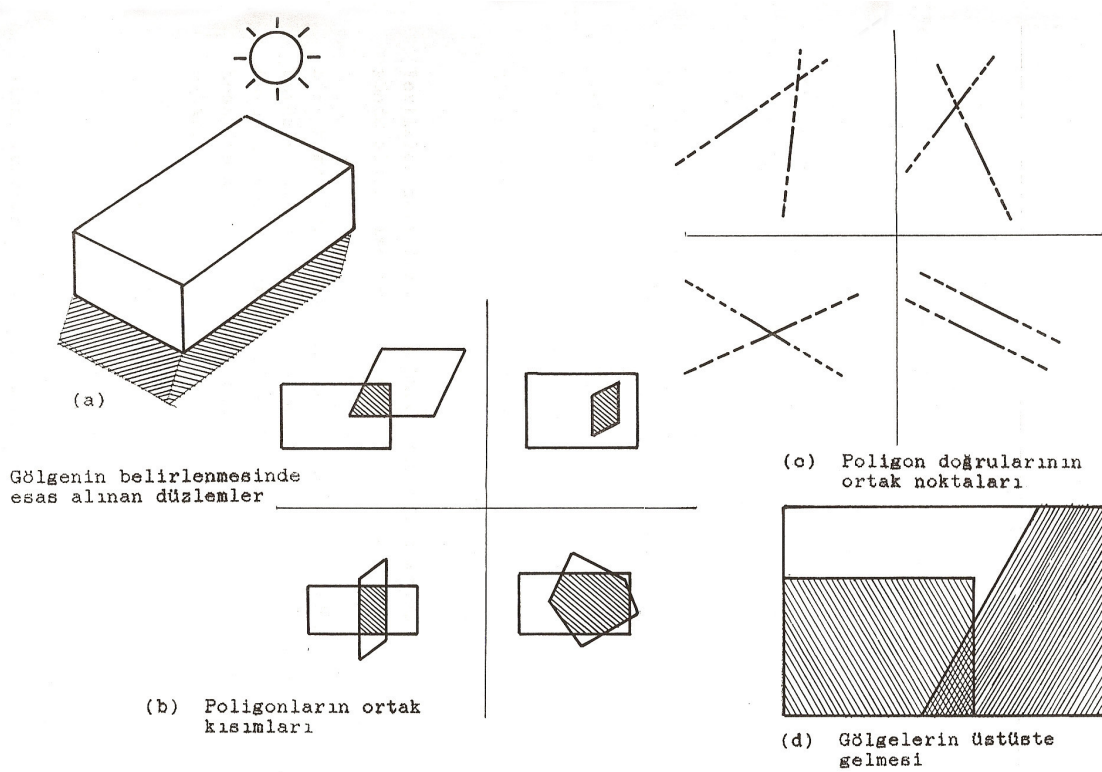
Shadow ya da Groth-Lokmanhekim Algoritması: NECAP (Nasa's Energy Cost Analysis Program, 1974) ın gölge algoritmasıdır. Bir yapının saatlik simlasyonunu yapabilir ve projeksiyon esaslıdır. Projeksiyon düzlemi üzerinde güneşli ve gölgeli poligon alanlarının belirlenmesinde gölge alan yüzeyin her biri merkezindeki bir nokta ile belirlenen N sayıda kafesten oluştuğu varsayılır ve her noktanın gölge alıp almadığı ayrı ayrı kontrol edilir. (Elagöz, 1989)

Walton Algoritması: Groth-Lokmanhekim Algoritması üzerine kurulmuştur. Gölge alanların belirlenmesinde bağımsız eleman analizi yerine daha hassas homojen koordinatlar tekniği kullanılmıştır. Gölgelerin üst üste binmesi durumlarında da gölge ayıklama işlemi

uygulanmaktadır. (Elagöz, 1989)



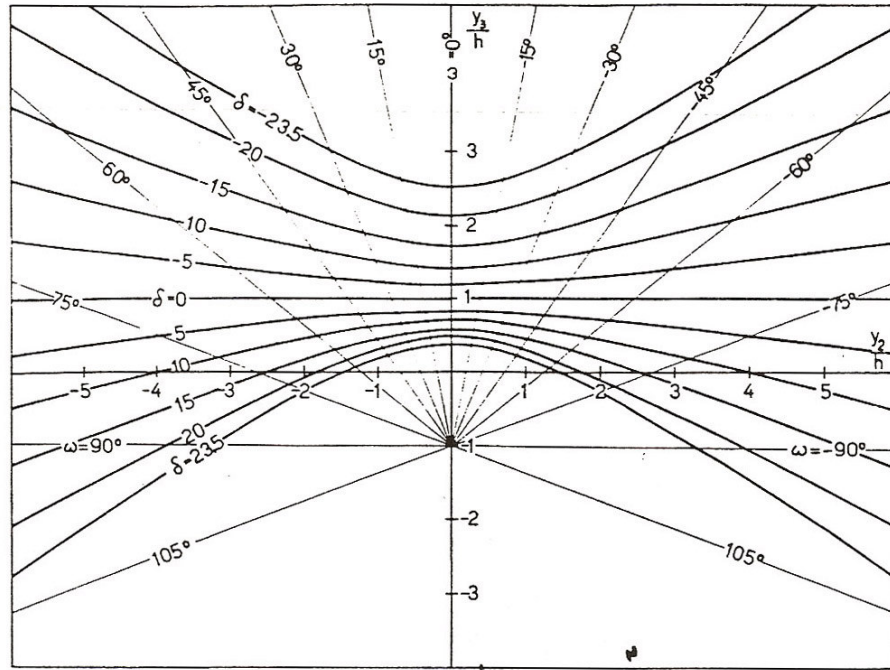
Şekil 2.25 Yapının Kunic Metoduyla elde edilen saatlik gölgeleri (Kunic, 1988)



Şekil 2.26 Walton algoritmasıyla elde edilen gölge verileri (Elagöz, 1989)

Budin ve Budin Metodu

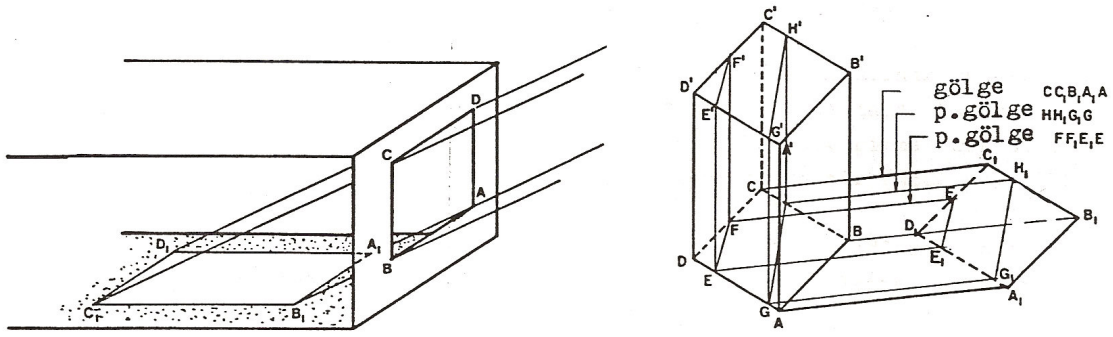
Bu metod ise genelde olduğu gibi güneş yükseklik ve güneş azimut açılarıyla değil, saat, enlem ve deklinasyon açılarıyla güneş hareketini belirler. Bu üç açıyla elde edilen ve birim vektör ile ifade edilen ışınımın uzaydaki bir noktanın herhangi bir yönlendirilişindeki düzlemle ilişkisi matematiksel olarak tanımlanır. Paralel projeksiyon yöntemiyle objelerin gölgelerinin hesaplanabilir. Yönlendirilişine, bulunduğu enlem ve yüzey eğimi bilgilerine göre bir noktanın bazı özel düzlemler üzerindeki izdüşüm bilgileri veren gnomik eğrileri de verebilen yöntem, bilgisayar destekli güneş kontrol yazılımları için uygun olduğu belirtilmektedir. (Elagöz, 1989)



Şekil 2.27 Budin Budin Metodu $\phi = 45^\circ$ ve yatay düzlem için gnomik eğrileri (Elagöz, 1989)

White Algoritması

Bu metod, eğimi ve yönlendirilişi belirli bir düzlemin herhangi bir andaki gölgesini belirlemek için yalancı gölgeler ve gnomik eğrilerden yararlanan bir yatay projeksiyon tekniğini kullanır. Güneşli yüze gelen enerji miktarının da hesaplanabildiği yöntemle elde edilen verilerin anlık olması, ortalama hesaplamaları için birçok farklı zamanda veriler elde etmeyi gerektirir. Bilgisayar programları için uygun bir model olmadığı yazarı tarafından dile getirilmiştir. (Elagöz, 1989)



Şekil 2.28 White Algoritması yatay projeksiyon ve gölge bileşenleri (Elagöz, 1989)

2.1.7 Gölge Analiz ve Güneş Kontrol Yazılımları

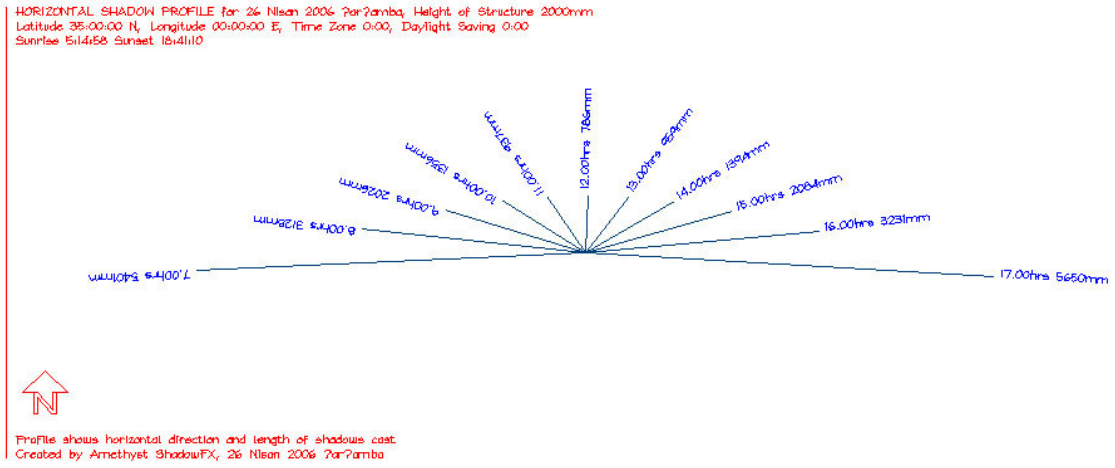
Modern güneş kontrolünde Le'Corbusier dönemiyle başlayan deneme yanılma yöntemleri, yerini bilimsel gölgeleme hesaplamalarına bırakmış, zamanla karmaşılaşan bu metodlar bilgisayar teknolojisinin ortaya çıkışı ve yaygınlaşmasıyla yazılımlarla geliştirilmiştir. Ancak karmaşık yazılımlar sadece konunun uzmanı kişiler tarafından kullanılabilmiştir. Bütün bu metodlar ve algoritmalar bilgisayar kullanımının kolaylaştırılması furyası içerisinde kullanıcı dostu programlar haline getirilmektedir. Herkesin kullanabileceği güneş denetleme yazılımlarının arka planında güneşin yörüngesel hareketi, güneş açıları, meteorolojik parametreler, karmaşık formlar, ara yüzünde ise basit grafik ifadelerle gölgeleme elemanı bilgileri yer almaktadır.

2.1.7.1 Amethyts Shadow FX Yazılımı

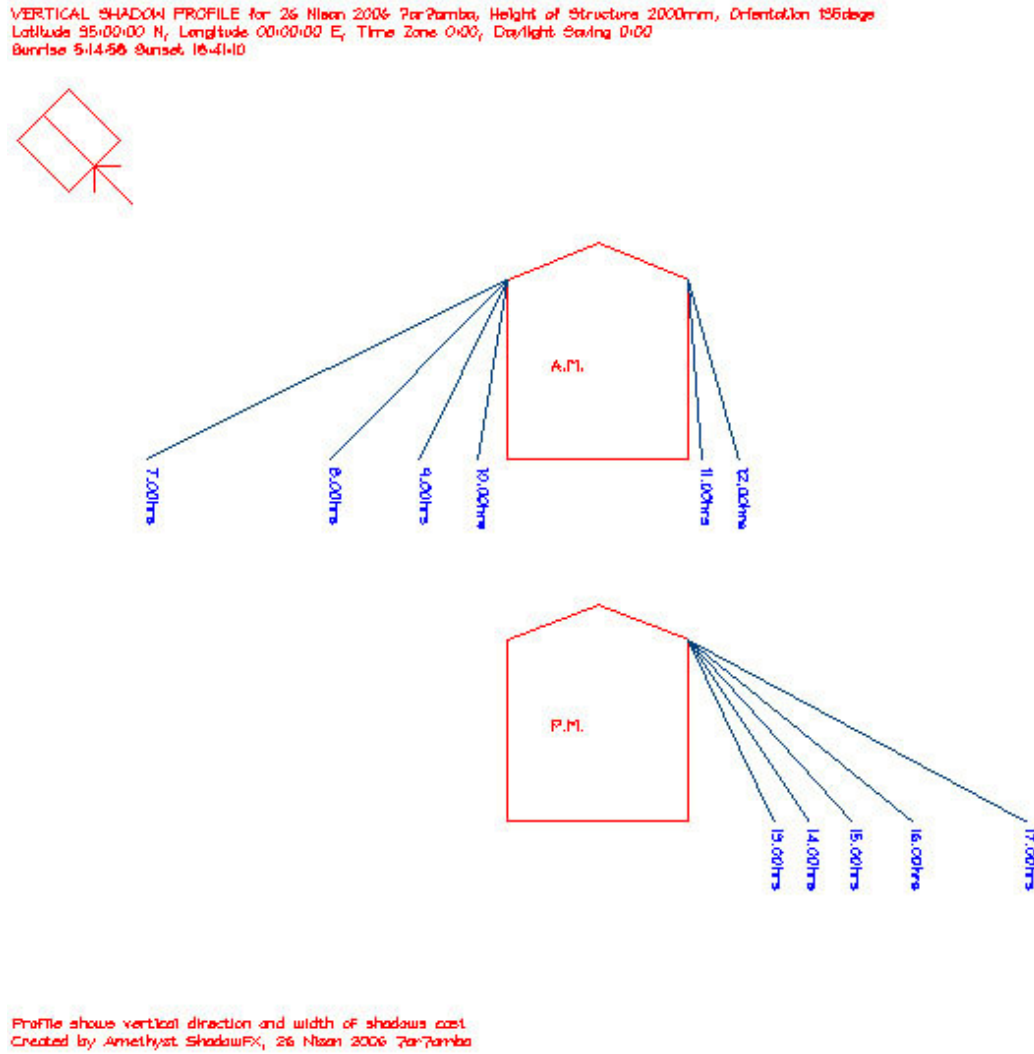
Yatay gölge profili, düşey gölge profili, yatay güneşkıranlar için gölge modeli, düşey güneşkıranlar için gölge modeli, 3 boyutlu gölge modeli, güneş raporu ve güneş hesaplayıcısı çıktılarını verebilen yazılım için ihtiyaç duyulan başlıca veriler zaman ve mekandır [7].

Yatay Gölge Profili: Şekil 2.29'da 35 Kuzey enleminde, 26 Nisan 2006 günü 2 metre yüksekliğindeki bir binanın zemin düzeminde oluşturduğu gölge boyları ve doğrultuları saatlere göre gösterilmektedir.

Düşey Gölge Profili: Şekil 2.30'da 35 Kuzey enleminde, 26 Nisan 2006 günü doğrultusu verilen 2 metre yüksekliğindeki bir binanın gölge doğrultusunun düşey çizimi görülmektedir. Öğleden önce ve sonra olarak ikiye ayrılmış, saat başlarındaki değerler esas alınmıştır.

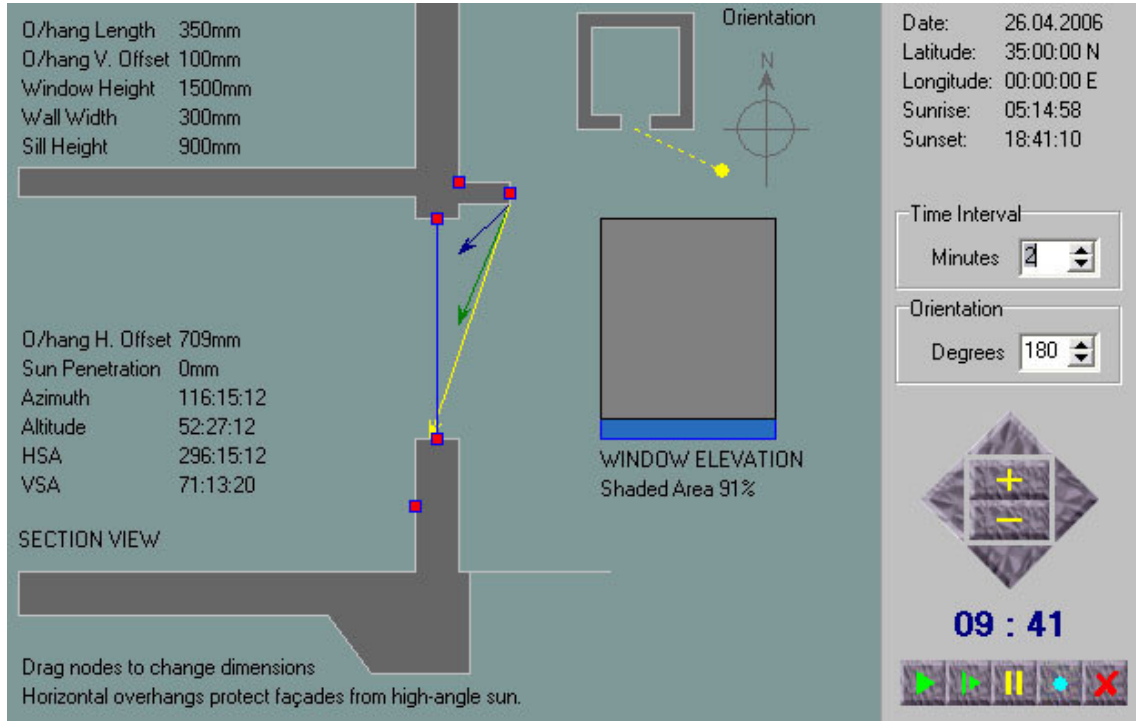


Şekil 2.29 Shadow FX yazılımı yatay gölge profili arayüzü



Şekil 2.30 Shadow FX yazılımı düşey gölge profili arayüzü

Yatay güneş kiranlar için gölge modeli: Enlem, boylam bilgisi ve doğrultusu verilen pencerenin, parametrik açıklık boyutlarına, yatay güneş kiran boyutlarına bağlı olarak zaman içerisindeki ışınlım alma çizelgeleri elde edilmektedir. Parametre değişiklikleri gerçek zamanlı olarak çizimlere yansıtılmaktadır. Şekil 27’de 35 Kuzey enleminde bulunan bir pencerenin ve güneşkiranın değişken boyutları karşısında zaman içerisinde güneşli alan durumu, azimut ve yükseklik açıları, o gün için gün doğum ve batım dakikaları görülmektedir.

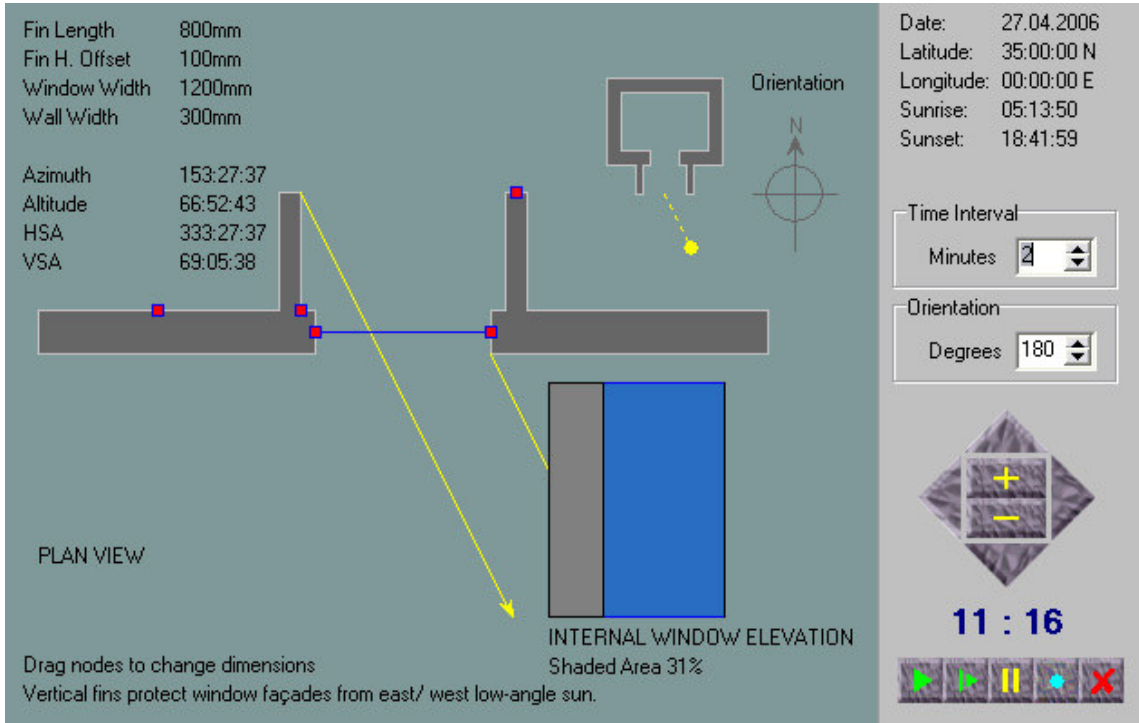


Şekil 2.31 Shadow FX yazılımı dikey güneşkiranlar için gölge modeli arayüzü

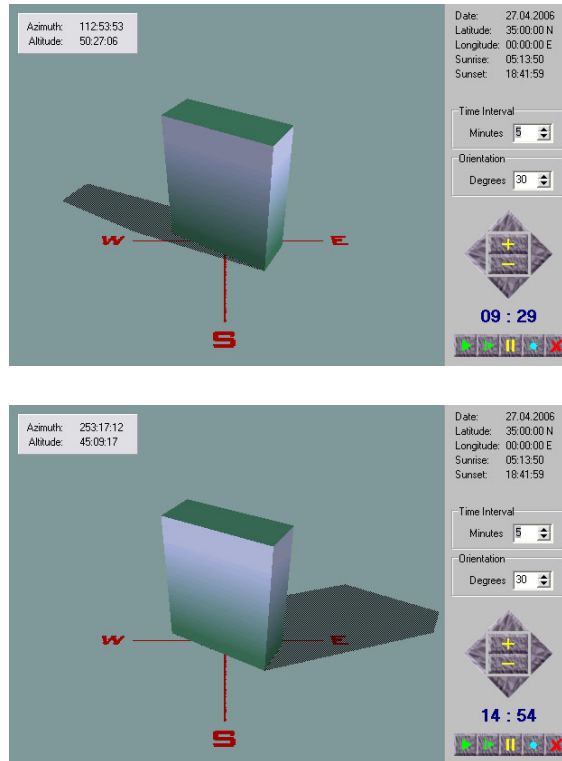
Düsey güneş kiranlar için gölge modeli: (Şekil 3.32) Enlem, boylam bilgisi ve doğrultusu verilen pencerenin, parametrik açıklık boyutlarına, dikey güneş kiran boyutlarına bağlı olarak zaman içerisindeki ışınlım alma çizelgeleri elde edilmektedir.

3 boyutlu Gölge Modeli: (Şekil 3.33) Enlem, boylam bilgisi, yönelimi ve boyutları belirli kütlenin istenilen gün içerisindeki gölge durumunu 3 boyutlu model üzerinde animasyonla gösterilmektedir. Zaman içerisindeki azimut ve yükseklik açıları da belirtilmektedir

Güneş Raporu: (Şekil 3.34) Enlem ve boylamı belirli bir yer için seçilen ay boyunca gündoğumu, günbatımı ve güneş öğlesi saatlerini içeren rapor vermektedir. Yerel saat ve yaz saati ayarlamaları da yapılabilmektedir.



Şekil 2.32 Shadow FX yazılımı yatay güneşkırınlar için gölge modeli arayüzü



Şekil 2.33 Shadow FX yazılımı 3 boyutlu gölge modeli arayüzü

Daily Sunrise, Sunset and Solar Noon

Month: Nisan, 2006
Latitude: 35:00:00 N
Longitude: 00:00:00 E
Time Zone: 0:00
Daylight Saving: 0:00

Local Civil Time			
Date (mm/dd/yy)	Sunrise (hh:mm:ss)	Sunset (hh:mm:ss)	Solar Noon (hh:mm:ss)
04.01.06	5:47:16	18:21:06	12:03:54
04.02.06	5:45:52	18:21:54	12:03:36
04.03.06	5:44:29	18:22:42	12:03:18
04.04.06	5:43:07	18:23:29	12:03:01
04.05.06	5:41:44	18:24:17	12:02:44
04.06.06	5:40:22	18:25:05	12:02:27
04.07.06	5:39:01	18:25:53	12:02:10
04.08.06	5:37:39	18:26:40	12:01:53
04.09.06	5:36:18	18:27:28	12:01:36
04.10.06	5:34:58	18:28:16	12:01:20
04.11.06	5:33:38	18:29:04	12:01:04
04.12.06	5:32:19	18:29:52	12:00:48
04.13.06	5:31:00	18:30:40	12:00:33
04.14.06	5:29:41	18:31:28	12:00:18
04.15.06	5:28:24	18:32:16	12:00:03
04.16.06	5:27:07	18:33:04	11:59:48
04.17.06	5:25:50	18:33:52	11:59:34
04.18.06	5:24:35	18:34:40	11:59:21
04.19.06	5:23:20	18:35:29	11:59:07
04.20.06	5:22:06	18:36:17	11:58:55
04.21.06	5:20:52	18:37:06	11:58:42
04.22.06	5:19:40	18:37:54	11:58:30
04.23.06	5:18:28	18:38:43	11:58:19
04.24.06	5:17:17	18:39:32	11:58:08
04.25.06	5:16:07	18:40:21	11:57:58
04.26.06	5:14:58	18:41:10	11:57:48
04.27.06	5:13:50	18:41:59	11:57:38
04.28.06	5:12:43	18:42:48	11:57:29
04.29.06	5:11:37	18:43:37	11:57:21
04.30.06	5:10:32	18:44:26	11:57:13
05.01.06	5:09:28	18:45:15	11:57:05

Extract from Amethyst ShadowFX, Nisan 27, 2006

NOTES

1. Rise and set times are based on the observer at sea level with no obstructions to the horizon.
2. Observed times may vary depending on atmospheric conditions.

Şekil 2.34 Shadow FX yazılımı güneş raporu

Güneş Hesaplayıcısı: (Şekil 3.35) İstenilen yer ve gün için gündoğumu, günbatımı, güneş öğlesi saatlerini, doğuş ve batış azimut açılarını, güneş öğlesi yükseklik açısını, o günün istenilen dakikası için anlık azimut ve yükseklik açılarını, 10 metrelik bir binanın kaç derecelik bir açıyla kaç metre gölge düşüreceğini hesaplamaktadır.



Şekil 2.35 Shadow FX yazılımı güneş hesaplayıcısı arayüzü

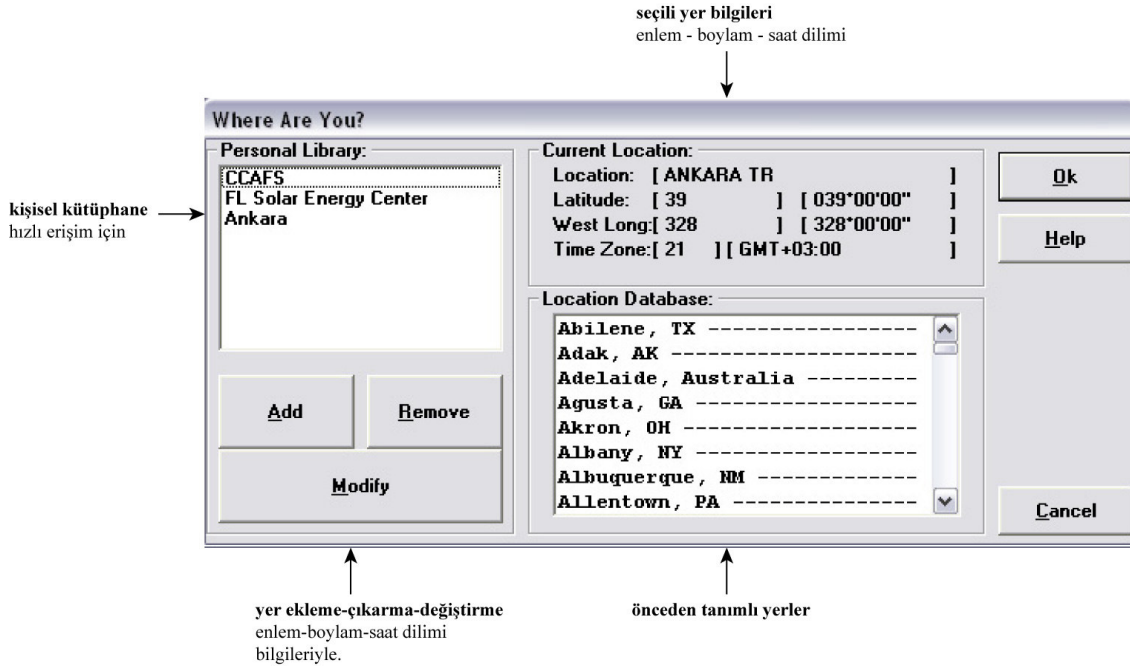
2.1.7.2 Sun Path Yazılımı

Sun Path v3.2 yazılımı, New York State Üniversitesi Atmosferik Bilimler Araştırma Merkezi'nden Dr. Joseph Michalsky tarafından Denizcilik Almanağı'nda yer alan denklemlere dayandırılarak yazılan algoritmayı kullanan güneş yükseklik ve güneş azimut açısı hesap aracıdır. Açılış penceresinde listeden seçilebilecek ya da enlem-boylam bilgisiyle yeni oluşturulabilecek belirli bir yer için aşağıdaki hesaplamaları yapabilmektedir [8]:

- Belirli bir tarih ve saat için güneş açıları hesabı
- Belirlenen bir tarih ve saat aralığı için güneş açıları seri hesabı
- Gündönümü ve ekinoksların belirlenmesi
- Gündoğumu, günbatımı saatleri ve gün süreleri hesabı
- Belirli bir güneş pozisyonunun gerçekleşebileceği tarih hesabı
- Gerçekzamanlı ve sürekli güneş açıları bilgisi

Yazılım, elde edilen değerlerin yazıcıyla basılabilmesi için eklenen "PathPlot" yardımcı programıyla entegre çalışmaktadır. Şekilde SunPath v3.2 konum belirleme penceresi görülmektedir. Listedten seçilebilecek belirli olanların dışında enlem, boylam ve zaman dilimi

bilgisi girilerek yeni yerler tanımlamak ve onları kolay erişim amaçlı kişisel kütüphaneye eklemek mümkündür.



Şekil 2.36 Sun Path v3.2 yazılımı konum belirleme penceresi

Konumun belirlenmesinin ardından seçilen fonksiyon karşılığındaki hesaplama gerçekleştirilerek program arayüzüyle ve isteğe bağlı olarak Path Plot eklentisi üzerinden kağıda dökülerek elde edilebilmektedir. Şekilde Ankara'da 21 Ağustos 2006 tarihinde saat 12:59'da gerçekleşmekte olan güneş yükseklik ve güneş azimut açıları hesabı penceresi görülmektedir.

SOLAR COORDINATE CALCULATION			
SOLAR POSITIONS FOR ANKARA TR			
Latitude:	039°00'00"		
Longitude:	328°00'00"		
Time Zone:	21	GMT+03:00	
DATE			
YEAR	MONTH	DAY	JULIAN DAY
2006	8	21	233
CIVIL TIME			
HOUR	HR:MI:SE		
12.993	12:59:36		
SOLAR ALTITUDE ANGLE			
DEGREES	DEG°MI'SE"		
6275291.000	062°45'10"		
SOLAR TIME			
HOUR	HR:MI:SE		
12.078	12:04:40		
SOLAR AZIMUTH ANGLE			
DEGREES	DEG°MI'SE"		
1824971.000	182°29'49"		

Şekil 2.37 SunPath yazılımı belirli bir tarih ve saat için güneş açıları hesabı penceresi

Şekil 2.38’de gerçek zamanlı ve sürekli güneş açıları penceresi görülmektedir. Belirli bir tarih ve saat için güneş açıları hesabı penceresinden farkı saniyede bir değişen zaman parametresi ve buna bağlı açı bilgisidir.

SOLAR COORDINATE CALCULATION

SOLAR POSITIONS FOR ANKARA TR

Latitude: 039°00'00"
Longitude: 328°00'00"
Time Zone: 21 GMT+03:00

DATE

YEAR MONTH DAY JULIAN DAY
2006 8 21 233

CIVIL TIME

HOUR HR:MI:SE
12,051 12:03:05

SOLAR TIME

HOUR HR:MI:SE
11,136 11:08:08

SOLAR-ALTITUDE ANGLE

DEGREES DEG*MI*SE"
6045005,000 060°27'00"

SOLAR AZIMUTH ANGLE

DEGREES DEG*MI*SE"
1535702,000 153°34'12"

Ok

konum başlangıçta girilen enlem, boylam ve zaman dilimi bilgisi

tarih gerçek zamanlı ilerlemektedir.

yerel saat saniyede bir gerçek zamanlı değişmektedir.

güneş yükseklik açısı ilerleyen zaman parametresine bağlı gerçek zamanlı değişmektedir.

güneş azminut açısı ilerleyen zaman parametresine bağlı gerçek zamanlı değişmektedir.

Şekil 2.38 Sun Path yazılımı gerçekzamanlı güneş açıları hesabı penceresi

Şekil 2.39’da Ankara’da 2006 yılında gerçekleşecek gün dönümü ve ekinoks tarih ve saatleri penceresi görülmektedir.

Results

FOR: ANKARA TR
LATITUDE = 039°00'00" LONGITUDE = 328°00'00"
TIME ZONE = 21 OR GMT+03:00

FOR YEAR 2006 THE EQUINOXES AND SOLSTICES OCCUR AS FOLLOWS:

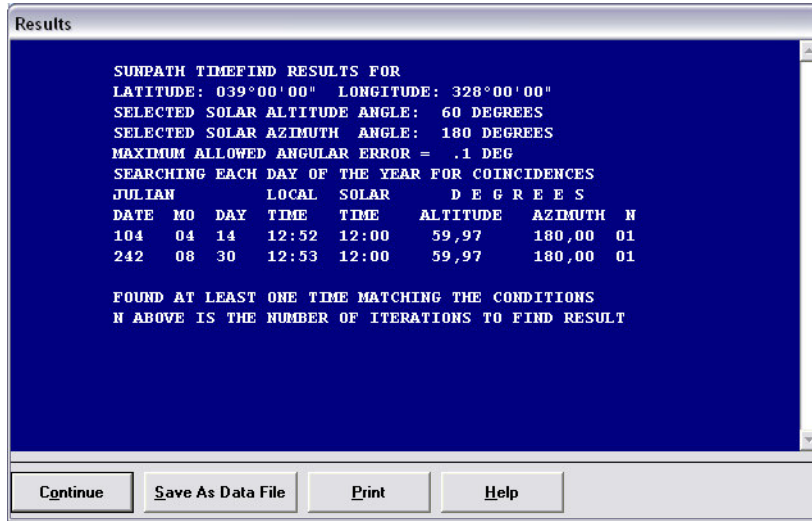
MAR EQUINOX	JUN SOLSTICE	SEP EQUINOX	DEC SOLSTICE
DAY HR MN SEC	DAY HR MN SEC	DAY HR MN SEC	DAY HR MN SEC
20 18:26:56	21 12:27:03	23 04:04:50	22 00:23:42 UT or GMT &
19 21:26:56	20 15:27:03	22 07:04:50	21 03:23:42 LOCAL TIME

LOCAL TIME IS LOCAL STANDARD TIME IN THIS TIME ZONE

TO DO SUNPATH CALCULATIONS FOR ONE OR MORE OF THESE DATES,
WRITE DOWN THE DATES AND TIMES OF INTEREST AND THEN RUN
OPTION 2 FROM THE MAIN MENU.

Continue Save As Data File Print Help

Şekil 2.39 Sun Path yazılımı gündönümü ve ekinoks hesabı penceresi



Şekil 2.40 Sun Path yazılımı belirlenen güneş açıları için tarih ve saat hesabı penceresi

2.1.7.3 Build it Solar Yazılımı Analiz Kodları

Gary Reysa tarafından yürütülen ve güneş mimarlığına yönelik birçok referans bilgiye yer verilen “Build it Solar” internet sayfalarında¹ yayınlanan 8 yazılım projesi, güneş kontrolü uygulamalarında Visual Basic kodlarıyla kullanılabilir ve geliştirilebilir durumdadır. Program yazarı Gary Reysa kodların kişisel amaçlı değerlendirilebilmesi için herhangi bir kullanım kısıtlaması getirmemiştir. Yazılım destekli güneş kontrol problemleri çözümlerinde doğrudan kullanılabilecek durumda olanlar aşağıda açıklanmıştır [9].

RadOnCollector kodları: “Radiation On Collector” açılımlı kodlar, yönelimi belirli planar kollektör düzlemine ulaşan güneş radyasyonu miktarını saatlik dilimlerde gün, ay ve yıllık süreler için hesaplamaktadır. Yararlanma projelerinde enerji kazanımını belirlemek, sistem optimizasyonu sağlamak amacıyla geliştirilerek kullanılması olanaklıdır [9].

Sun Class kodları: Program tarih, saat ve yer girdisine göre güneş yükseklik ve azimut açılarını yanında güneşli gün için doğrudan güneş ve yayınlık gün ışığı radyasyonu değerlerini hesaplamaktadır. Kodların herhangi bir güneş kontrol uygulama içerisine yerleştirilmesi mümkün ve izinlidir. Güneş açılarına bağlı bilgisayarla hareket ettirici kontrolünde yararlanılması açık kaynak olması sayesinde kolaylaştırılmıştır [9].

¹ www.builtitsolar.com adresinden ulaşılabilir.

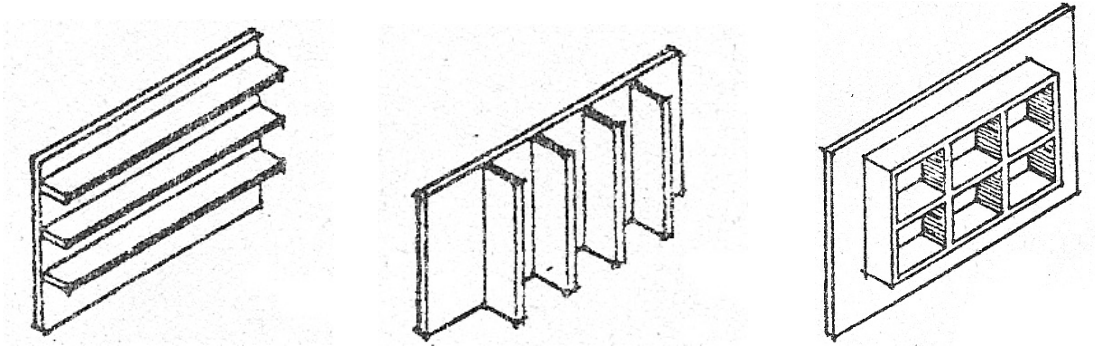
TMY Weather Class kodları: “Typical Meteorological Year” yani tipik meteorolojik yıl verilerinden yararlanarak tarih, yer ve zamana göre hava durumu bilgisi vermektedir. Program güneş kontrol projelerinde yönelim verilerinin yanında ek parametre olarak kullanılması olası verileri sağlamaktadır ve kapsamlı kontrol yazılımlarında bileşen olabilir [9].

2.1.8 Güneş Kontrol Araçları

Korunma istenilen hedef, Güneş ışıınımları hakkında açısal bilgiye sahip olduktan sonra yapılması gereken bu açısal ilişkiler doğrultusunda nasıl bir gölgeleme aracı kullanılacağına karar verilmesidir. Gölgeleme yapılması gereken saatler ve bu saatlerdeki güneş açıları biçim parametrelerinin birincil belirleyicisidir. Çok çeşitli elemanlarla yapılan güneş kontrol uygulamalarıyla karşılaşmak mümkündür.

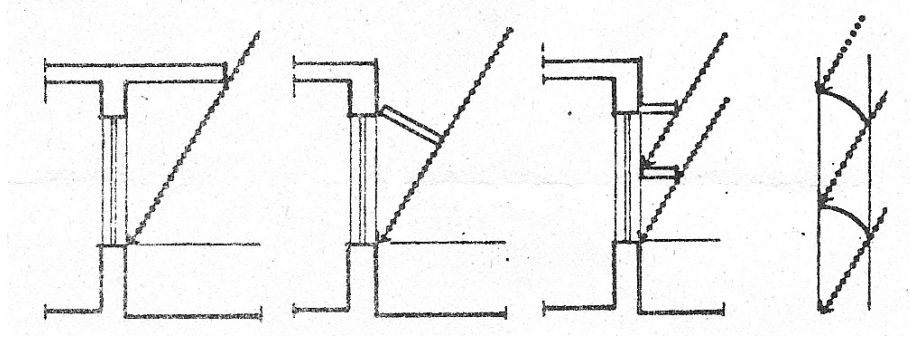
Güneşkırın Kanatlar:

En sık rastlanan güneş kontrol elemanları olan güneş kırın kanatlar çeşitli boyutlarda açılarda ve malzemelerde uygulanmaktadır.



Şekil 2.41 Güneşkırın kanatlar . (Şerefhanoglu, 1999)

Şekil 2.41’de en temel biçimleriyle yatay, düşey ve yatay-düşey birlikte kullanılan kanatlar görülmektedir. Yatay kanatlar güneşin karşıdan-yüksek, düşey kanatlar güneşin yandan-alçak geldiği durumlarda, yatay-düşey birlikte kullanılan kanatlar ise her iki durumda da etkili olmak üzere tasarlanmıştır



Şekil 2.42 Güneşkıran kanat kesitleri . (Şerefhanoglu, 1999)

Gölge analiz metodlarıyla ihtiyaç duyulan boyut ve açıları belirlenen kanatlar alternatiflidir. Pek çok kanat geometrisi aynı işlevi görebilir. Şekilde görülen alternatifler belirlenmiş yer ve zaman için aynı işlevi görmektedir. Analizlerle elde edilen güneş kıran kanat geometrileri tasarımcının kararını vereceği sistem ve malzeme bilgisiyle uygulanır. Mimari kompozisyon içerisinde etkinliği olan bu elemanlar gerek bina yapım gerekse yenileme süreçleri sonunda kütlelere heyecan verici görsel etkiler kazandırabilmektedirler.



Şekil 2.43 Alüminyum güneşkıran kanatlar [3]

Şekil 2.43'deki Alüminyum Kanatlar geniş cam yüzeyleri dik gelen ışınımlara karşı korumakla birlikte yapı formu ve tasarım anlayışıyla örtüşerek kompozisyon içerisinde anlamlandırılmıştır.



Şekil 2.44 Parkview Binası [3]

(Şekil 2.44) ESA tarafından tasarlanan Parkview binası'nda kesintisiz ve geçirgen cam tabakası Güney'e bakan bölümlerde otoyola karşı görsel ve psikolojik zırh olarak çok geniş harici kanatlarla çevrilmiştir. Kafes oluşturan bu kanatlar güneşi kontrol altına almakta, geniş cam yüzeyler karşısında özellikle de dik gelen istenmeyen ışınlara karşı koruma sağlamaktadır. Beton çerçeve üzerindeki çelik desteklere yatay olarak takılan, 500mm'lik kanatlar 1 metrelik aralıklarla 22 metre yüksekliğinde ve 50 metre uzunluğundaki bina cephesini karşılamaktadır. Metalik gümüş renkli kanatlar paslanmaz çelik, çelik taşıyıcılar ise galvanizle kaplanmış, pozisyonlarına göre bina yüzeyinden 1 ile 5.5 metre uzaklıkta kalmaktadır. [3]

(Şekil 2.45) Fitzrot Robinson'ın tasarımı Arlington İş Parkı'nda güney ve batı cephelerdeki geniş cam yüzeyler için güneş kontrolü bina için anahtar niteliğindedir. Üç ofis binası içeren kompleks su teması üzerine yerleştiğinden, iç mekandakiler için en iyi görüş hedeflenmiştir. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan güneş kontrol elemanları her kat için üst kotlarda çözülmüştür. Galvaniz kaplı taşıyıcılara monte edilen 3 metre uzunluğundaki perfore kanatlar dik gelen ışınları engellerken geçmesine izin verdiği bir miktar ışıkla iç mekana ve aynı zamanda bina estetiğine önemli katkılar sağlamaktadır. [3]



Şekil 2.45 Arlington İş Parkı [3]



Şekil 2.46 CEME Binası [3]

Güneşkırın kanatlarda malzeme çeşitliği oldukça fazladır. Şekil 2.46’ daki Shepher Robson tarafından tasarlanan CEME binasında ise paslanmaz çelik vidalarla çelik taşıyıcılara monte edilmiş 600’ün üzerinde 290mm x 44 mm kesitli kanat ahşaptan imal edilmiştir. Ayrıca bu elemanlar cephe düzlemine değil, döşeme düzlemine paralel yerleştirilmiştir. Bu uygulama sayesinde cephede meydana gelebilecek görsel ilişki kesintileri engellenmiştir. [3]

(Şekil 2.47) Kohn Pedersen Fox’un tasarımı Rothermere Amerikan Enstitüsü’nde ise kanat malzemelerine bir başka örnek, “cam” görülmektedir. Tasarım aşamasında önemle üstünde durulan ihtiyaçlar, parlak ışık, güneş kontrol ve UV koruma olmuştur. Baskın yön olan Güney cephesinde büyük oranda kullanılan cam yüzeylerde ısınımsal ısı kazancının limitlenmesi amacıyla gölgeleyici kanatlar kullanılmıştır. Ancak gölgeleme yapılırken üç kat yüksekliğindeki kütüphane ve okuma odalarının “karakutu”lar haline gelmemesi için kanat malzemeleri cam olarak uygulanmıştır. Cam, opak bir etki için sık beyaz seramik ile işlenmiştir. Cam paneller sabit olarak tasarlansalar da uygulama sonrası ince ayar için gerekli dönme yeteneğine sahiptir. [3]



Şekil 2.47 Rothermere Amerikan Enstitüsü [3]



Şekil 2.48 Aeogon Evi [3]

Güneş kontrol kanatları yalnız cephelerde değil, güneş ışınımının etkileyeceği her açıklıkta kullanılabilirler. Özellikle cam kaplı çatı yüzeylerinde geniş kullanım alanı bulurlar. Şekil 2.48’ deki Lee Boyd Partnership tasarımı Edinburgh Park’ında bulunan Aeogon Evi, yalnızca cephe düzleminde değil, döşeme düzleminde paralel yerleştirilmiş güneş kontrol kanatları bulundurmaktadır. Kuzey, Güney ve Çatı yüzeylerinde geniş cam yüzeyler bulunan yapıya monte edilen kanatlar cam temizliğine imkan sağlamak için ileri-geri sürülebilir bölmelere monte edilmiştir ve motorlarla anahtar kontrolüyle açık-kapalı pozisyonlarına getirilebilmektedir. [3]

Storlar – Çekme Perdeler:

Sık kullanılan güneş kontrol elemanlarından olan storlar, çekme perdeler, harici, dahili, sabit ve hareketli olarak çeşitli türlerde uygulanabilir. Şekil 2.48’de Scott Brownrigg Turner’ın tasarladığı Oracle binası görülmektedir. Geniş cam atrium da ışık ve ısı kombinasyonu problemine karşı kullanılan koyu renk film tabakalarından memnun kalmayan yazılım firması motorlu dahili stor sistemi uygulamasıyla çözüme ulaşmıştır. 2.5 metre genişliğindeki çekme

perdeler 5m uzunluğa kadar ulaşabilmektedir. Özellikle seçilen vurucu kalay rengi kumaş yüksek performans sağlamakta ve aynı zamanda dış mekan görüşüne imkan tanımaktadır. [3]



Şekil 2.49 Oracle Binası [3]

Tenteler:

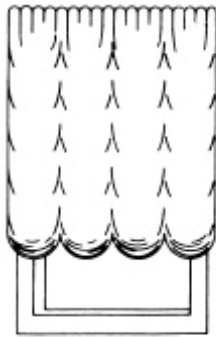
Şekil 2.50’ de Edward Cullinan Architects tarafından tasarlanan Greenwich Okulu’nun cephesi görülmektedir. Enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik kavramlarının anahtar olduğu tasarım süreci sonunda istenilen, güney cephe pencereleri iç mekana ışığı ve aydınlığı kontrollü bir şekilde aktarması olmuştur. Etkili ışık ve ısı kontrolü için 50 civarı motorlu tente harici olarak zemin ve birinci kata yerleştirilmiştir. Öğretmenlerin kontrol edebileceği anahtarlar motorlara bağlanarak kullanıcıya seviye ayar imkanı sağlanmıştır [3].

Perdeler:

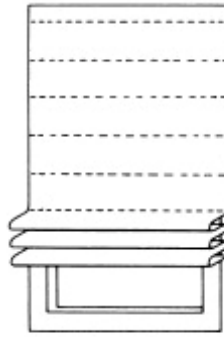
İç mekanda kullanımı en yaygın güneş kontrol aracı olan perdelerin birçok farklı malzemede, tipte ve mekanizmada uygulamaları bulunur. Şekil 2.51’de yaygın 3 farklı tip uygulama ifade edilmektedir [3].



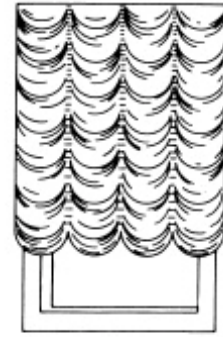
Şekil 2.50 Greenwich Okulu [3]



Austrian



Roman



Festoon

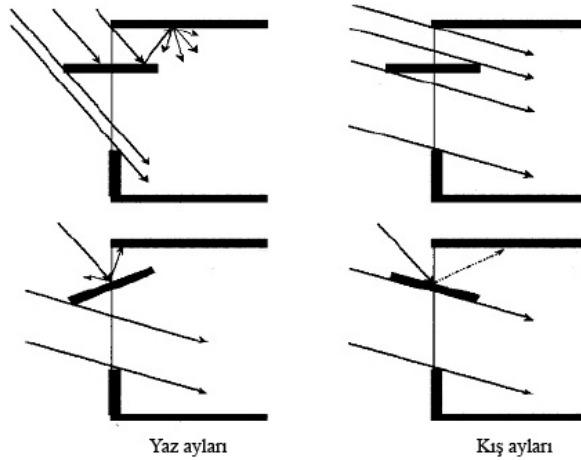
Şekil 2.51 Austrian, Roman ve Festoon Perdeler [3]



Şekil 2.52 İç mekanda perde etkisi [3]

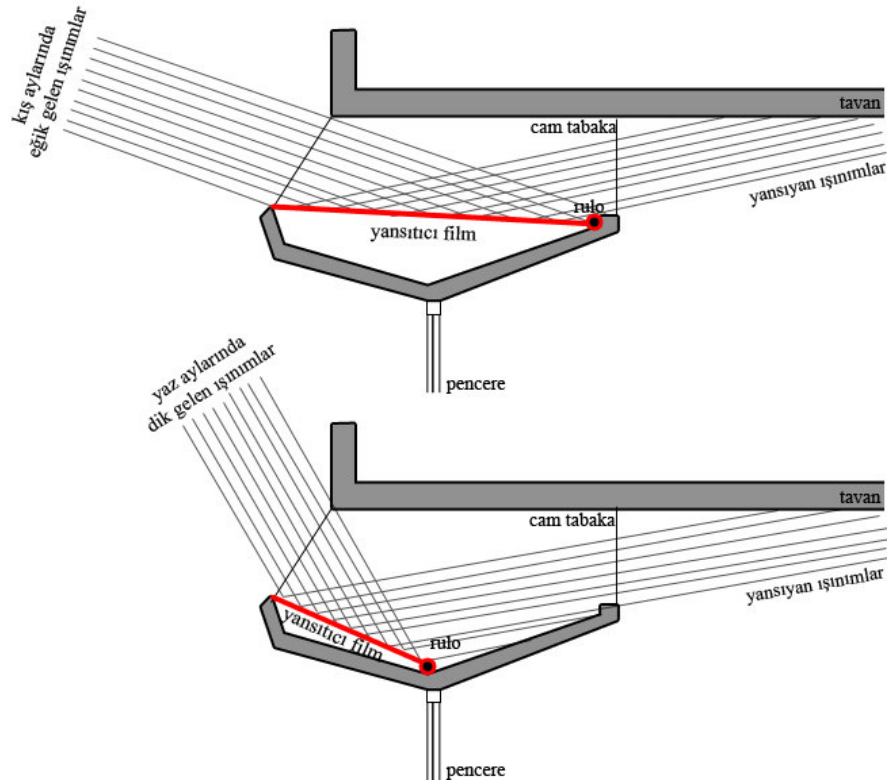
Işık Rafları:

Işık rafları yatay güneş kıran panelleri biçimli gölgeleme yapan ve aynı zamanda üst yüzeylerindeki yansıtıcı malzemeyle iç mekana kontrollü dolaylı ışık sağlayan elemanlardır. Doğrudan gelen güneş ışınimleri hacim tavanına yansıtılarak aydınlanma elde edilirken ser etkisinin önüne geçilmektedir. Şekil 2.53’de yaz ve kış aylarında pozisyonu güneş açılarına göre ayarlanabilen bir ışık rafı kesiti görülmektedir. (Matusiak, 1998)



Şekil 2.53 Işık rafları (Matusiak, 1998)

Panelin değil yansıtıcı filmin hareketiyle mevsim ayarlamalarının yapıldığı ışık rafları da uygulanmaktadır. (Şekil 2.54) Ruloya bağlı yansıtıcı film yaz ve kış aylarında ayrı pozisyonlar alarak değişken eğiklik derecelerine uyum sağlarlar.



Şekil 2.54 Rulolu ışık rafının mevsimlere bağlı durumu (Matusiak, 1998)

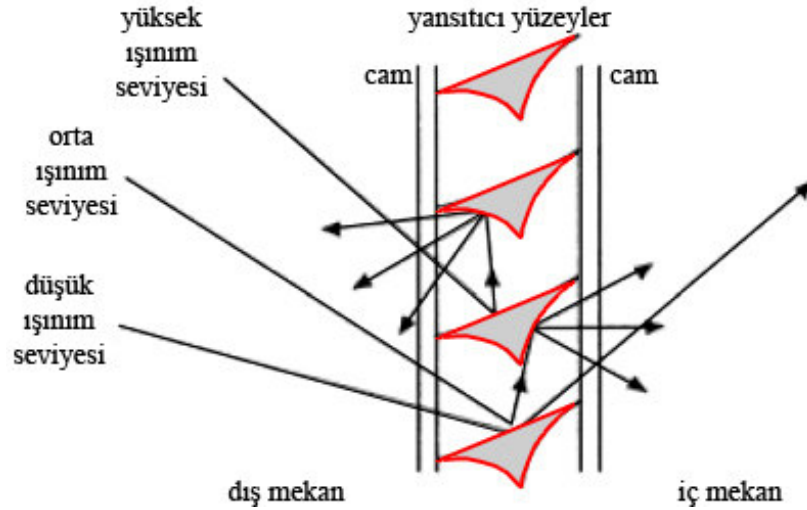
Şekil 2.55’de NBBJ Architects tarafından tasarlanan 2002 yılında yapımı tamamlanan Seattle Adalet Mahkemesi görülmektedir. Saydam cephede döşeme seviyesinden 8 feet aşağıya, doğal havalandırmalı çift cidar arasına yerleştirilmiş ışık rafları doğal aydınlığı yatay yöne yansıtarak açık ofislerin derinliklerine kadar taşıyarak iç mekanda kaliteli yayılmış aydınlık sağlamaktadır [10].



Şekil 2.55 Seattle Adalet Mahkemesi [10]

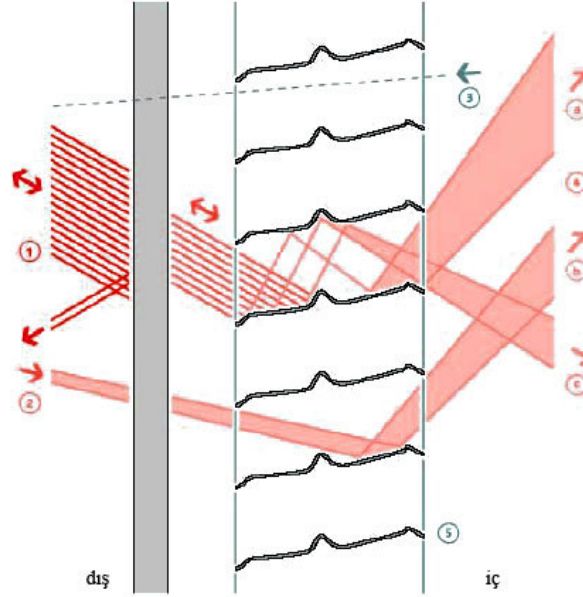
Jaluziler:

Güneş kıran panellerle aynı prensipte çalışan panjur ve jaluziler daha küçük boyutlandırılmalarıyla uygulama kolaylığı sağlarken farklı kullanımlara da olanak tanırırlar. En yaygın türleri hareketli doğrusal kesitli olanlardır. Ancak kesitleri özel olarak tasarlanan jaluziler çok daha yüksek verimle güneş kontrolü sağlayabilmektedir. (Matusiak, 1998)



Şekil 2.56 Jaluzi kesiti 1 (Matusiak, 1998)

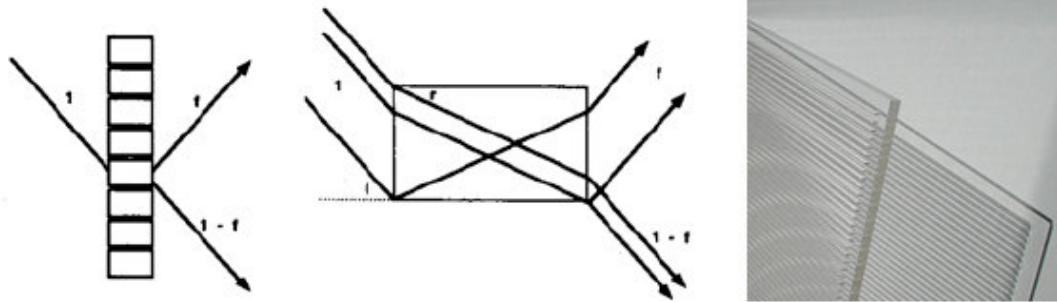
Şekil 2.56 ve 2.57’de görülen jaluziler, kesitlerindeki yansıtıcı yüzeylerle yazın dik gelen rahatsız edici ışınları engellerken, kış aylarında eğik gelen ışınların iç mekana dolaylı ulaşmasını sağlamaktadırlar.



Şekil 2.57 Jaluzi kesiti 2 (Matusiak, 1998)

Laser Cut Panel:

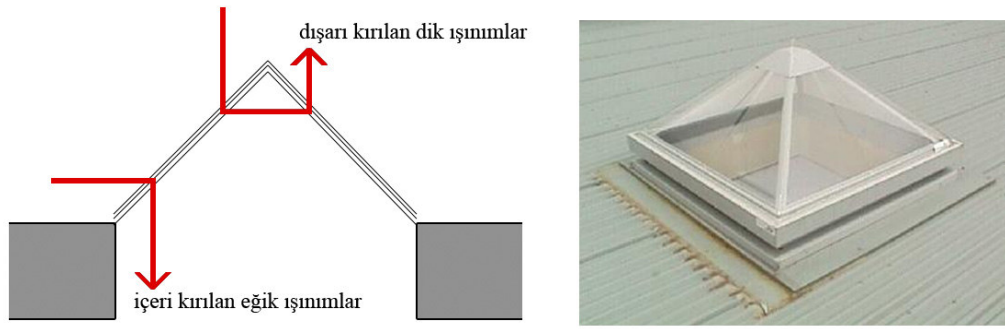
LCP akrilik panellerin düzgün doğrusal kesimlerinden oluşturulur. Doğrusal kanalların birleşme noktalarında ışık kırılarak yön değiştirir. Kırılmanın açısı basitçe malzemenin fiziksel özelliğinden gelir. Panellerin etkinliği kanalların sıklığı, frenaksı ve malzeme kalınlığına göre değişir. Pratik olarak panel boyutlarında limit yoktur. LCP yüzeylerde arka görüntü bozulur ve deforme olur. Kırılan ışınların parlaması kontrollü değildir. (Matusiak, 1998)



Şekil 2.58 LCP kesitleri ve detayı (Matusiak, 1998, ECBCS, 2000)

Şekilde 2.58’de LCP’lere ulaşan ışınımın kırılması görülmektedir. Yüzeye ışınım ne kadar yüksek gelirse o kadar kırılacaktır. Dik gelen istenmeyen güneş ışıkları bu durumda kırılarak iç hacim tavanına yönlendirilecektir. (Matusiak, 1998, Laar, 2001)

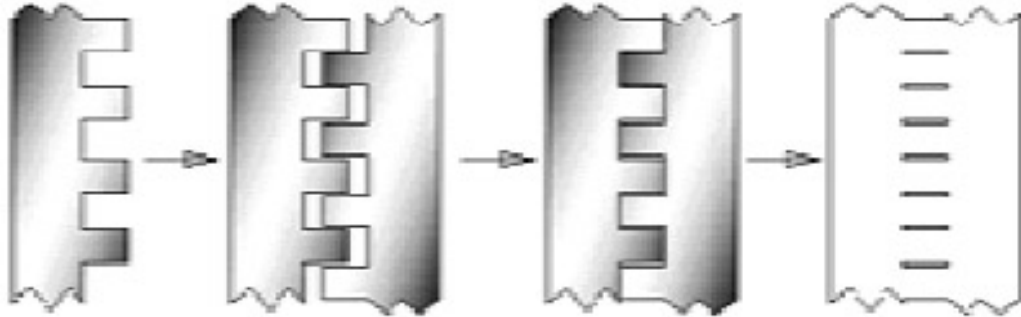
LCP çatı ışıklıklarında da kullanılabilir. Şekilde görülen LCP sistemi güneşin dik geldiği zamanlar için dışarı kırılmasını, eğik geldiği zamanlar için da iç mekana alınabilmesini sağlayarak etkin bir güneş kontrolü sağlamaktadır.



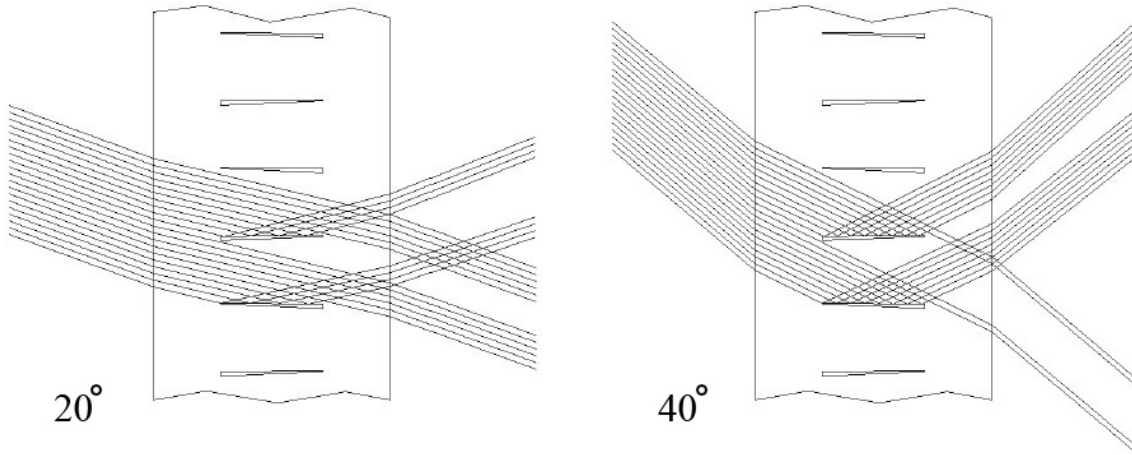
Şekil 2.59 LCP'nin çatı ışıklıklarında kullanımı (Matusiak, 1998)

Serraglaze:

(Şekil 2.60 ve 2.61) Mikrokopyalanan prizmalar dahili ışık rafları gibi davranan hava cepleri yaratmak için iki koruyucu cam tabakasının preslenmesiyle oluşturulur. Soğurma katsayısı düşük olması nedeniyle enerji kaybı azdır, istenmeyen ışınları tercih edilen taraflara yönlendirir.

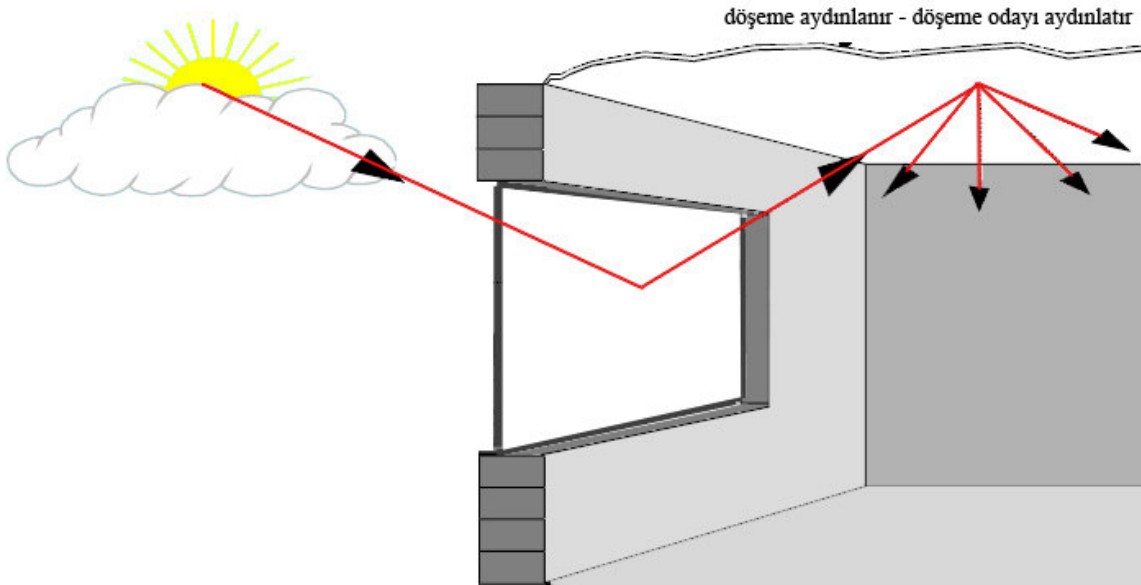


Şekil 2.60 Serraglaze imalat aşamaları (Matusiak, 1998)



Şekil 2.60b Serraglaze kesitinde ışınların kırılması (Matusiak, 1998)

Pencerelerde, cam cephelerde, çatı ışıklıklarında, atrium çatılarında tercih edilen malzeme aydınlığın hacim derinliklerine iletilmesini sağlarken, parlamayı da önlemektedir. Şekil 2.61’de serraglaze malzemenin ışınları yönlendirmesi görülmektedir [11].

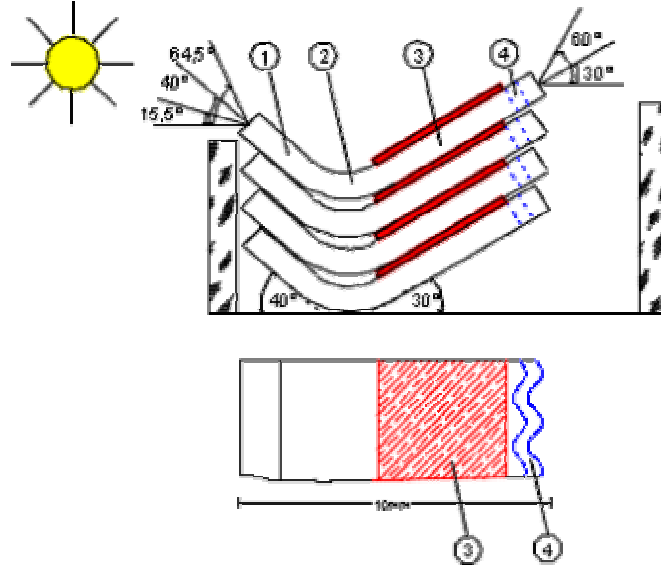


Şekil 2.61 Serraglaze cephede ışınların davranışı ve iç mekan etkisi [11]

LIF Sistemleri:

Güneş ışığını hacim derinliklerine kontrollü bir şekilde taşıyan LIF sistemi rahatsız edici ışınları hacim tavanına yönlendirerek kontrollü bir geçiş sağlamaktadır. LIF elemanları bir ya da daha fazla şeffaf pleksiglas profillerlerin düşey dizilmiş modüllerinden oluşur. Çıta benzeri profiller tipik olarak 10 mm genişliğinde ve 330 mm uzunluğundadır. Çift cam içi kullanımı için idealdir. Profiller dört aşamalıdır. (Şekil 2.62) 1 no’lu noktadan profile ulaşan

ışık sırasıyla 2 ve 3 no'lu noktalara aktarılır. 3 no'lu noktada bulunan kaplama yardımıyla parlaması engellen ışık 4 numaralı alandan hacim içerisine dağıtılır [12].



Şekil 2.62 LIF sistem kesiti [12]



Sıradan cam yüzey

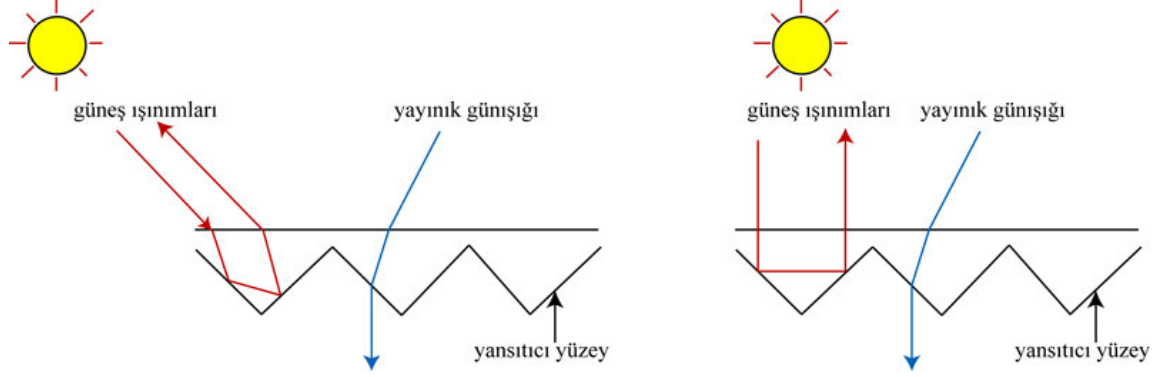


LIF sistemli cam yüzey

Şekil 2.63 Düz cam yüzeyin LIF sistem ile karşılaştırılması (Matusiak, 1998)

Prizmatik Paneller:

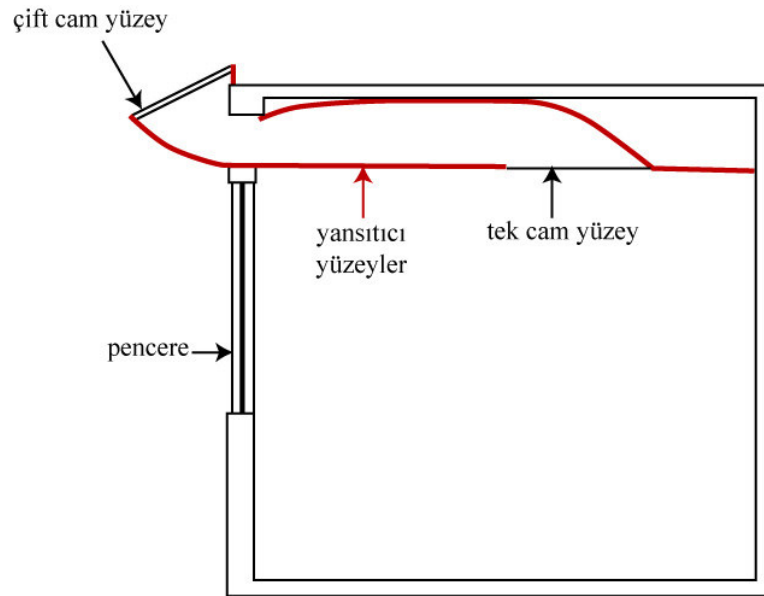
(Şekil 2.64)Yayınık güneşışğının yönünü değıştirerek hacme taşıırken, doğrudan gelen güneş ışıınımlarını kırarak yansıtan panel sistemidir. Üretilen çeşitli kesitlerde farklı etkiler yaratabilmektedir. (Matusiak, 1998)



Şekil 2.64 Prizmatik panel kesiti (Matusiak, 1998)

Anidolik Sistemler:

Harici gükyüzüne yönelmiş toplaç aracı ve yansıtıcı yüzeylere sahip sistem iç mekanda gün ışığı etkisini arttırarak mekan derinliklerine aydınlık sağlayabilmektedir. Aşırı güneşli günlerde kontrol sağlamak amacıyla toplaç yüzey üzerinde film perde kullanımı da uygulanmaktadır. Şekil 2.65’de sistem kesiti görölmektedir. (Matusiak, 1998)



Şekil 2.65 Anidolik sistem kesiti (Matusiak, 1998)

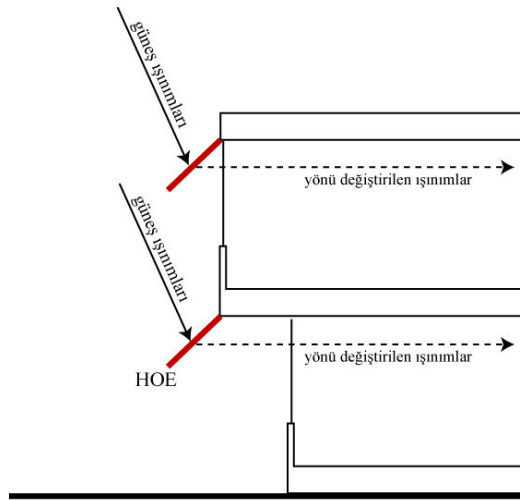
Şekil 2.66'da Philippe Samyn ve ortakları tarafından tasarlanan Brüksel'de Caisse-Conge binasının yeniden kullanımı için tasarlanan cephe ve anidolik elemanlar görülmektedir. [13]



Şekil 2.66 Caisse-Conge Binası cephesinde anidolik elemanlar [13]

Holografik Camlar:

Holografik Optik Eleman (HOE) olarak da bilinen sistem güneş ışığı aydınlığını korurken aynı zamanda etkin gölgeleme de sağlamaktadır. Işınlamaların yönünü değiştirerek hacmin derinliklerinde aydınlık sağlayabilen holografik optik yüzeyler rahatsız edici ışıklılık kontrastlarını da engellemektedir. (Matusiak, 1998)



Şekil 2.67 HOE sistem kesiti (Matusiak, 1998)

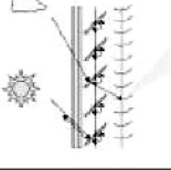
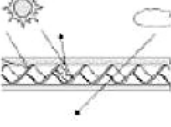
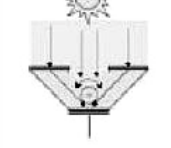
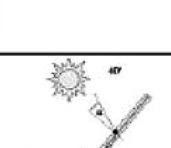
Mimarlıkta bir güneş kontrolü problemi karşısında uygun aracın belirlenmesi için kontrol elemanlarının iklim, konum özellikleri ve çeşitli kriterler doğrultusunda kıyaslandığında tablolardan yararlanılabilir. Tablo 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.4’de 2.1.8 bölümünde bahsedilen güneş kontrol araçlarının karşılaştırılması görülmektedir. Tablo 2.1, ECBCS (Energy Conservation in Buildings and Community Systems) tarafından hazırlanan tablolar ilkesinde hazırlanarak tablolar 2.2, 2.3 ve 2.4’e ilave edilmiştir.

Tablo 2.1 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 1

tip / ad	şema	iklim	konum	kriterler						
				doğrudan ışınlara karşı koruma	dış mekan algısı	mekan derinliklerine aydınlık transferi	homojen aydınlatma	yapay aydınlatma gideri tasarrufu	güneş takibi hitiyacı	uygulanabilirlik
güneşkırın kanatlar		tüm iklimler	düşey pencereler, çatı açıklıkları	E	O	H	E	H	O	E
storlar çekme perdeler		tüm iklimler	düşey pencereler	E	O	H	O	H	H	E
tenteler		sıcak iklimler	düşey pencereler	O	E	H	O	H	O	E
perdeler		tüm iklimler	düşey pencereler	E	O	H	O	H	H	E
jaluziler		tüm iklimler	düşey pencereler	E	O	H	O	H	O	E

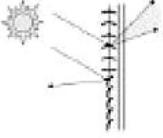
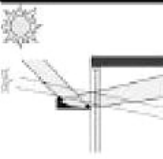
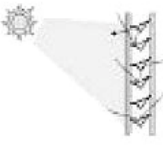
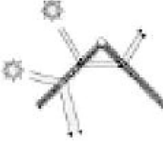
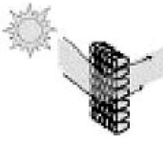
“E” evet, “H” hayır, “O” orta seviyede, “T” test aşamasında anlamında kullanılmıştır.

Tablo 2.2 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 2 (ECBCS, 2000)

tip / ad	şema	iklim	konum	kriterler						
				doğrudan ışınlara karşı koruma	dış mekan algısı	mekan derinliklerine aydınlık transferi	homojen aydınlatma	yapay aydınlatma gideri tasarrufu	güneş takibi ihtiyacı	uygulanabilirlik
prizmatik paneller		tüm iklimler	düşey pencereler, çatı ışıklıkları	O	H	O	O	O	O	E
prizmalar ve jaluziler		sıcak iklimler	düşey pencereler	E	O	E	E	E	E	E
güneş koruyucu yansıtıcı elemanlar		sıcak iklimler	çatı ışıklıkları, cam çatı yüzeyleri	O	H	H	E	H	H	E
anidolik zenital açıklıklar		sıcak iklimler	çatı ışıklıkları	E	H	H	E	E	H	T
Holografik Optik Elemanlı yön seçici sistem		tüm iklimler	düşey pencereler, çatı ışıklıkları, cam çatı yüzeyleri	O	E	H	O	E	E	T
Holografik Optik Elemanlı şeffaf gölgeme sistemleri		sıcak iklimler	düşey pencereler, çatı ışıklıkları, cam çatı yüzeyleri	O	E	H	E	E	E	E

“E” evet, “H” hayır, “O” orta seviyede, “T” test aşamasında anlamında kullanılmıştır.

Tablo 2.3 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 3 (ECBCS, 2000)

tip / ad	şema	iklim	konum	kriterler						
				doğrudan ışınlara karşı koruma	dış mekan algısı	mekan derinliklerine aydınlık transferi	homojen aydınlatma	yapay aydınlatma gideri tasarrufu	güneş takibi ihtiyacı	uygulanabilirlik
anidolik sistemler		sıcak iklimler, güneşli gökyüzü	göz seviyesi üstü düşey pencereler	E	E	O	O	O	H	T
jaluziler panjurlar		tüm iklimler	düşey pencereler	E	O	E	E	E	E	E
ışık rafları		tüm iklimler	düşey pencereler	O	E	E	E	E	H	E
yansıcı yüzeyli jaluziler		sıcak iklimler	düşey pencereler, çatı ışıklıkları	O	O	O	O	O	H	E
LCP çatı ışıklıkları		sıcak iklimler, güneşli gökyüzü	çatı ışıklıkları	O		E	E	E	H	T
anidolik jaluziler		tüm iklimler	düşey pencereler	E	O	E	E	O	H	T

“E” evet, “H” hayır, “O” orta seviyede, “T” test aşamasında anlamında kullanılmıştır.

Tablo 2.4 Güneş kontrol elemanları karşılaştırması 4 (ECBCS, 2000)

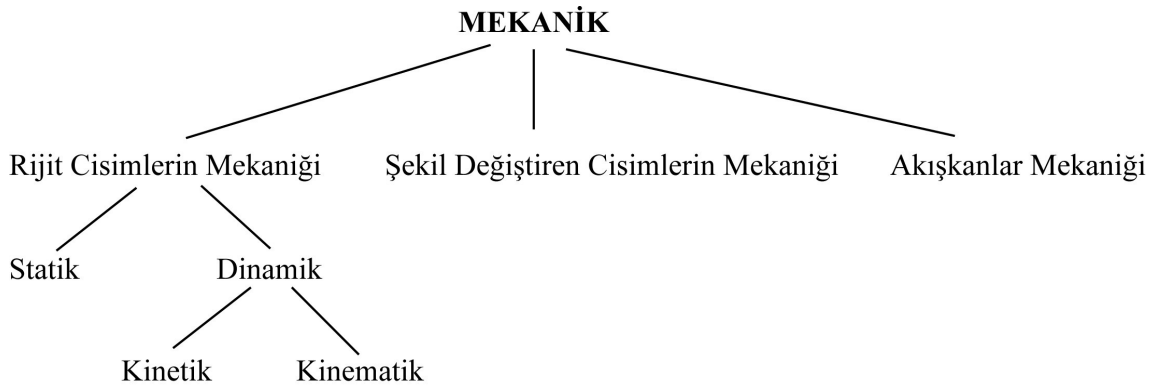
tip / ad	şema	iklim	konum	kriterler						
				doğrudan ışınlara karşı koruma	dış mekan algısı	mekan derinliklerine aydınlık transferi	homojen aydınlatma	yapay aydınlatma gideri tasarrufu	güneş takibi ihtiyacı	uygulanabilirlik
ışık rafları		sıcak iklimler, bulutlu gökyüzü	düşey pencereler	O	E	O	O	O	H	E
anidolik entegre sistemler		sıcak iklimler	düşey pencereler	H	E	E	E	E	H	E
anidolik tavan		sıcak iklimler, bulutlu gökyüzü	düşey cepheler, görüş seviyesi üzeri		E	E	E	E	H	T
balık sistemleri		sıcak iklimler	düşey pencereler	E	O	E	E	E	H	E
HOE içerikli zenit ışığı yönlendirici elemanlar		sıcak iklimler, bulutlu gökyüzü	düşey pencereler, çatı ışıklıkları		E	E	E	E	H	E
LCP		tüm iklimler	düşey pencereler, çatı ışıklıkları	H	E	E	E	E	H	T
Prizmatik Paneller		tüm iklimler	düşey pencereler, çatı ışıklıkları	O	O	O	O	O	E/H	E

“E” evet, “H” hayır, “O” orta seviyede, “T” test aşamasında anlamında kullanılmıştır.

2.2 Kinetik Güneş Kontrol Sistemleri

2.2.1 Kinetik Kelimesi Tanımlamaları

Kinetik kelimesi fizikte “hareketle ilgili, hareket sebebiyle oluşan”, kimyada “kimyasal tepkimelerin hızlarını inceleyen bilim dalı”, teknik terim olarak da “hareket olaylarını inceleyen bilim dalı” anlamlarında kullanılmaktadır. Kelime mimari içerisinde hareket bağlamında ele alınırsa, fizikte kuvvetlerin etkisi altında cisimlerin denge ve hareket şartlarını inceleyen Mekanik bilimi kapsamında değerlendirilir. Mekaniğin rijit cisimleri inceleyen bölümü denge halindeki cisimleri inceleyen Statik ve hareketli cisimlerin inceleyen Dinamik’den oluşur. Cisme etki eden kuvvetlerle kütlesi ve hareketi arasındaki bağıntıyı kuran Kinetik bilimi, bu hareketlerin geometrisiyle ilgilenen Kinematik bilimiyle birlikte Dinamiği oluşturan öğelerdir. Kinetik, mekanik bilimi içerisinde, rijit hareketli cisimleri, kütleleri, onlara etki eden kuvvetleri ve hızlarıyla ele alır. (Gönenç, 2004)

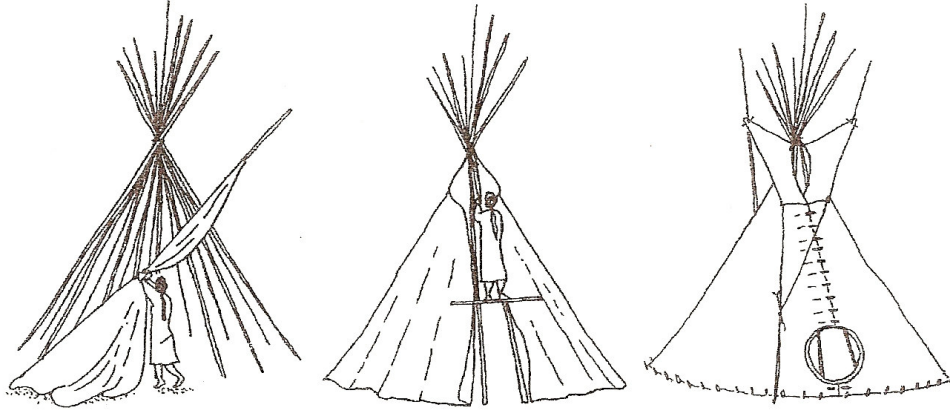


Şekil 2.68 Kinetiğin mekanik içerisindeki yeri

2.2.2 Mimarlıkta Kinetizmin Kısaca Geçmişi

Tarih öncesi zamanlarda insanlar yer değiştirme zorunlulukları doğrultusunda barınma ihtiyaçlarını çeşitli geçici mekanlarla çözüme yolları aramışlardır. Kimi yapılar terk edilirken kimileri taşınabilir, sökülüp takılabilir tasarlanmıştır. Bu konuda uzmanlığa sahip olmayan kullanıcılar dolayısıyla sistemler basitleştirilmiş, kolay sökülüp taşınıp tekrar monte edilebilen yapılar geliştirilmiştir. Yer değiştiren topluluklar yapılarını da yanlarında götürüp yeni yerleşimlerde kullanmışlardır. Şekil 2.69’da Kuzey Amerika yerlilerinin atların evcilleştirilmesi sonucunda bufalo avcılığına başlamalarıyla ihtiyaç duydukları göçebe yaşam için geliştirilen Teepee evi görülmektedir. 5 dakika içerisinde direkleri dikilip, on beş dakika

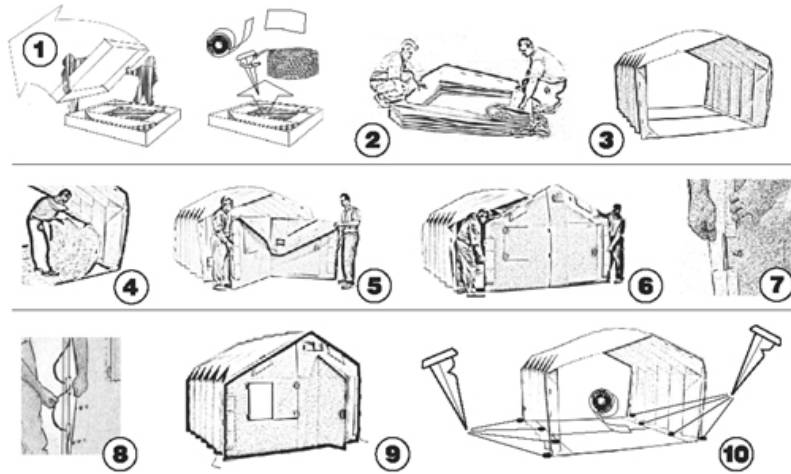
içerisinde örtüsü yerleştirilebilen bu yapılar günümüzde ileri toplumlarda bile üretilmekte, satılmakta ve uygulanmaktadır.



Şekil 2.69 TeePee Evi Kurulum Aşamaları (Gönenç, 2004)

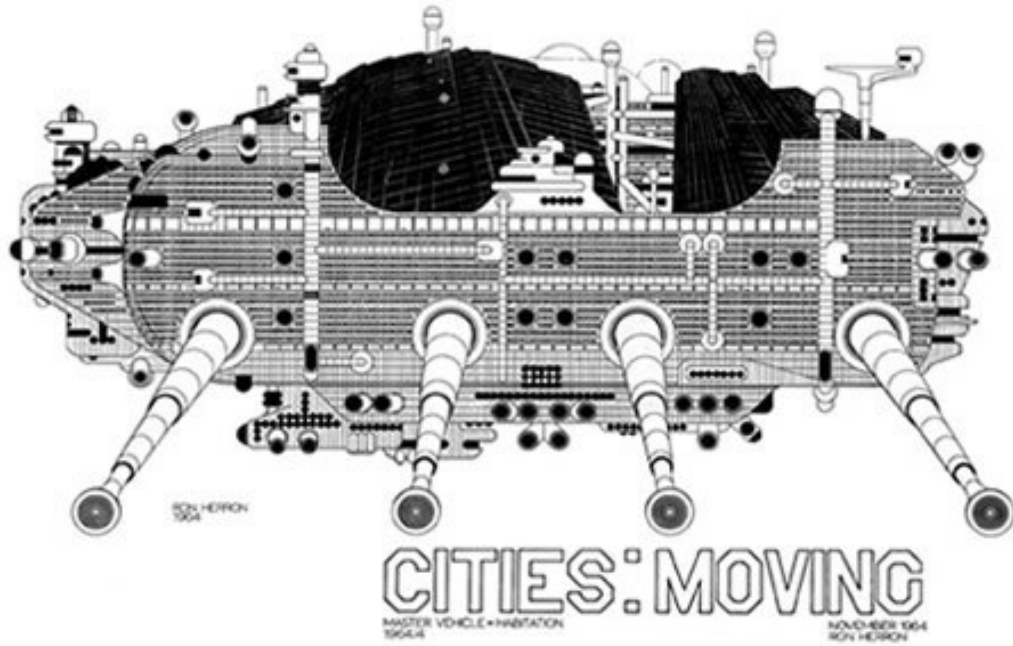
Göçebe yaşam biçimlerinden yerleşik hayata geçiş dönemlerinde ise taşınabilir yapıların yanında kalıcı ve statik yapılar zaman içerisinde değişen ihtiyaçlara göre esneklik gösterebilme kabiliyeti kazanmıştır. Yapının tamamında olmasa da bileşenlerinde kazanılan hareketlilik potansiyeli, mekanlara değişkenlik, uyum sağlayabilme özelliği katmıştır.

1900 öncesi dönemlerde prefabrike taşınabilir, hareketli bileşenli yapılar, sömürgeci, göçmen yapıları kinetik yapı örnekleri olmuşlardır. Endüstri Devrimi ile kinetik sistemlerin hareket sağlayıcıları artık sadece insan değil mekanik bileşenler haline gelmiştir de. İnsan kontrolündeki kinetik elemanlar mekanik hareket ettiriciler ile şekil değiştirmiştir.



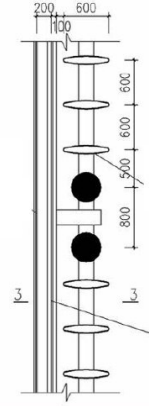
Şekil 2.70 Mobil ev kurulum aşamaları [14]

20. yüzyıla gelindiğinde insanlar hayal etmeye, yenilikçi kinetik mimarlık düşünceleri üretmeye başlamışlardır. 1904’de “Ütopya Savaşçısı” adlı romanıyla Paul Sheebart birbirlerine bağlı dev balonların taşıdığı kentler, evlerden bahsetmiştir. 1926’da, K.Selinsli ise “stil ve metal” adlı eserinde şunları yazmıştır: “Bugün, hala arabalar insanları şehrin sokaklarında taşıyorlar.Yarın, kaldırımların kendileri hareketlenecek,harekete duyarlı aydınlatmalar,otomatik açılan kapıların şimdiden olduğu gibi. Neden metal bir temelin üstüne kurulu, kendi aksı etrafında dönebilen, camdan ve alüminyumdan duvarlarıyla devasa bir ev inşa edilmesin? Belki insan topluluklarını bir odadan başka bir odaya yönlendirebilecek,ve onlara dev alanlar sunabilecek, belki de seyirci yığını konuşmacıya yaklaştıracak değişik seviyelerde platformlar sunacak bir saray olabilecek. Asansörler yerine insanları taşıyabilen dönen spiraller kullanılabilir. Neden git gide güneşe dönebilen, geceleri ışığını sokağa yansıtabilen sınıflar, laboratuvarlar, ameliyathaneler inşa edilemesin?”. (Şekil 2.71) Archigram grubunun ortaya attığı hareket eden şehir düşünceleriyle Kinetik Mimarlık ufukları genişlemiş, işin içine giren yeni malzemeler skalasıyla yeni fikirler uygulama olanağı bulmuştur. Katlanabilir geometriler, kayan, şişen-sönen, dönen, uzayıp kısalabilen yapı elemanları mekansal ihtiyaçlar doğrultusunda yapılara esneklik, sürdürülebilirlik kazandırmıştır.



Şekil 2.71 Hareket eden şehir [16]

Son dönemde ise kinetik mimarlık çalışmaları bilgisayar teknolojilerinin katkı sağlaması doğrultusundadır. Kendi kendine düşünen, bilgisayar desteğiyle kara verebilen, ve bu karar doğrultusunda içeriğindeki mekanik sistemlerle kendiliğinden şekil değiştirebilen Akıllı Kinetik Sistemler günümüzün hareketli yapı anlayışında yenilikçi yaklaşımdır. Çevresel faktörleri elde edebilen sensör teknolojileri, yazılım ve yapay zeka teknolojileri mimari kinetizme girdi ve bir yandan da kompozisyona etken olabilmektedir.



Şekil 2.72 Düşük enerji demo binası [15]

Şekil 2.72’de Tsinghua Üniversitesi, Bina Teknolojileri Bölümü’nde, Prof. Jiang Y önderliğinde tasarlanan Düşük Enerji Demo Binası görülmektedir. Sürdürülebilir mimarlık kavramı içerisinde minimum enerji tüketimini amaçlayan yapıda akıllı kinetik cephe elemanları, değişken güneş durumu karşısında sürekli etkin olabilen değişken cephe elemanları yüksek performanslı güneş kontrolü sağlamaktadır [15].

Her zaman olduğu gibi farklılaşabilme, farklı durumlara uyum sağlayabilme yeteneği elde edilmesi gereken büyük bir avantajdır ve gelecekte de böyle olmaması için bir neden yoktur. Kinetizm mimarlığın içinde evrimleşerek sürekli yer alacaktır.

2.2.3 Tam, Yarı, Algıda Kinetik Mimarlık

Kinetik Yapılar kinetik elemanlarına göre üç farklı başlıkta inceleyebiliriz:

Tam Kinetik Sistemler

Strüktürün ve bileşenlerin tamamının koordineli olarak hareket ettiği yapılardır. Tarih öncesi dönemlere ait konutlar, prefabrike sömürgeci ve göçmen konutları, yirminci yüzyıl yenilikçileri tarafından gerçekleştirilmiş yapılar, askeri barınak yapıları, modüller, flat-pack sistemler, tente sistemleri, pnömatik yapılar, afet sonrası yapıları, önceden bütün olarak

üretmiş prefabik yapılar, diğer gezegenler üzerinde inşa edilmesi planlanan yapılar, akıllı kinetik yapılar, sistem bileşenlerinin tümünün koordineli bir biçimde hareket ettiği kinetik sistemlerdir.



Şekil 2.73 Oluklu propilen barınak [14]

Tam kinetik sistem örneği olabilecek şekil 2.73'deki oluklu propilen acil durum barınağı 68 kg'lık ambalajının açılmasını izleyen 5-10 dakika içerisinde kullanıma hazır hale gelebilmektedir. Ultra viyole ışınlarına karşı dirençli yeniden dönüşümlü propilen malzeme ana gövdede 4mm, taban ve uç kısımlarda 5 mm kalınlıkta kullanılmıştır. Yapı kullanımı tamamlandıktan sonra tüm gövde malzemesi ve ankraj malzemeleriyle sökülüp başka bir yere kurulabilmektedir.

Yarı Kinetik Sistemler

Yapının bazı bileşenlerinin koordineli ya da ayrı ayrı hareket ettiği yapılardır. Bileşenlerine ayrılan prefabrik yapılar, hareketli çatılar, hareketli cephe sistemleri, expo yapıları, sabit strüktür içerisinde hareketli modüler mekanlar, akıllı kinetik sistemler, dinamik strüktürler, asansörler, hareketli kapılar, bölücüler, duvarlar, tavanlar yarı kinetik sistemler olarak gruplandırılabilirler.

(Şekil 2.74) Yarı Kinetik Sistem örneklerinden oldukça ilginç olan Diller ve Scofido'nun Blur Pavyonu kinetik mimarlık tartışmalarında adı sıkça geçmektedir. Binlerce jetten gölden aldığı suyu sayısız minik damlalar halinde püskürten metal strüktür etrafında mekan oluşturan bina bu bileşenleriyle yarı kinetik olarak anılabilir. Geçici heykel bina yüksek basınçlı püskürtme teknolojisiyle dakika dakika değişen bir sis bulutu gibidir. Kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda şekillendirilebilen mimari likit form düşüncesinin esas alındığı tasarımda kullanılan bilgisayar programı sıcaklık, nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü gibi çeşitli iklimsel koşullar karşısında püskürtme basıncını ayarlar [17].



Şekil 2.74 Blur Building [17]

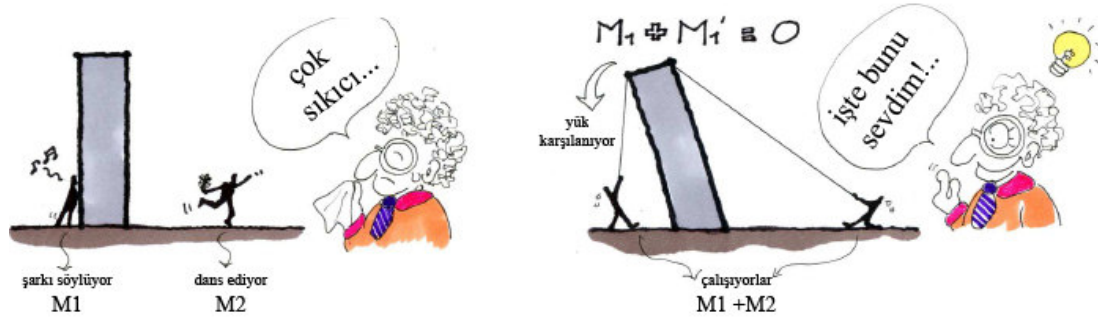
(Şekil 2.75) Yarı kinetik kategoride ele alınabilecek diğer bir yapı “Dönen Ev”dir. Herhangi bir geometrik biçimde tasarlanabilen yapı, motor kullanılarak 360 derece döndürülebilmektedir. Bir açma-kapama anahtarıyla kontrol edilen hareketin nedeni arzu edilen değişken manzara fikri olmakla birlikte farklı istek ve ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilebilir bir tip yapıdır. (Gastite, 2004)



Şekil 2.75 Dönen Ev (Gastite, 2004)

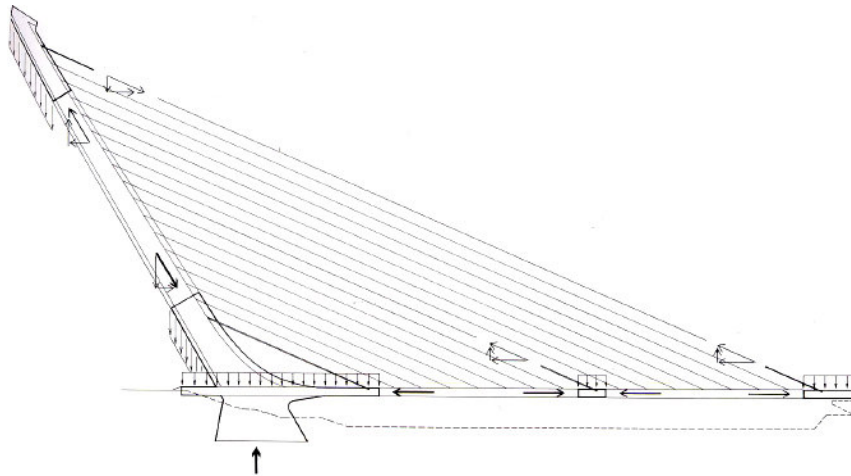
Algıda Kinetik Sistemler

Farklı bir yaklaşımla devinimleri var olmadığı halde algıda kinetik etkiler yaratabilen örnekleri de bir üçüncü gruba dahil edebiliriz. Tekrar eden dizilerin kesintiye uğratılması, hacim orantılarının, doluluk boşlukların arasında ritmik ilişkiler, derinlik ve perspektif oyunları bulunan kompozisyonlar statik yapı elemanlarıyla algıda kinetik etkiler oluşturabilmekte, “hareketli” olarak tanımlanabilmektedir.



Şekil 2.76 Alamillo Köprüsü tasarım sürecinde Calatrava karikatürü (Anne 2002)

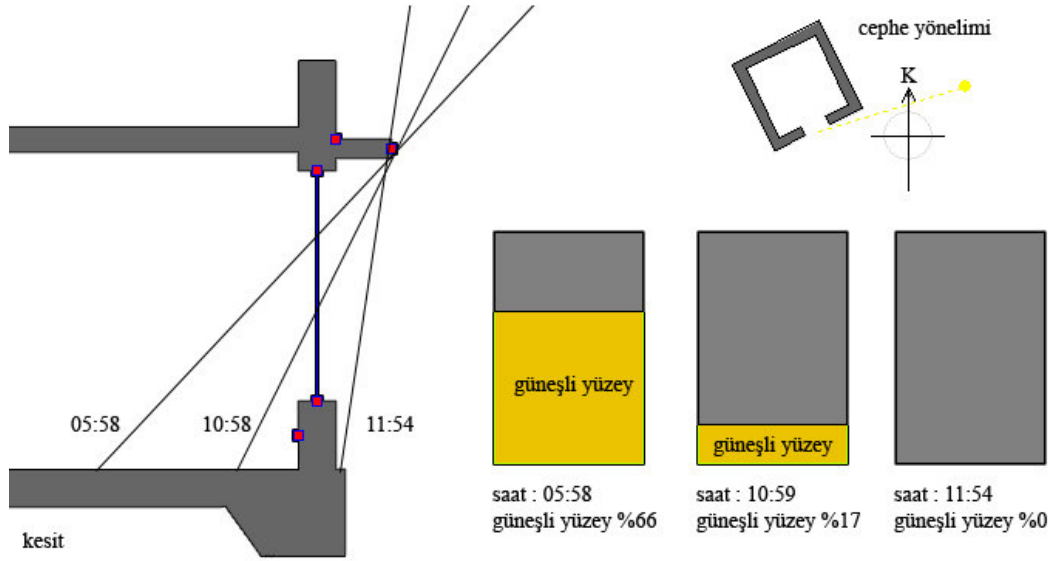
İspanya'nın ev sahipliği yaptığı Expo'92 fuarı hazırlıklarının önemli bir kısmını oluşturan yeni dört köprü inşasında Calatrava' dan iki tanesinin tasarımı istenmiştir. (Şekil 2.76) Alamillo Köprüsü tasarımında Calatrava, kinetik hareketi statik yapı elemanlarıyla ifade etmeyi denemiştir. İnsan vücudundan da esinlenerek yarattığı estetik form aynı zamanda yeni bir kablo taşıyıcılı köprü tipini ortaya çıkarmıştır. (Şekil 2.77) 58 derecelik eğiklikteki beton pilon, ağırlığıyla, kendisine asılı kablolar ile onlara bağlı köprü kirişlerini dengede tutabilmektedir. Ortaya çıkan heykel yapı statik yapı elemanlarıyla elde edilen hareketli kompozisyonlara, algıda kinetik mimarlığa iyi bir örnektir. (Anne 2002)



Şekil 2.77 Alamillo Köprüsü strüktürel analizi (Anne 2002)

2.2.4 Mimarlıkta Güneş Kontrolünde Kinetik Yaklaşımlar

Mimarlıkta kinetizmin ortaya çıkış nedeni ihtiyaç duyulan hareketlilik ve esnekliktir. Hareket ve esneklik, güneş kontrolü düşüncesi içerisinde kendilerine yer bulabilecek olgulardır. Güneşin sürekli devinimi ve dolayısıyla değişken güneş-yapı ilişkisi karşısında tavır değiştirebilen yapılar, mekanlar ve yapı elemanları ihtiyaç duyulan esnekliği sağlayabilmektedir. Hareketli bir hedef karşısında hareketli elemanlarla kontrol, geleneksel yöntemlere göre çok daha etkindir.



Şekil 2.78 Güneşli cam yüzeyin zamana bağlı değişimi

Şekil 2.78'de 35° Kuzey enleminde, 0° boylamında bulunan, güneydoğu yönüne bakan bir cam yüzeyi ve sabit güneş kırının, 26 Temmuz 2006 gününün çeşitli anlarında ışınlımlarla ilişkisi görülmektedir. Sabit bir güneş kontrol elemanı gün içerisinde belirli zamanlarda etkisiz kalabilmektedir. Belirlenen tarih için gün boyunca etkili olabilecek sabit bir sistem, yıl boyunca aynı etkinliği sürdürmeyebilir. Bu temel ilkedan hareketle uygulanan kinetik güneş kontrolü yaklaşımlarını hareketli yapılar, hareketli mekanlar ve hareketli cephe sistemleri gruplarına ayırarak inceleyebiliriz.

Hareketli Yapılar ve Mekanlar

Hareketli güneş hedefi karşısında tüm bileşenleriyle hareket ederek uyum sağlayabilen yapılardır. Patrick Marsilli'nin 1986'da ortaya attığı dönen kubbe fikrinde yapılan ilk örnek şekilde görülmektedir. Kubbe, ahşaptan, hafif betondan ya da çelikten imal edilmesiyle 300

derecelik dönüş kabiliyeti kazanmaktadır. 1 beygircüündeki (745 watt) motor döner levayı hareketlendirmektedir. Bu hareketle ilgili tüm mekanik sistemler merkezde gruplanmıştır. Bir anahtarla olabileceği gibi bilgisayar programı yardımıyla da hareketlendirilecek mekanda etkin bir güneş kontrolü elde edilmektedir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)



Şekil 2.79 Devrimci Kubbeler (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Hareketli Cephe Sistemleri

En sık rastlanan kinetik güneş kontrol yöntemidir. Açıklıklar, yarı ve tam geçirgen yüzeylere çeşitli malzeme form ve hareket mekanizmalarıyla uygulanarak iç-dış, güneş ışıınımı-mekan ilişkilerini düzenlerler. Perdeler, storlar, jaluziler, panjurlar, mafsallı güneşkıranlar aynı temel ilkelere sahip çeşitli kinetik güneş kontrol yöntemleridir.



Şekil 2.80 Caltrans District 7 Headquarters Binası (Sullivan 2006)

(Şekil 2.80) Örnek olarak Los Angeles'daki Caltrans District 7 Headquarters Binası verilebilir. Farklı yüksekliklerinde değişik sistemlere sahip binanın güney cephesi geniş fotovoltaiik panellerle kaplıdır. Batı ve doğu cephelerde perfore gölgeleme kafesleri dış duvarın bir feet

önüne takılıdır. Isındıklarında etraflarındaki hava yükselip alt kotlardan taze ve serin havayı çekerek havalandırma sağlar. Her gün pencere önlerindeki 1000 civarında kafes açılıp ve kapanmaktadır. (Sullivan 2006)

2.3 Akıllı Kinetik Güneş Kontrol Sistemleri

2.3.1 Sürdürülebilirlik ve Çevreye Duyarlı Tasarım

Yaşam için ihtiyaç duyulan gezegenimize ait çevre ve kaynakların, şimdiki ile gelecek kuşaklar arasında adaletli kullanımının amaçlandığı günümüz yaklaşımı olan sürdürülebilirlik son yıllarda karşılaştığımız hızlı kirlenme, bozulma ve tükenmeyle önemini iyice hissettirmektedir. Dünya ekonomisindeki çeşitliliğin ve yenilenemez kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi için, bugünkü neslin yenilenemez kaynak kullanımının sınırlandırılması ve eko-sistem üzerindeki olumsuz etkilerin sistemin taşıma kapasitesinin üzerine çıkmayacak şekilde tutulması ilkelerine dayanan sürdürülebilirlik düşüncesi hızla artan nüfus ve kalkınma ihtiyacıyla birlikte değerlendirilmek durumdadır. 1992 yılında Rio Konferansı'nda “ Doğal sermayeyi tüketmeyen, gelecek kuşakların da kendi gereksinimini karşılayabilme olanaklarını ellerinden almayan, ekonomi ve ekosistem arasındaki dengeyi koruyan, sürdürülebilir nitelikte olan ekonomik kalkınma” olarak sürdürülebilir kalkınma tanımlanmıştır.

Artan yerleşim ihtiyaçları ve hızlı yapılaşma, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde ele alındığında, mimarlığın ve yapı teknolojilerinin çevre, ekoloji ve enerji tüketiminde ne kadar etkili olduğu görülmektedir. Duyarsız, hızlı ve plansız yapılaşma yüksek enerji tüketimini ve çevre kirliliğine yol açmakta olması mimarlıkta sürdürülebilir yaklaşımların ortaya çıkmasını kaçınılmaz kılmıştır. Yenilikçi ve duyarlı bu yaklaşımları üç ana başlığa ayırmak mümkündür: (Timoçin, 2001)

Yeniden işlevlendirme

Var olan yapı stoğunun en etkin kullanımı için, günümüz teknolojik gelişmelerine ayak uyduramayan, işlevini yerine getiremeyen binaların yeniden işlevlendirilerek kullanıma kazandırılmasıdır.

Çevreye Duyarlı Tasarım

Bu tür yaklaşımlarda, bütün canlıların bir arada yaşamasının gerekliliği ilkesiyle, kaynakların optimum kullanımı ve çevreye verilen zararın en az düzeyde tutulmasıyla çevreyle uyum

içinde var olmak amaçlanır. Tasarım, yapım, kullanım ve yıkım süreçlerini kapsayan ilkelerle şantiye ve yapım, doğal yaşam, arazi kullanımı, kentsel ilişki, bina formu, mekan organizasyonu, yapı malzemeleri, hava ilişkisi, enerji kullanımı, atıklar, su kullanımı ve yıkım dikkatle ele alınan ölçütlerdir.

Akıllı Binalar

Sürdürülebilir mimari yaklaşımların en ileri seviyesi, çevreye duyarlı tasarımların bir adım önüne geçen geliştirilmiş üst modeller olan akıllı binalar olmaktadır. Özel olarak tasarlanmış akıllı sistemler ve ileri teknoloji ürünleri tasarımda öngörülen belirli esas kapsamında otomatik denetleme ve ayarlamalarla çevre sistemlerini koruma, kaynakların optimum kullanımı, enerji tasarrufu sağlamak gibi hedefler elde edilir. İnsan merkezli ve keyfi davranışlar bu tipolojide yerini tüm canlıların şimdi ve gelecekteki uyumlu biraradalığını sağlayacak davranışlara bırakmaktadır.

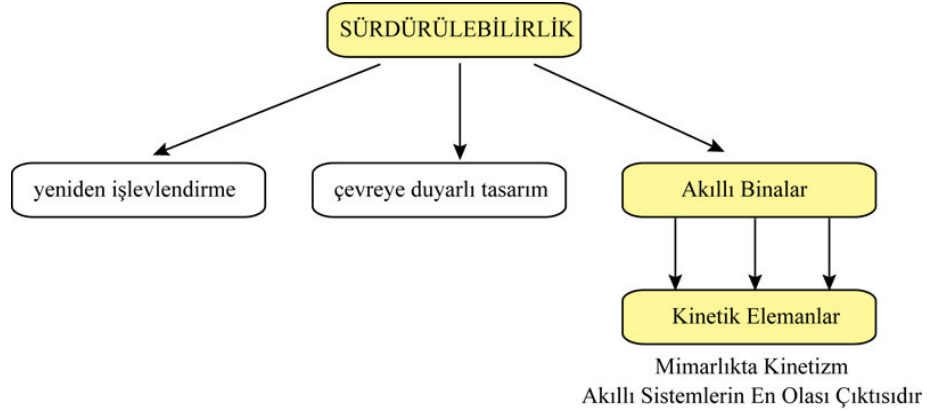
2.3.2 Akıllı Binalar ve Ortaya Çıkış Süreçleri

1980’li yılların başında telaffuz edilmeye başlayan akıllı binalar bilgi teknolojisiyle paralel gelişim göstermiştir. Bina yönetimi, ofis otomasyonu ve haberleşmede yenilikler içeren ilk akıllı bina formları 1980’lerin ikinci yarısında değişime duyarlılık özelliği kazanarak aydınlatma, ısıtma gibi fiziksel koşulları düzenlemeye başlamıştır. 1990’lı yıllardan sonra ise mekan ve iş yönetimine dair problemler bu yapıların çözüm aradığı alanlar olmuştur.



Şekil 2.81 Akıllı binaların gelişimi süreci

(Şekil 2.82) Sürdürülebilirlik ilkelerinin doğrultusunda gelişen mimarlıkta akıllı sistemlerin en olası çıktıları kinetik elemanlar olmaktadır. Değişime duyarlılık, mekan yönetimi kavramları içeriklerinde önemli ölçüde hareket ihtiyacı bulundurmaktadırlar.



Şekil 2.82 Sürdürülebilirlik ve kinetik mimarlık arasındaki ilişki

2.3.3 Mimarlıkta Akıllı Kinetik Sistemler

Mimarlıkta, göçebelikle ortaya çıkan kinetizm, evrimindeki yolunda “akıl” kazanma sürecindedir. Gelişen malzeme, sensör ve bilgisayar teknolojisi, kendiliğinden çeşitli girdiler elde edip, bunlardan analiz ve hesaplamalarla çıktı sağlayan, farklı hareket mekanizmalarıyla farklı şartlara uyum sağlayabilen formların ortaya çıkışını sağlamaktadır. Fox (2000) “değişken yeri, mobilitesi ve-veya değişken geometrisi ve hareketi olan” yapıları kinetik olarak tanımlamış, aralarında açılır-kapanır sistemlerin de bulunduğu çeşitli kinetik sistem tipleri saymıştır. Yapıyı ya da bir yapı elemanını kontrol etme yeteneğine içeren kinetik tipolojilerinin başlangıcında var olmayan “akıllı” olma durumu günümüzde sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlı tasarım bağlamlarında öne çıkan yaklaşımlar haline gelmektedir. Oosterhuis (2003), kinetik mimarlığı “ hareketin biçiminden elde edilen bilgiye sensör ve erişim düzenekleriyle elde edilen kontrolle karşılık verebilen” nitelemesiyle tanımlamıştır.

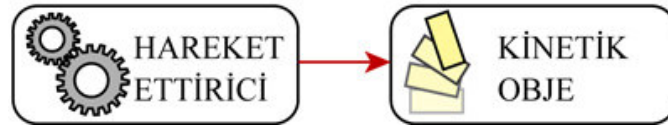
Mimarlıkta akıllı kontrolün en olası kararı olan kinetik, bir kapının açılması kadar basit olabileceği gibi, bir yapının tamamıyla hareketi kadar da büyük olabilmektedir. Mimarlıkta akıllı kinetik sistemlerin temel ilkesi, çeşitli veriler doğrultusunda analiz ve hesaplamalar yaparak ortaya bir hareket çıktısı sağlanmasıdır. Gerçekleştirilen bu iş için girdi ve kinetik obje arasındaki ilişkiyi düzenleyen çeşitli kontrol mekanizmaları kullanılmaktadır.

2.3.4 Akıllı Kinetik Sistem Kontrol Tipolojileri

Kinetik mimarlıkta üç ana kontrol mekanizması vardır. Dahili, harici ve kompozit. Dahili kontrolde sistem bölümlerini çeşitlendirebilecek küçük parçalara ayrılmıştır, kapanır-açılır sistemler gibi. Harici kontrolde sistem ya kendiliğinden ya da dışarıdan başka bir kaynağın gücüyle hareket edebilir. Örnek olarak takılıp sökülebilen bölme duvarlar verilebilir. Kompozit kontrol ise dahili ve harici kontrolü, sisteme formunu farklılaştırabilme ve kütlelerini hareketlendirme yeteneği kazandırmak için bir araya getirir. Tüm bu mekanizmaların geleneksel olma ihtimallerinin yanında akıllı olma imkanları da bulunmaktadır. Dahili, harici ve kompozit sistemler, kontrol sürecindeki değişken koşul-kinetik obje ilişkilerine göre sınıflandırılabilirler. Sistemlerin akıllı olma durum ve dereceleri bu kontrol sınıflandırması içerisindeki pozisyonlarına göre değerlendirilebilir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Doğrudan Kontrol

(Şekil 2.83) Hareket ve kontrol doğrudan gelen bir kaynağın sonucundadır. Kaynak, elektrik motoru ya da insan gücü gibi bir tür hareket enerjisidir. Çatı ışıklığını motorla ya da insan gücüyle açıp kapamak örnek verilebilir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)



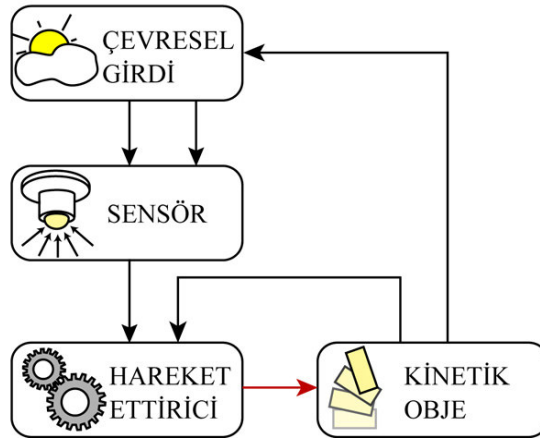
Şekil 2.83 Doğrudan Kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)

Dolaylı Kontrol

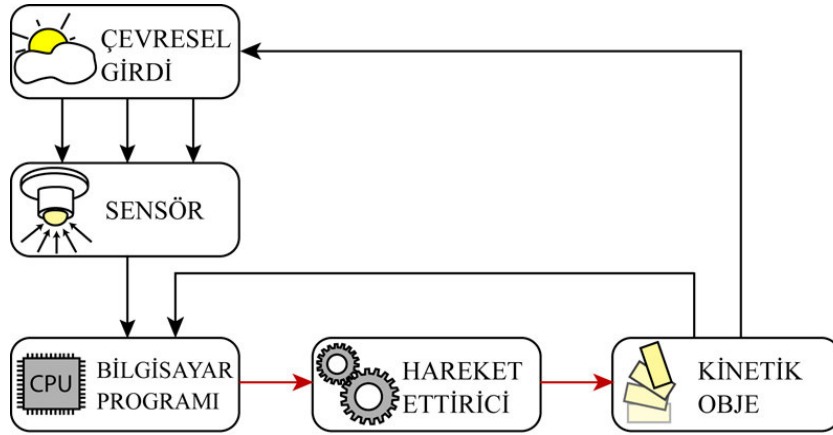
(Şekil 2.84) Hareketin çevresel özellikleri elde eden bir girdi elemanı aracılığıyla kararlaştırıldığı tip kontrol çeşididir. Hareket ettiricinin kinetik objeye sağladığı eylem, girdi elemanının gönderdiği talimatlar doğrultusundadır. Hareket sensörlü otomatik yanan kat lambaları örnek verilebilir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Duyarlı Dolaylı Kontrol

(Şekil 2.85) Bu tip kontrol için girdi aracıyla birlikte bu girdiden elde edilen bilgiyi analiz edip hareket kararına dönüştürebilecek bir işlemci sistemine ihtiyaç duyulur. Sensörler, programlanmış sistemler gibi araçların iletileri işlenerek hareket ettirici aracılığıyla kinetik objede hesaplanmış hareket elde edilir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)



Şekil 2.84 Dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)



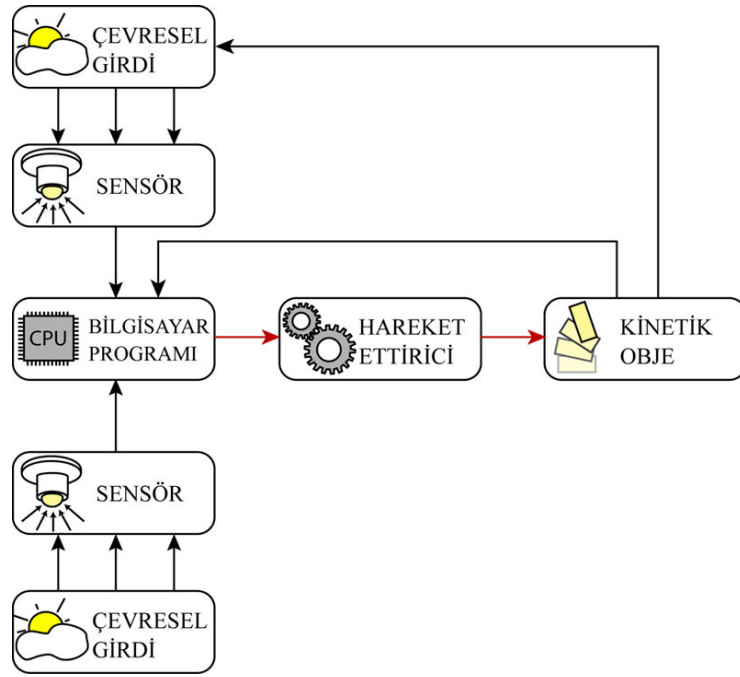
Şekil 2.85 Duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)

Çoklu Duyarlı Dolaylı Kontrol

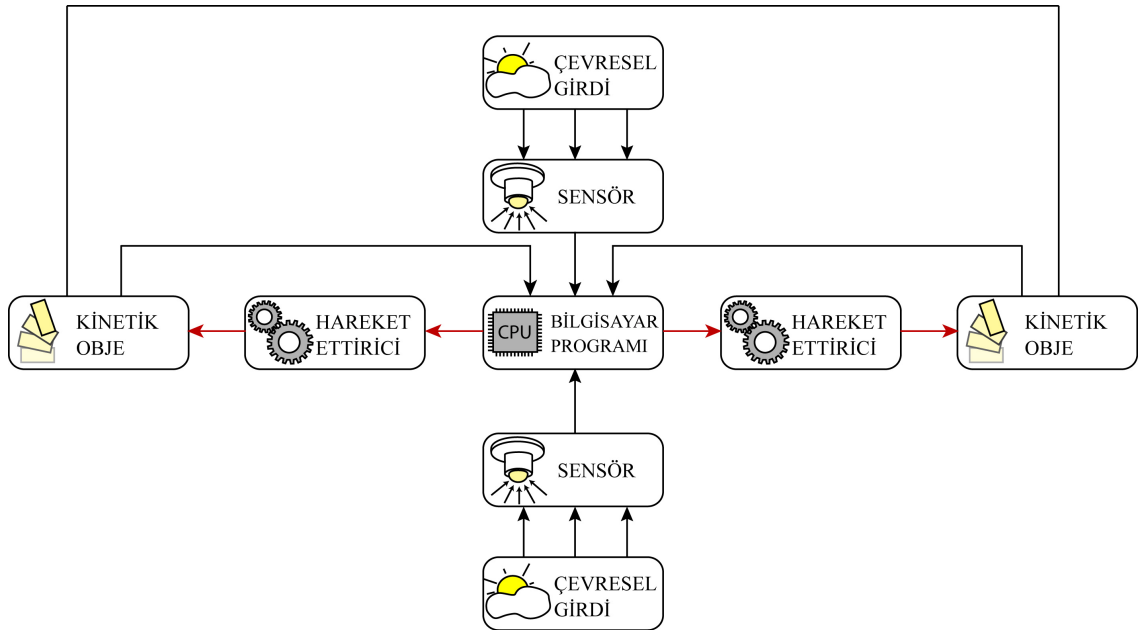
(Şekil 2.86) Bu kategoride kontrol ve hareket birden fazla girdi aracının koordinasyonu ile meydana gelir. Örneğin bir çoklu sensör sistemi elde edilen farklı girdilerle optimum kararı vererek hareketi sağlanması gibi. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Aynı Anda Her Yerde Olan Çoklu Duyarlı Dolaylı Kontrol

(Şekil 2.87) Birçok bağımsız sensör ve erişim düzeneğinin birlikte çalışmasını gerektiren kontrol biçimidir. Hareket, analiz edilen sensör girdisinin hareket mekanizmasındaki yansımasının kararı olacaktır. Kendi kendini yöneten sensör-motor çiftleri bir ağ bütünü şeklinde çalışmasıyla, önceden tahmin edebilen, geri beslemeli, uyum sağlayabilen kontrol algoritması hareket sağlar. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)



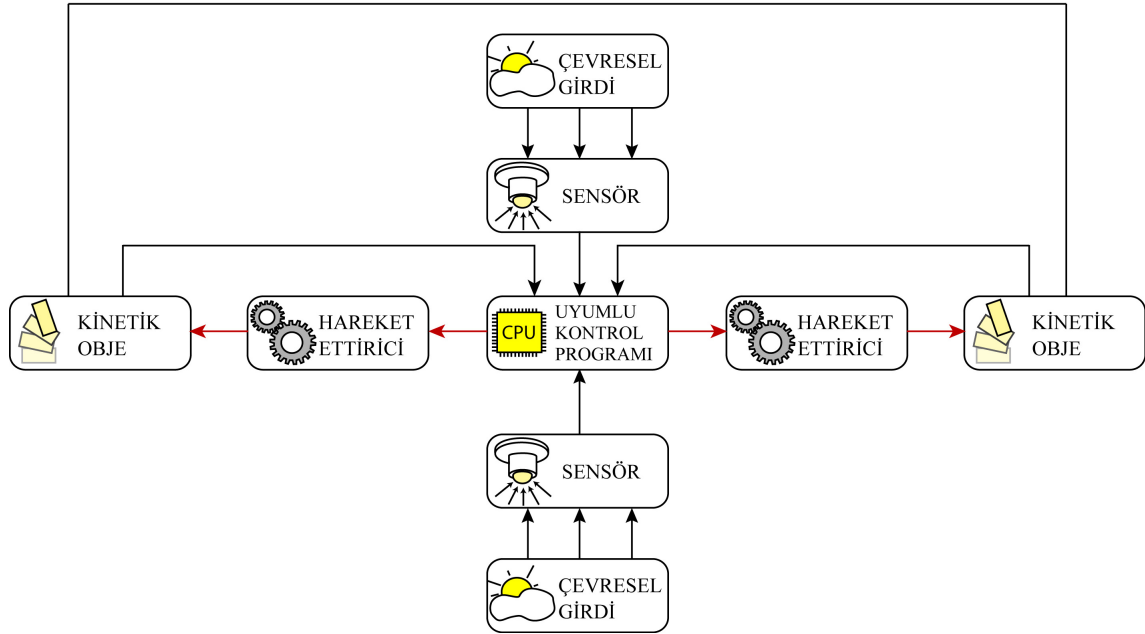
Şekil 2.86 Çoklu duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)



Şekil 2.87 Aynı anda her yerde olan çoklu duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)

Kendi Kendine Öğrenebilen Çoklu Duyarlı Dolaylı Kontrol

(Şekil 2.88) Bu kategorideki sistemlerin kontrol mekanizmaları öğrenme yeteneğiyle koordineli çalışır. Sistem tecrübelerinden elde ettiği bilgiyle kendini daha iyi sonuçlara ulaşmak için geliştirir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)



Şekil 2.88 Kendi kendine öğrenen çoklu duyarlı dolaylı kontrol (Fox., Bryant, Yeh, 2000)

2.3.5 Akıllı Kinetik Sistem Girdi Araçları

Mimarlıkta bir sistemin akıllı olarak nitelenebilmesi için gerekli olan temel kriterler:

- Bilgi toplayıcısı olarak girdi sistemine sahip olma
- Hesaplama ve bilgi analizi yapabilme
- İstekten gelen girdi doğrultusunda tepki gösterebilme
- İhtiyaç duyulan zamanda istenileni gerçekleştirebilme
- Öğrenme yeteneği'dir.

Tüm bu kriter ve sistemler akıllı mimarlığın tanımlamaları içerisinde yer almakta ve ona katkılarıyla tartışma konusu olmaktadır. Bu doğrultuda akıllı her sistem, mutlaka çeşitli yollarla bilgi toplamak zorundadır. Sistemler dört farklı yolla bunu gerçekleştirebilir: gerçek zamanlı sensörlerle, dahili yedekleme ve onarım bilgileriyle, manuel girilen bilgilerle (programlama) ve internete bağlanarak. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Sensörler

Sensörler basitçe, dahili ve harici olarak bilgi toplayan tespit cihazlarıdır. Işınımsal sıcaklık, güvenlik ve izleme, gürültü kirliliği gibi bilgileri gerçek zamanlı toplayanlar harici, enerji, iklim kontrol, ışıklandırma sistemleri ile ilgili sensörler ise dahili olanlara örnek verilebilir. Sensörler dahili ve haricileri kapsayan üç gruba ayrılırlar: (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Güvenlik Sensörleri : Yangın ve duman detektörleri, foto optik, ulaşım, hızlanma-çok-titreşim, insan ve hareket sensörleridir.

Hava durumu ve kalitesi Sensörleri : Hava sıcaklığı, nem, güneş radyasyonu, basınç, ışık, akış (sıvı ve gaz), hava içeriği, kimyasal ölçüm sensörleridir.

Sistem Kontrol Sensörleri : Yapısal sistem kontrol, mekanik sistem kontrol (HVAC sistemi gibi) ve diğer bütün kontrol gerektiren sistem sensörleridir.

Manuel Programlama

Kullanıcılar tarafından programlanan doğrultusunda girdi elde edilen sistemlerdir. Bu tip sistemlerde yönetici ya da uzman herhangi bir zamanda karşılaşılan yeni durumlar karşısında programda değişiklik yapabilmektedir. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

Internet

Internet'e bağlamak sistemlere çeşitli kaynaklardan güncel ve çevrimiçi bilgi edinme kabiliyeti sağlar. Çoğu bilgisayar sistemi ve sürücüsü çevrimiçi olarak güncellemelerini gerçekleştirerek daha performanslı çalışır. Internet' den elde edilen tüm bilgiler bilgi işleme uygulamalarına gönderilerek girdi olarak kullanılır. (Sherbini, K. , Krawczyk, R., 2004)

2.3.6 Akıllı Kinetik Sistemlerin Güneş Kontrolünde Uygulamaları

Gerçek zamanlı, güncel bilgi toplama, bunları işleme ve bu doğrultuda kinetik objeleri hareketlendirerek farklı durumlara uyum sağlayabilme özellikleri gibi akıllı kinetik sistemlerin tüm nitelikleri güneş kontrolü ilkeleriyle örtüşmektedir ve dolayısıyla bu alanda geniş uygulama olanağı bulmaktadır. Yerküre eğik eksen ve kompleks yörüngesiyle ortaya çıkardığı karmaşık ve değişken güneş ışıınımları ilişkisine bağlı problemlere akıllı kontrol mekanizmaları yüksek analiz, hesap kapasiteleriyle kolaylıkla çözüm üretebilmektedir.

Örnek 1:

(Şekil 2.89) RMJM tarafından tasarlanan Hertfordshire Üniversitesi cephesine yerleştirilen harici akıllı güneş kontrol sistemi, gün boyunca güneş hareketlerine göre açı değiştirmektedir. 500 mm genişliğinde toz polyester kaplı alüminyum kanatlar motorlara bağlanmıştır. Kontrol sistemi olan yazılım güneş pozisyonları ve hareketleri bilgisine sahiptir. Hatta hava koşullarının da sisteme dahil edilmesi, Bina Yönetim yazılımlarıyla da entegre kullanılması mümkündür [3].



Şekil 2.89 Hertfordshire Üniversitesi [3]

Örnek 2:

(Şekil 2.90) Devonshire Binası, Newcastle Üniversitesi'nin kalbinde alt katlı büyük bir röper binadır. Geri dönüşümlü malzemeleri, yenilenebilir enerjiyi ve güneş enerjisini benimseyen araştırma, sürdürülebilirlik ve yerel e-bilim merkezi Üniversite'nin çevreye karşı sorumluluğunu göstermektedir. Güney cephelerde kullanılan gölgeleme sistemi çelik taşıyıcılara bağlı 400mm'lik kanatlardan oluşmakta ve ışık sensörleriyle kontrol edilerek mevsime ve günün saatlerine bağlı gün ışığı ve ısısal kazanım optimizasyonu sağlanmaktadır [3].



Şekil 2.90 Devonshire Binası [3]

Örnek 3:

(Şekil 2.91) Pringle Richard Sharratt tarafından tasarlanan galeride caddeye bakan cam yüzey ağırlıklı cephede kullanılan hareketli jaluzi sistemi, ışıklandırma seviyesinde kesin ve hassas bir kontrol sağlamaktadır. 140 m²'lik güney cephede ise 500mm'lik kanatlar harici olarak uygulanmıştır. Güneş sensörlerinden aldığı bilgiyi işleme sokan bina kontrol yazılımına bağlı kontrol sistemi, motorlu kanatların eğimlerini ayarlayarak %70'e varan oranlarda karartma yapabilmektedir. Kanatlar polyester kaplı gümüş rengi uc uca eklenmiş 2.35m'lik parçalardan oluşmuştur.

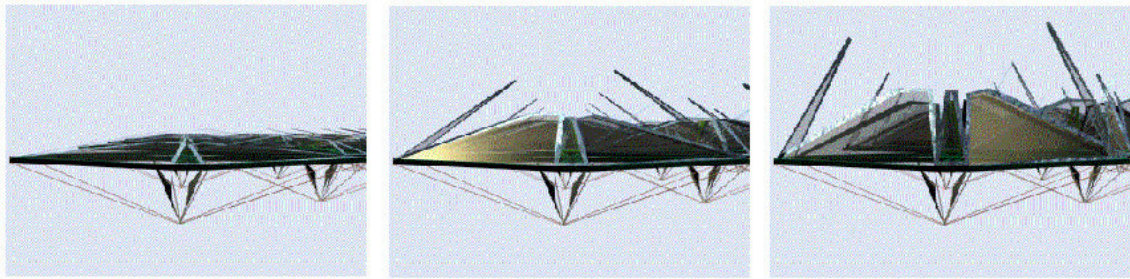
7.5m x 15m boyutlarındaki beton tonozlar değişik sergi organizasyonlarına göre bölünebilmektedir. Cam yüzeyleri içten saran ve çatı eğimini de takip edebilen motorlu jaluziler yine aynı yazılım dahilinde aydınlık seviyelerini bağımsız mekanlar için kontrol edebilmektedir [3].



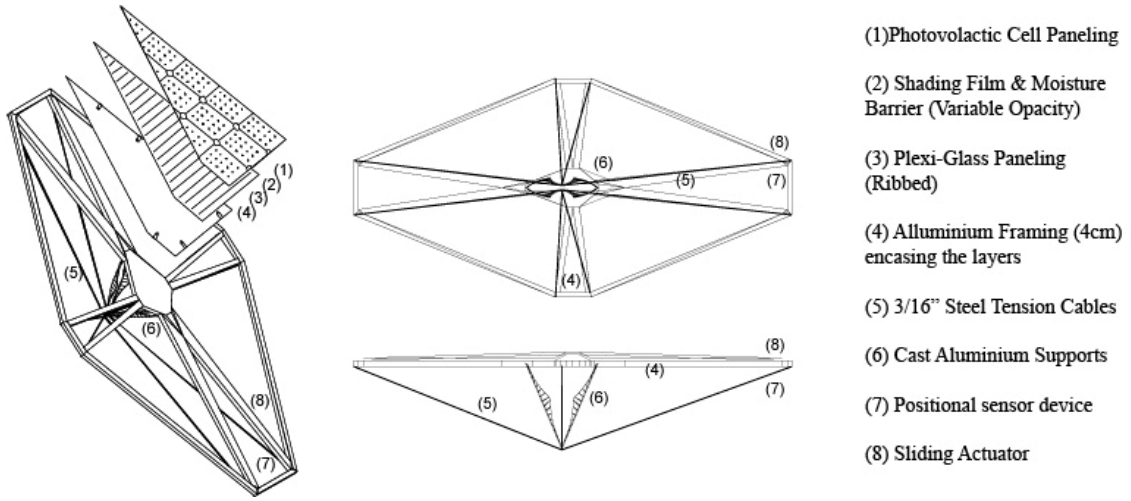
Şekil 2.91 Sheffield Milenyum Galerisi [3]

Örnek 4:

(Şekil 2.92, 2.93) Biraraya gelen aydınlık camı ünitelerinden örülü ağ sistemi ısı ve ışık kazanımlarını optimize etmektedir. Her ünite 8 bağımsız panelden oluşmaktadır. Fotovoltaik hücreler, altına serili kayarak şeffaflık ayarı sağlayan film tabakası ve takılı oldukları pleksiglasdan oluşan paneller alüminyum taşıyıcılara bağlıdır. Şeffaflık ve açı değiştirebilen sistemde sensörlerle elde edilen bilgi doğrultusunda uygun pozisyon belirlenir. (Fox., Bryant, Yeh, 2000)



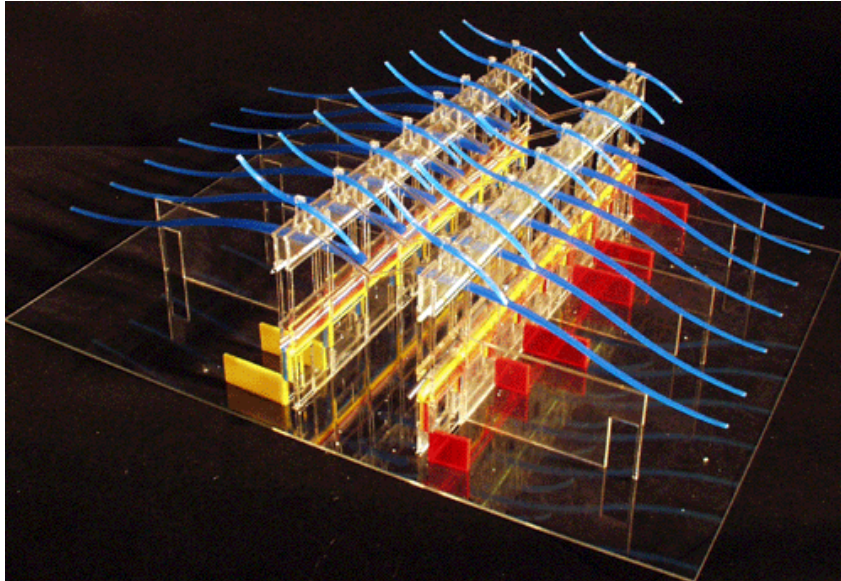
Şekil 2.92 Moderating Skylight ağında panellerin hareketi (Fox., Bryant, Yeh, 2000)



Şekil 2.93 Moderating Skylight hücre detayı (Fox., Bryant, Yeh, 2000)

Örnek 5:

Omurga konsepti projesinin temel tasarım düşüncesi, işlevsellik ve çalışma aydınlığıyla çatışmadan doğal günışığından mekanlar içinde yararlanmak ve doğal havalandırmanın avantajlarını kullanabilmektir. Gerçekleşmesi odaların üzerine yerleştirilmiş dinamik çatı sisteminin kullanımına bağlıdır.

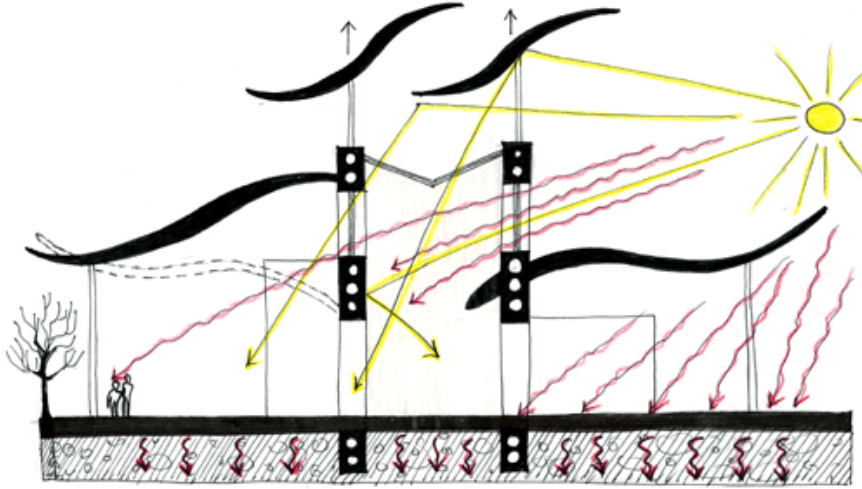


Şekil 2.94 Omurga konsepti çatı maketi (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)

Şekil 2.94'deki makette sıhhi tesisatı ifade eden kırmızı, elektrik tesisatını ifade eden sarı ve duvarları ifade eden şeffaf elemanların büyük bir esneklik olanağıyla omurgaya nasıl takıldığı

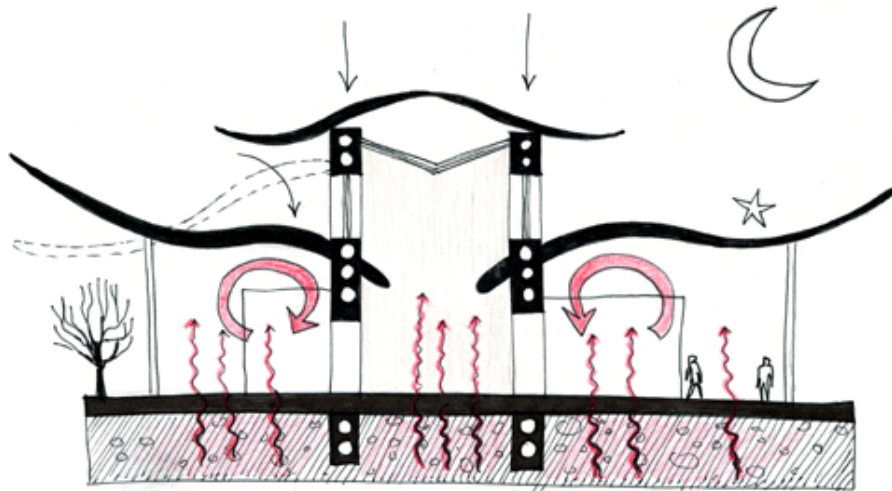
görülmektedir. Omurgaya bağlı kinetik strüktürün açılıp kapanması sistemin farklı durumlar karşısında uyum sağlayabilme yeteneğinin kaynağı olmaktadır

Şekil 2.95’de görülen kış-gündüz pozisyonunda sistem açılarak eğik ve zayıf kış güneşinden yararlanılmasını sağlamaktadır. Doğrudan ve dolaylı olarak hacimlere ulaşan ışınlımların ısıtıcı ve aydınlatıcı etkisinden yüksek verim elde edilir.



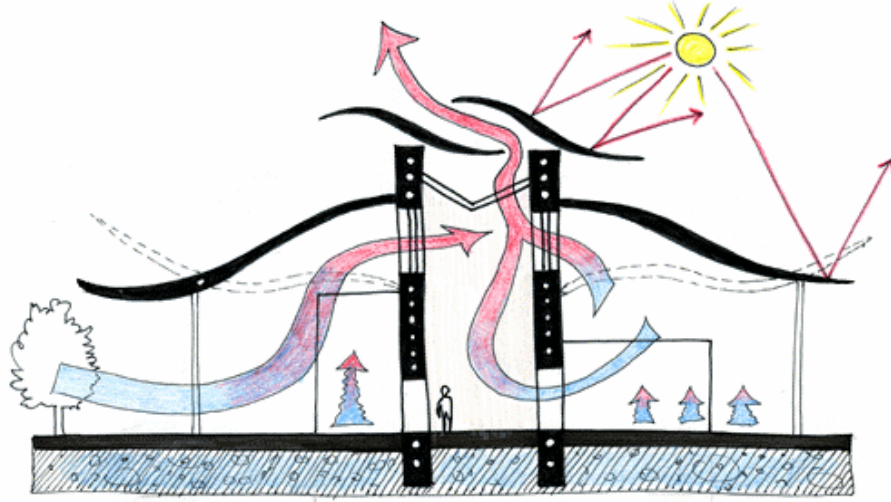
Şekil 2.95 Omurga Konsepti, kış günü pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox 2001)

(Şekil 2.96) Gündüz açılarak enerji toplayan sistem kış geceleri şekildeki gibi kapanarak depoladığı enerjiden etkin bir biçimde yararlanır. Gündüz ısınan zemin kütlesi gece hacme ısınısını vermektedir.

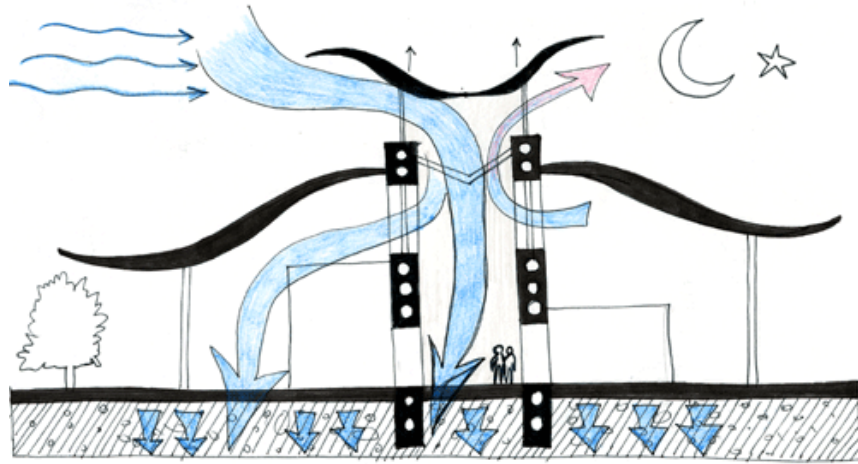


Şekil 2.96 Omurga Konsepti, kış gecesi pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)

(Şekil 2.97) Yazın ise gün boyunca istenmeyen güneş ışınlarını engelleyen sistem yarattığı şekilde görülen baca geometrisiyle çapraz doğal havalandırma sağlar. (Şekil 2.97) Gece pozisyonunda sistem açılarak rüzgarlar ve hava akımlarıyla doğal soğutma oluşturur.



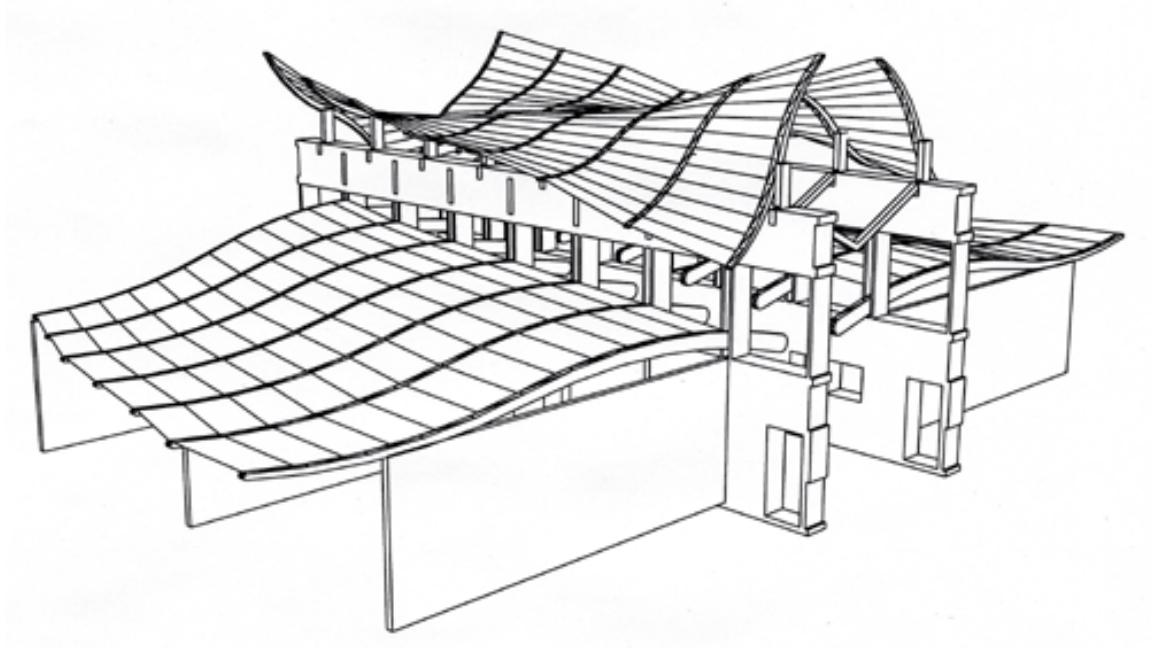
Şekil 2.97 Omurga Konsepti, yaz günü pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)



Şekil 2.98 Omurga Konsepti, yaz gecesi pozisyonu (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)

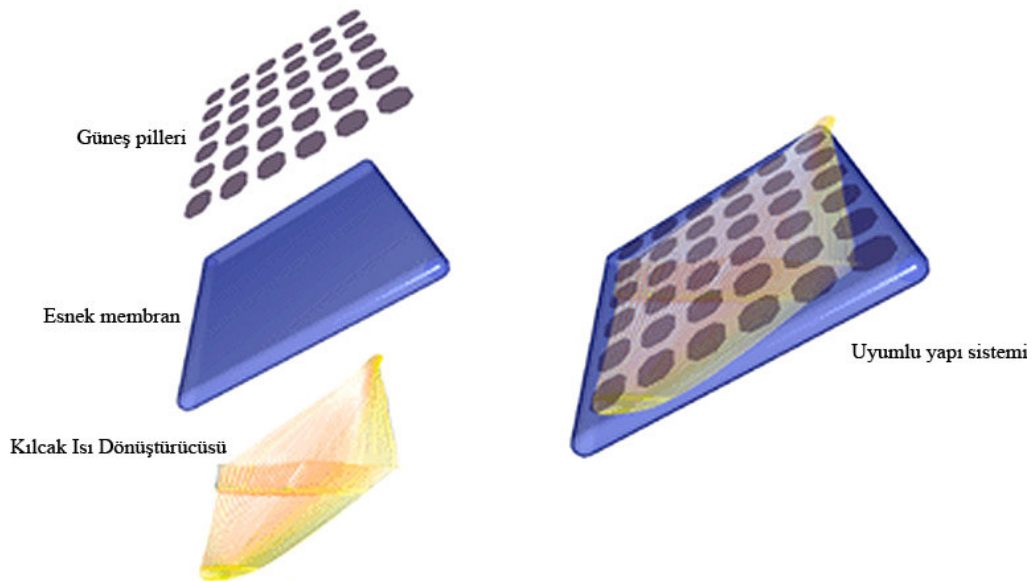
(Şekil 2.99) Çatı sistemi omurga üzerindeki dinamik bir çatı ve seri bir yüksek kapasiteli pencere sistemiyle birlikte çalışarak çevresel durumlara karşı çok geniş kapsamlı değişim imkanı oluşturur. Yıl boyunca gün içerisinde güneş pozisyonları doğrultusunda yaşayan canlı

bir yapı gibi sürekli hareket ederek uyum sağlar.



Şekil 2.99 Omurga Konsepti perspektifi (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)

(Şekil 2.100) Böylesine değişken bir kabuk için malzeme olarak esneme potansiyeli olan bir membran tasarlanmıştır. Elastik, yüksek yalıtımlı membran dış yüzeyde amorf yapıdaki silikon foto voltaik hücrelerle kaplanmaktayken iç yüzeyinde uygun ısı alış-verişini sağlayacak su akışlı kılcal sistemle örülmüştür. Bu eleman bir ağacın yaprağı gibi davranış göstermektedir.



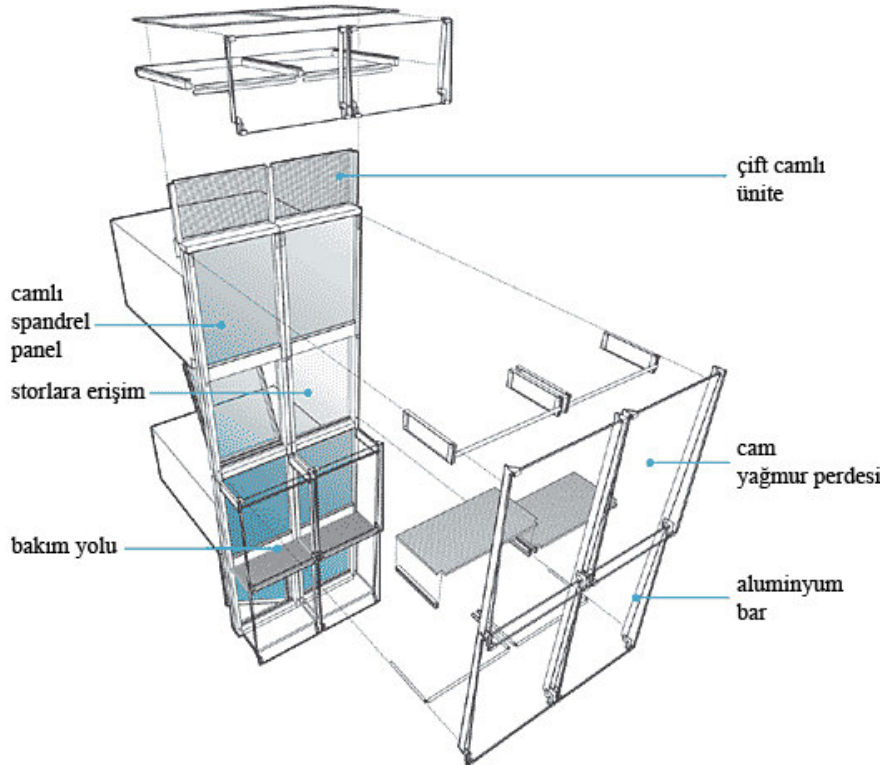
Şekil 2.100 Kinetik çatı malzeme detayı (Magnoli, Bonanni, Khalaf, Fox, 2001)

Örnek 6:

(Şekil 2.101) Aurora Place binasının yüksek katlarında bulunan bölüntüsüz cam panellerden yapılmış çift cidarlı cepha katmanını, açık düğüm noktalarıyla 3 kademeli çalışabilmektedir. Bu dış katmanla çevrelenen pencereler kullanıcı isteğiyle doğal serinletme amaçlı açılıp kapanabilmektedir. Pencereye bağlı jaluzi sistemiyle ise her kullanıcı bölgesindeki, anlık koşullar doğrultusunda otomatik olarak yükselip alçalarak akıllı güneş kontrolü sağlanmaktadır [1].



Şekil 2.101 Aurora Place [1]



Şekil 2.102 Aurora Place kinetik cephe detayı [1]

Örnek 7:

(Şekil 2.103) Biodesign Enstitüsü Binası'nda geniş pencere alanlarında bulunan alüminyum panjurlar sürekli olarak fotoseller ve güneş kontrol yazılımıyla kontrol edilmektedir. Tasarım kullanıcılara kendi mekanları önündeki çoğu panjuru (kat seviyesinden 8 feet altına kadar olanlar dışındaki panjurları) kendi kişisel bilgisayarlarından kontrol etme imkanı da sunmaktadır.

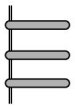
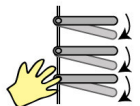
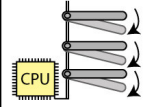


Şekil 2.103 Arizona Üniversitesi Biodesign Enstitüsü [1]

2.3.7 Güneş Kontrolü Tipolojileri Karşılaştırma Tablosu

(Tablo 2.2) 2. Bölümde geleneksel yöntemlerden başlayarak kinetik ve akıllı kinetik sistemlerle ele alınan güneş kontrol yöntemleri korunma, yararlanma oranları, esneklik, uyumluluk, ulaşılabilirlik, uygulanabilirlik, kullanım kolaylığı, genel verim kavramları gibi bağlamlarda karşılaştırıldığında gelişim süreci içerisinde bulunduğumuz nokta ve gelecekle ilintili ipuçları etmemiz mümkündür. Başlangıçta güneşten zararlı etkilerinden korunarak faydalanma aralığı açan geleneksel yöntemler kullanıcı kontrollü temel hareket yetenekleri kazanarak bu aralığı genişletmişler, gün ve yıl içerisindeki farklı durumlara uyum sağlayabilme durumunu ortaya çıkarmışlardır. Söz konusu kinetik elemanlar kullanıcı odaklı analiz ve hareket sistemlerinden kurtarılarak yenilikçi yaklaşımlar içerisinde kendi girdi elde etme, analiz ve hareket araçları olan akıllı sistemlere dönüştürülmektedirler. Akıllı kinetik güneş kontrol sistemleri sürdürülebilir çevre ve kalkınma duyarlılığında mimari tasarımın artık işlemek zorunda olduğu temel konularından biri olarak tasarımcıların karşısında ve sorumluluğundadır. Tablo 2.5'de geleneksel, kinetik ve akıllı kinetik güneş kontrol yöntemlerinin olumlu ve olumsuz yönleriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.5 Güneş kontrolü tipolojileri karşılaştırması

		
 GELENEKSEL GÜNEŞ KONTROL	Güneş ışınlımlarından yararlanma Güneşin zararlı ve istenmeyen etkilerinden korunma Günişliğinden daha fazla yararlanma İç-dış arası görsel ilişkinin kuvvetlendirilebilmesi	Değişken durumlara uyum sağlayamama Belirli bir zaman, mekan ve yönelim dışında verimin kaybedilmesi
 KİNETİK GÜNEŞ KONTROL	Daha geniş korunma ve yararlanma aralığı. Gün içinde değişen koşullara uyum sağlayabilme Yıl içerisinde değişen koşullara uyum sağlayabilme	Kullanıcı tarafından ayarlanma ihtiyacı Güneş durumu analizinin kullanıcıya bırakılması Çevresel girdilerin sağlıklı elde edilememesi
 AKILLI KİNETİK GÜNEŞ KONTROL	Yüksek verimli korunma ve yararlanma Güncel veya gerçekzamanlı girdilerle doğru analiz ve çözüm Keyfi uygulamalara sürdürülebilirlik esasları doğrultusunda sınırlama Bina yönetim yazılımlarıyla entegrasyon. Güncellenebilme ve kullanım sürecince kendi kendine öğrenebilme	Yüksek maliyetler İleri düzeyde bilgi gerektirmesi

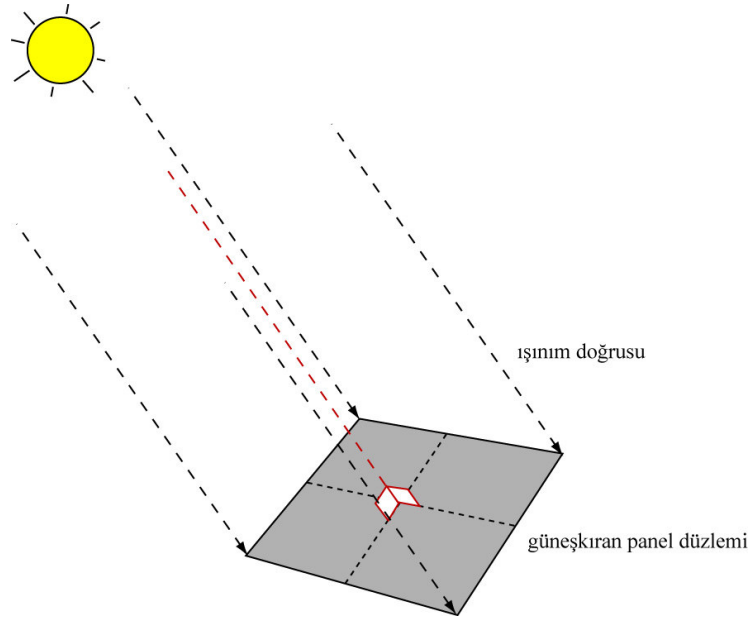
3. AKILLI KİNETİK GÜNEŞ KONTROL SİSTEMİ ÖNERİSİ

3.1 Sistemin Projelendirme Aşamaları

3.1.1 Öneri Sistem Faydaları ve İlkeleri

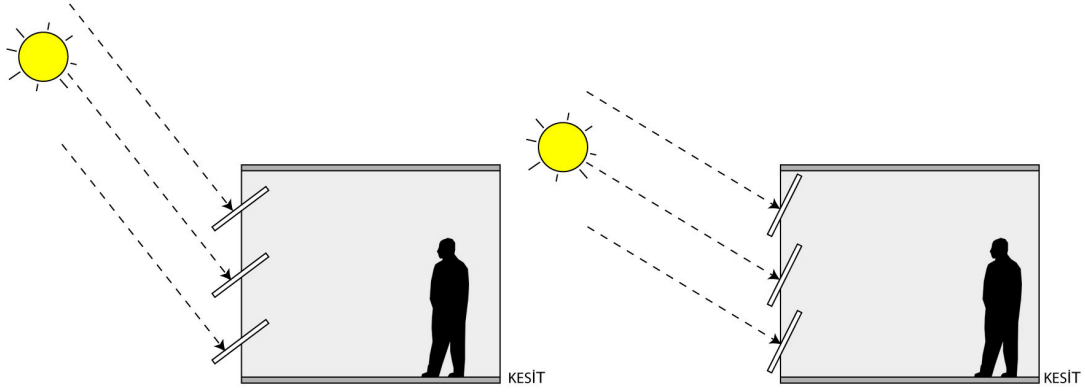
Öneri sistem, diğer akıllı kinetik güneş kontrol uygulamalarında olduğu gibi güneşin istenmeyen etkilerinden korunmayı sağlarken faydalarını da elde etmeyi amaçlayan etkin ve sürdürülebilirlik düşüncesi içerisinde olgunlaşan bir yaklaşımdır. Yeryüzünün herhangi bir yerinde herhangi bir zamanda sürekli ve yüksek verim alabilmek için esneklik ve uyum sağlayabilirlikle tasarlanan sistem, elde ettiği çevresel verilerin analiziyle kendi geometrisi için uygun olan şekil değiştirmenin kararını kendi verebilmektedir.

Sistem, bulunduğu yer, yön ve zaman parametrelerini göz önüne alarak bileşenlerini değişken ışınım doğrultularına göre hareketlendirerek güneş kontrolü sağlamaktadır. Işınım-gölgeleme aracı ilişkisi ise tasarım sürecinin ilk dönemlerinde belirlenmiştir. Son derece değişken durumlar karşısında etkili olabilmeyi amaçlayan, “herhangi” yer, yön ve zaman için doğru pozisyonlar sağlayabilmek için karar verilen ilişki, ışınım doğrultularının gölgeleme aracı düzlemi normalinde olmasıdır. Düzleme dik gelen ışınımına karşı etkili gölgeleme yapılabilecek, aynı zamanda gün ışığından elde edilecek faydalar engellenmeyecektir. Plan ve kesit düzlemlerinde ışınımın dik kesen elemanlar çeşitli yönlerden dik veya eğik gelebilecek tüm doğrultuları karşılayabilmektedir.

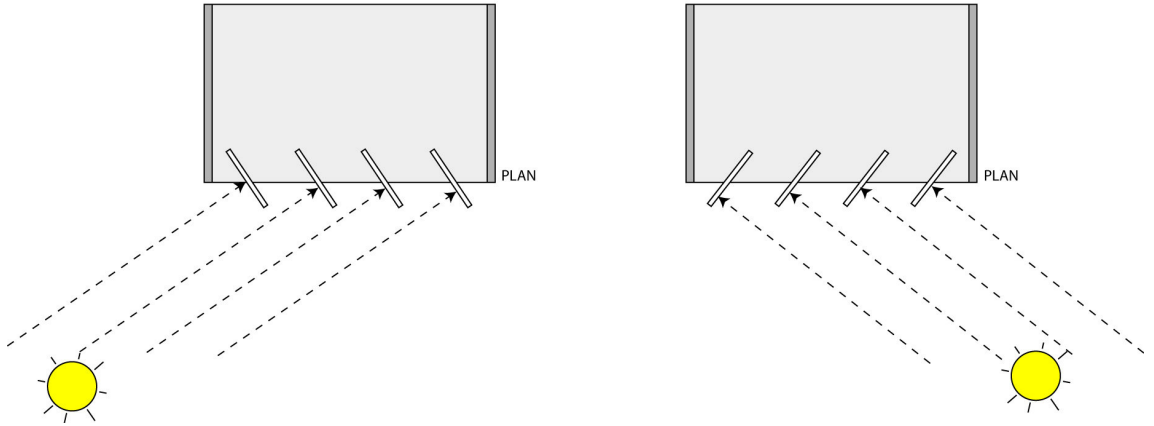


Şekil 3.1 Öneri sistem için düzlem-ışınım ilişkisi

Şekil 3.1’de gölgeleme elemanı düzlemiyle ışınım ilişkisi görülmektedir. Düzlem normali ışınım doğrultusundadır. Şekil 3.2 ve 3.3’de kesit ve plan düzlemlerinde farklı zamanlarda ışınımlara dik doğrultularda bulunan gölgeleme elemanları görülmektedir.



Şekil 3.2 Kesit düzleminde ışınım doğrultuları ve gölgeleme elemanları



Şekil 3.3 Plan düzleminde ışınım doğrultuları ve gölgeleme elemanları

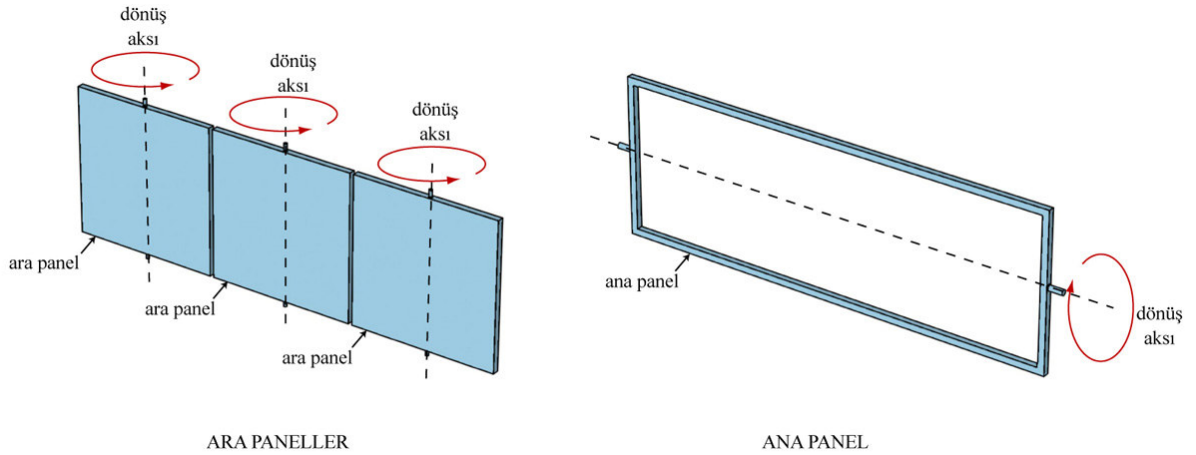
Sistem, birincil amacı olan doğrudan gelen güneş ışınımını engellemenin yanı sıra ikincil bir amaca da sahiptir. Normalleri sürekli olarak ışınım doğrultusunda olan paneller, güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için en uygun yönlendirmeye sahiptirler. Panellerin üzerine yerleştirilecek PV hücreler, dik doğrultularla ışınımlara maruz kalarak yüksek verimli güneş pilleri olarak da görev yapabilirler. Güneş ışınımından elektrik enerjisi elde etmek rasyonel bir yaklaşımla sistemin ikincil amacı olmak durumundadır. Sistem aynı zamanda

güneşi takip eden yüksek verimli bir kollektör ağı gibi davranış göstermektedir.

Bu ilkeler doğrultusunda öneriyi özetlersek, yer ve yönelim ve zamana göre bileşenlerinin hareketiyle güneş ışınımına dik doğrultulu düzlemler oluşturarak gölgeleme sağlarken, yüzeyindeki PV hücrelerle elektrik enerjisi elde edebilen akıllı kinetik bir güneş kontrol sistemidir.

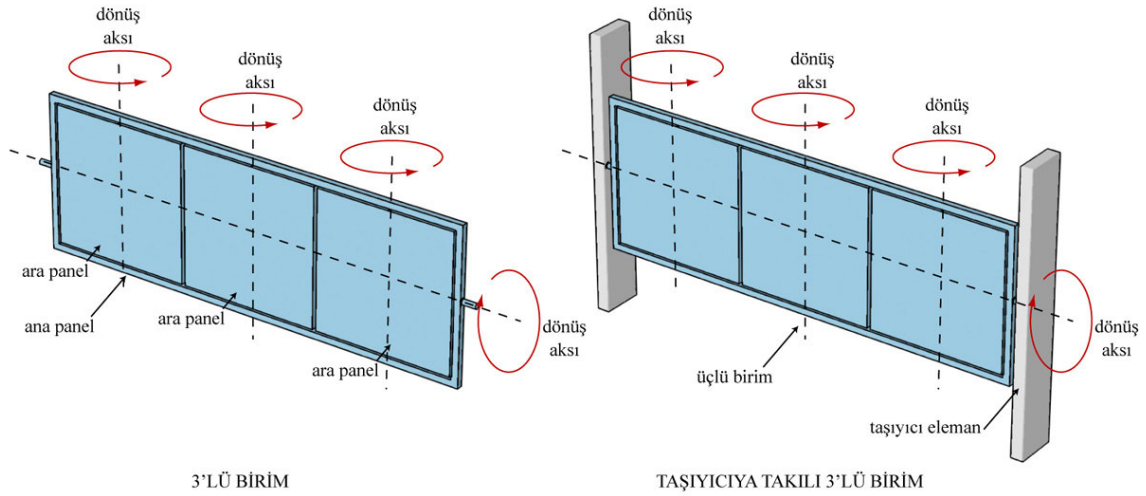
3.1.2 Öneri Sistem Modeli ve Parametreleri

Sistemin temel ilkeleri doğrultusunda ışınımlara dik düzlemler oluşturabilmek için iki akslı hareket kabiliyeti olan panel mekanizması tasarlanmıştır. Elde edilmek istenen herhangi bir düzlem bu iki aksta gerçekleştirilecek dönmeyle sağlanacaktır. Yatay doğrultulu aksta dönebilen “ana paneller” ve bunların içerisine monte edilen düşey doğrultulu aksta dönebilen “ara paneller” sistemin hareketli parçalarını oluşturmaktadır. Çift dönüş aksının kazandırdığı üç boyutlu hareket kabiliyeti arzu edilen herhangi bir düzlem doğrultusunun elde edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.4 Öneri sistem ana ve ara düzlemler şeması

Şekil 3.4’de görülen her biri kendi akslarında dönüş yapabilen ara paneller, yine kendi akslarında dönüş yapabilen ana panellerin içerisine monte edildiğinde üç boyutlu hareket kabiliyetli sistem birimleri meydana gelmektedir. Bu birimler içerdikleri ara panel adedine göre isimlendirilebilir. Örneğin “üçlü birim” gibi. Sistemin uygulanması istenilen cephelere taşıyıcı elemanlar yardımıyla gerekli sayıda monte edilerek bir araya gelen birimler akıllı kinetik güneş kontrol sisteminin harici bileşenlerini oluşturur.



Şekil 3.5 Üçlü birim ve taşıyıcıya takılı üçlü birim

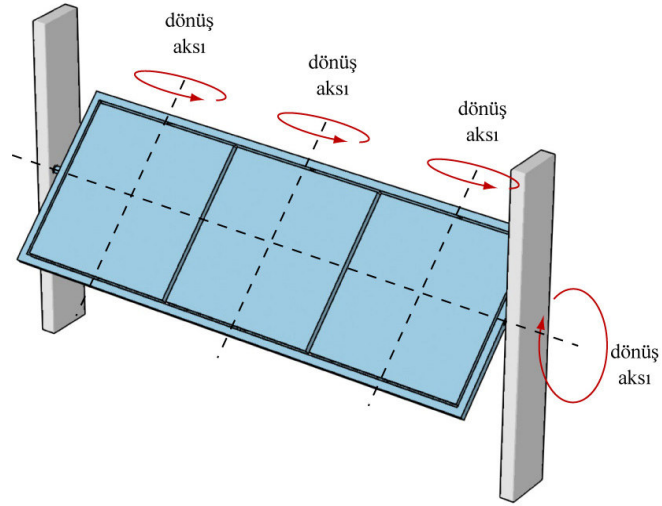
3.1.2.1 Sistem Açıları

İçi içe geçen dönüş akslarıyla üç boyutlu dönüş kabiliyeti kazanan sistem elemanlarının herhangi bir zaman, yer ve yön için güneş ışınımına dik doğrultulu düzlemler oluşturabilmesi amacıyla hangi açılarda hareket edeceğinin hesaplanması için gök küre içerisindeki türetilen güneş açılarından yararlanmak mümkündür. Zamana ve yere bağlı elde edilecek güneş yükseklik ve güneş azimut açıları ışınım doğrultusunun bulunmasında yeterli bilgiyi verebilmektedir. Bu doğrultuyu yakalayabilmek için gerekli dönüş açıları geometrik hesaplamalarla elde edilebilir.

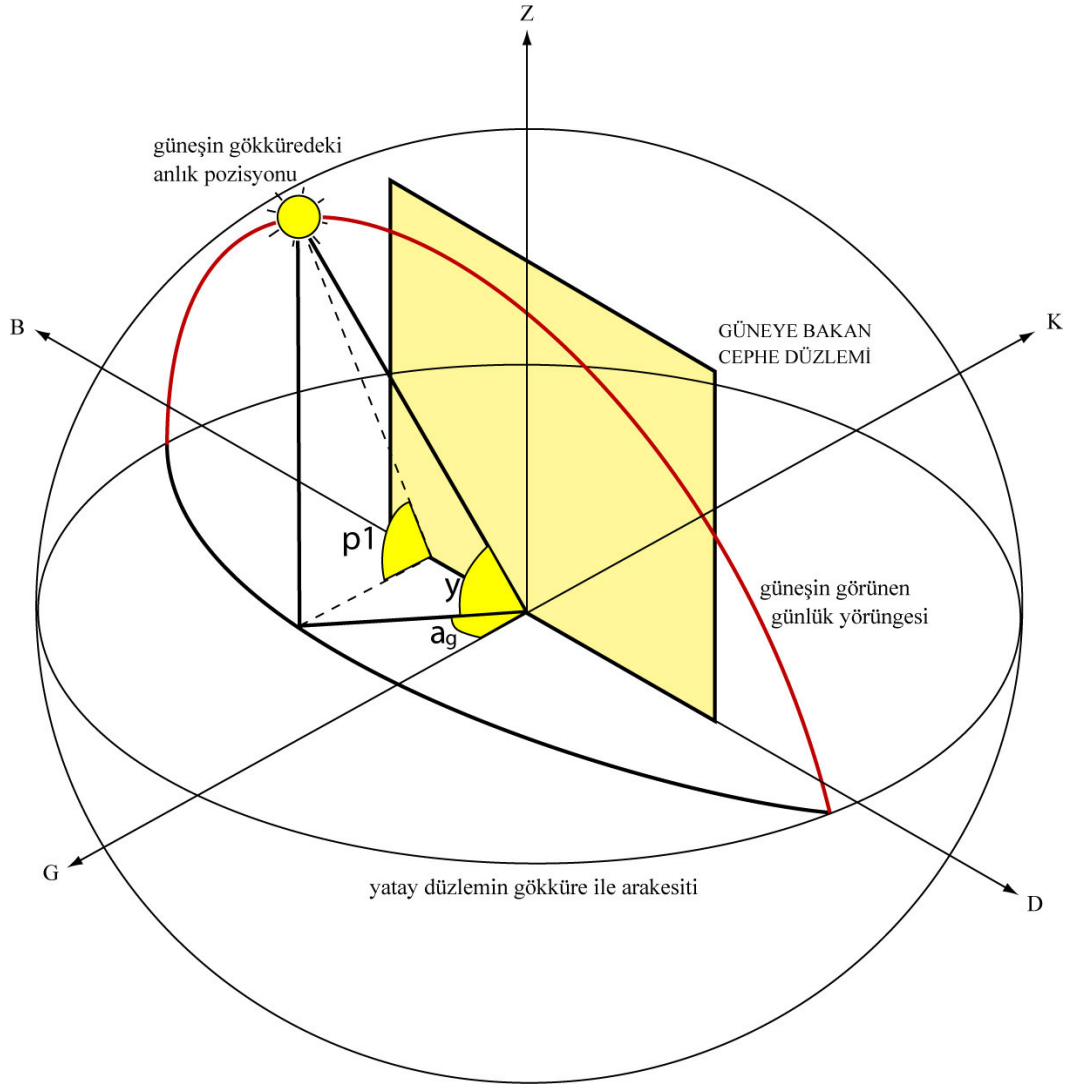
Ana ve ara paneller için güneşe dönme eylemini iki aşamaya ayırarak incelemek hesaplamalarda ve kavramada büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu nedenle ana panellerin dönüşüne “birinci aşama” dönüş açısına “P1”, bunun ardından ara panellerin koordineli dönüşüne de “ikinci aşama” dönüş açısına “P2” tanımlaması kullanılacaktır.

Birinci Aşama:

(Şekil 3.6) Birinci aşamada ana panellerin güneş yükseklik açısıyla bağlantılı yapacağı dönüş hareketidir. Dikkat edilmesi gereken ışınım doğrultusunun, başlangıç konumundaki, kapalı ana panel düzlemleriyle olan açısal ilişkidir. Amaç cephenin yan görünüşlerinde ana panelleri ışınım doğrultusuna dik pozisyona getirebilecek kadar döndürmektir. P1 ana panel açısı hesabında güneş yükseklik ve güneş azimut açıları birlikte kullanılacaktır. Şekil 3.7’de Güneye bakan bir cepheye takılı ana panellerin türetilen açılarla ilişkisi ve gerekli ana panel açısı görülmektedir.

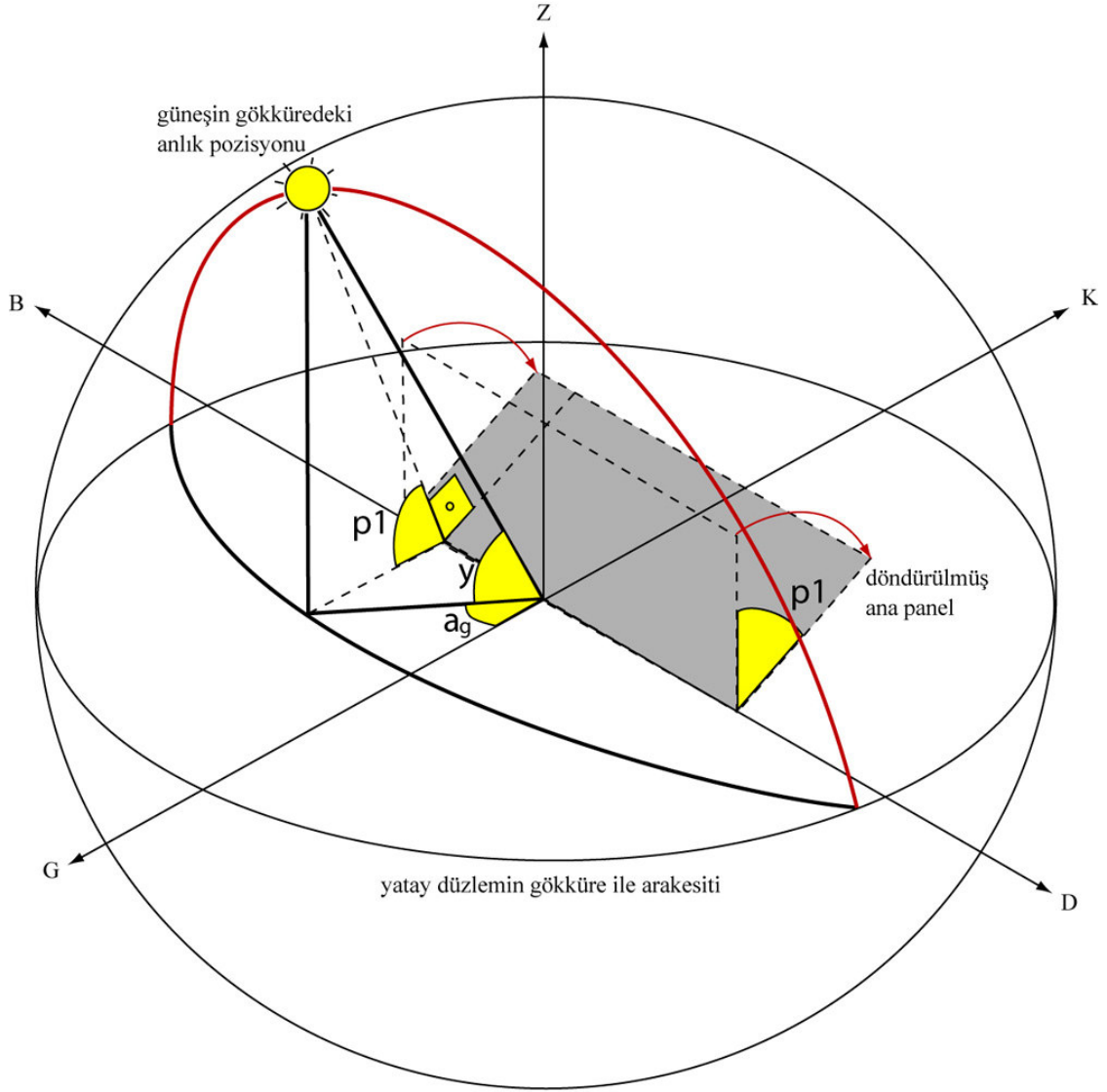


Şekil 3.6 Birinci aşama dönüştürme tamamlanmış birim



Şekil 3.7 Türetilen güneş açılarıyla P_1 değerinin ilişkisi

Şekil 3.8’deki gibi, güneye bakan cepheye takılı öneri sistemin ana panelleri $P1$ açısı kadar döndüğünde birinci aşama tamamlanmış olmaktadır. Işınım ve cepheye dik düzlem üzerindeki izdüşümü doğrularından geçen düzlem artık ana panel düzlemine dik pozisyonundadır. Cepheye dik kesit düzlemlerinde ışınım doğrultuları panel düzlem doğrultularına artık dik durumdadır. İkinci aşamada geriye kalan ara düzlem normallerinin ışınım doğrultusuna döndürülmesidir.

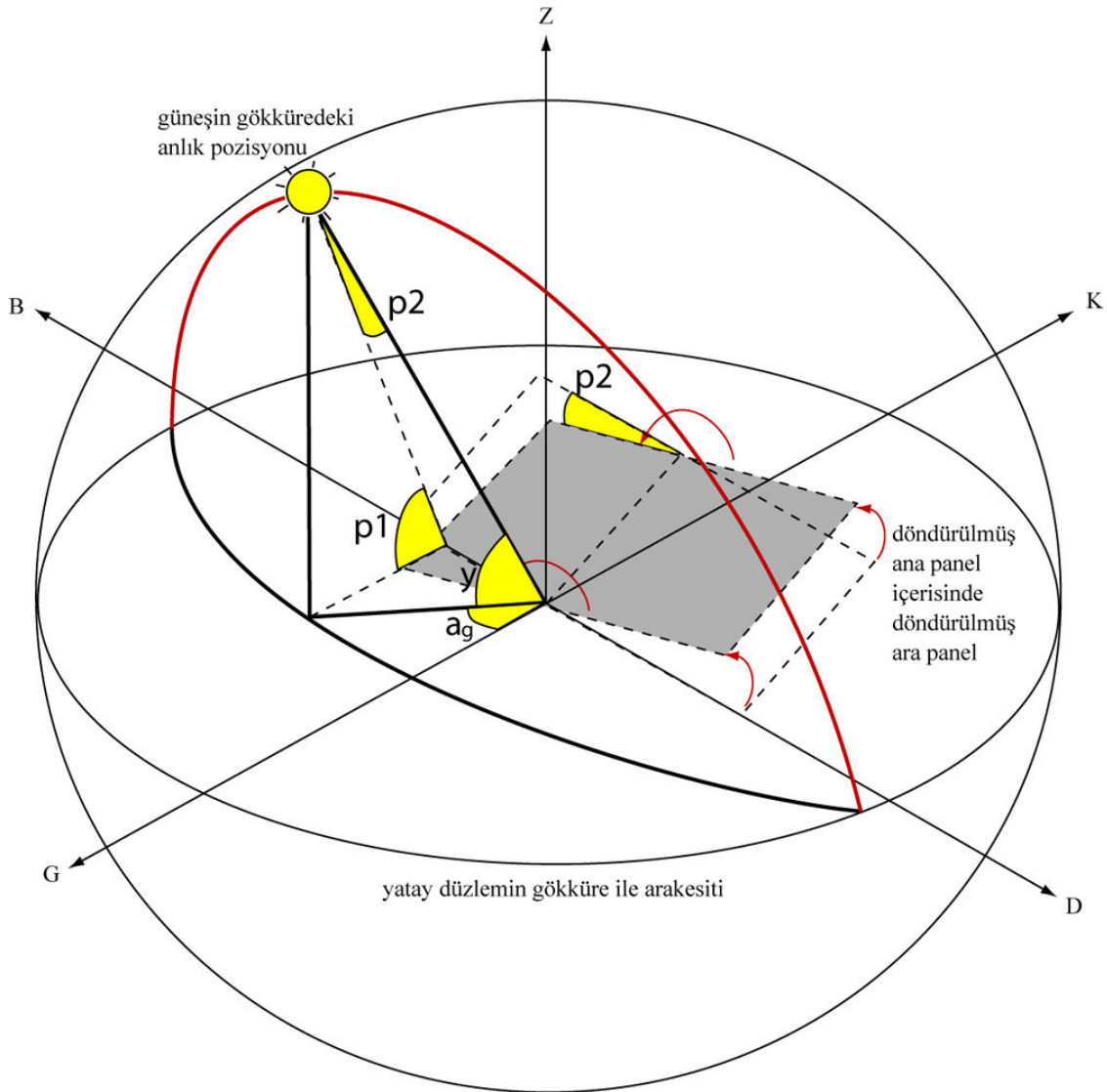


Şekil 3.8 $P1$ açısı kadar dönerek pozisyon değiştiren ana panel düzlemi

İkinci Aşama:

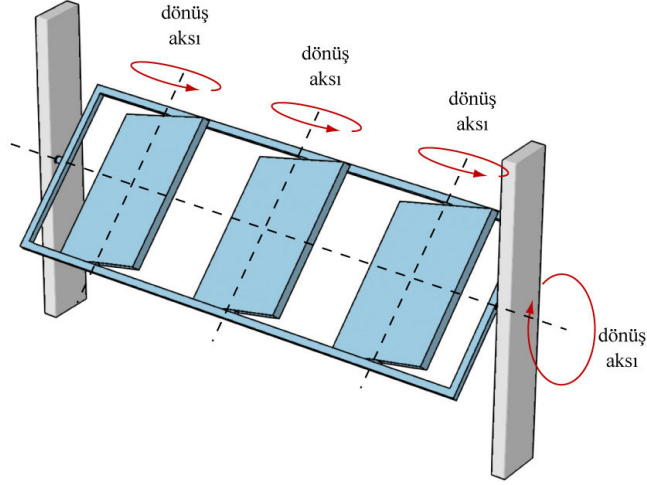
Birinci aşamayla ana panellerin P1 değerinde döndürülmesiyle elde edilen durumda, ana ve ara panel düzlem normalleri, ışınlam doğrultu doğrusu ve panellere dik düzlem üzerindeki izdüşümü doğrularından geçen düzlem üzerindedir. Ara panellerin düzlem normalinin ışınlam doğrultusunda olabilmesi için, ara panellerin kendi dönüş akslarında ışınlam doğrultu doğrusu ve söz konusu izdüşüm doğrusu arasında kalan açı kadar döndürülmesi gerekir. Daha önce P2 olarak adlandırılan ara panel dönüş açısı şekilde görülmektedir.

Şekil 3.9'da P2 açısının gökkürede güneş yükseklik ve güneş azimut açılarıyla bağlantılı olarak elde edilmesi, bu açıda döndürülen ara panelin ikinci aşama sonunda normali ışınlam doğrultusunda olan düzleme denkleştirilmesi görülmektedir.



Şekil 3.9 P2 açısı kadar dönerek pozisyon değiştiren ara panel düzlemi

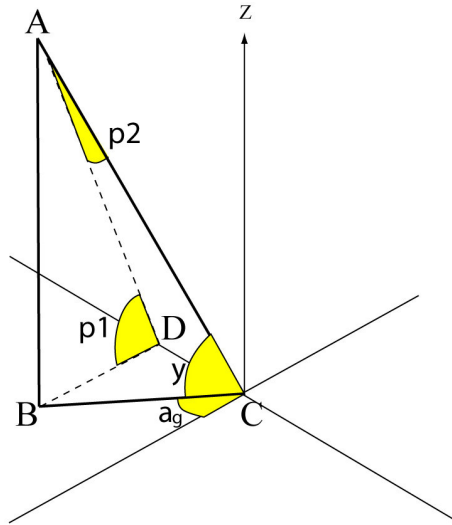
(Şekil 3.10) İkinci aşama dönüşünü de tamamlayan birimler artık istenilen pozisyona ulaşmıştır. Sistem panel pozisyonlarını, ileriki bölümlerde de tartışılacak çeşitli yöntemlerle elde edeceği P1 ve P2 açılarını, belirli aralıklarla hareket ettiricilere göndereceği emirlerle güncelleyerek değişen ışınım doğrultularına uyumlu kılacaktır.



Şekil 3.10 İkinci aşamayı tamamlayan birim

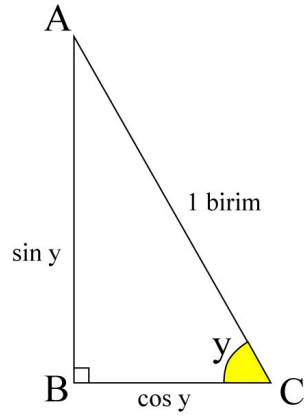
3.1.2.2 Türetilen Güneş Açılarında P1 ve P2 hesabı

Belirli bir yer ve zaman için P1 ve P2 açıları güneş azimut ve güneş yükseklik açılarından yararlanılarak trigonometrik yöntemle hesaplanabilir. Şekil 3.11’de söz konusu açıların birbirleriyle ilişkisi görülmektedir.

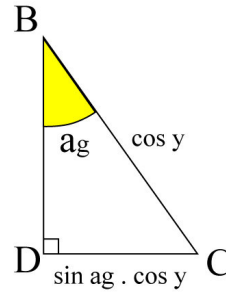


Şekil 3.11 Güneş ve panel açıları

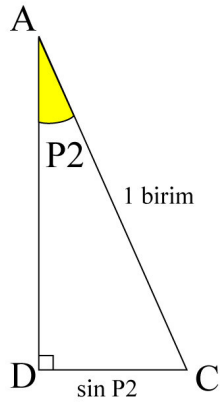
(Şekil 3.12) Birbirleriyle ilişkili 4 dik üçgenden oluşan sistem açıldığında ise aşağıdaki bağıntılarla P1 ve P2 açıları elde edilir.



$$\begin{aligned} |AC| &= 1 \\ |AB| &= \sin y \\ |BC| &= \cos y \end{aligned}$$

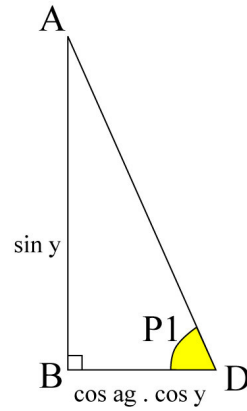


$$\begin{aligned} \sin ag &= \frac{|DC|}{\cos y} \\ |DC| &= \sin ag \cdot \cos y \\ \cos ag &= \frac{|BD|}{\cos y} \\ |BD| &= \cos ag \cdot \cos y \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} |DC| &= \sin P2 \\ |DC| &= \sin ag \cdot \cos y \end{aligned}$$

$$\sin P2 = \sin ag \cdot \cos y$$



$$\begin{aligned} \tan P1 &= \frac{\sin y}{\cos ag \cdot \cos y} \\ \tan P1 &= \frac{\tan y}{\cos ag} \end{aligned}$$

$$\tan P1 = \frac{\tan y}{\cos ag}$$

Şekil 3.12 P1 ve P2 hesaplamaları

Örneğin Ankara'da 1 Haziran günü saat 15:00'de doğu-batı doğrultusundaki, yani güneye bakan cephedeki öneri sistem üzerinde gerekli P1 ve P2 açılarını hesaplayalım:

Belirlenen yer ve zaman için güneş açıları ²:

$$A_g = 257^\circ - 180^\circ = 77^\circ, \quad y = 46^\circ \text{ iken,}$$

$$\tan P1 = \tan 46^\circ / \cos 77^\circ$$

$$\tan P1 = 1.035 / 0.225$$

$$\tan P1 = 4.6$$

$$P1 = \arctan 4.6$$

$$P1 = 77.73^\circ$$

$$\sin P2 = \sin 77^\circ \times \cos 46^\circ$$

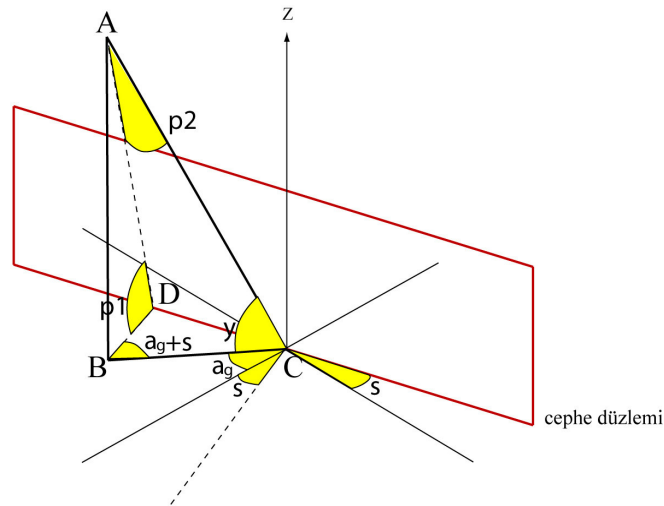
$$\sin P2 = 0.974 \times 0.694$$

$$\sin P2 = 0.676$$

$$P2 = \arcsin 0.676$$

$$P2 = 42.53^\circ \text{ olarak hesaplanır.}$$

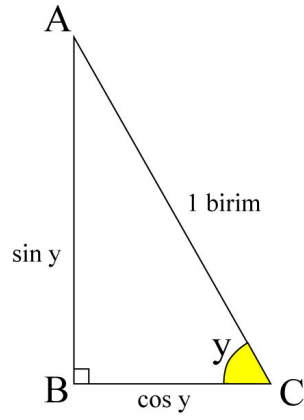
(Şekil 3.13) Cephe düzleminin doğu-batı doğrultusunda olmadığı durumlarda ise yapılacak hesap cephenin sapma açısına bağlı olarak değişen açı sistemi şekilde görülmektedir.



Şekil 3.13 Güneye bakmayan sistem için güneş ve panel açıları

“S” sapma açısı olarak sisteme dahil edildiğinde P1 ve P2 açıları aşağıdaki gibi hesaplanabilir. Sapma açısı başlangıcı doğu-batı doğrultusu, pozitif yönü saat yönü tersi olarak kabul edilmiştir.

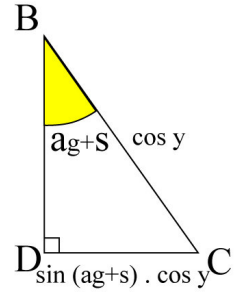
² Başlangıcı kuzey doğrultusu pozitif yönü saat yönü olarak verilen azimut açısı, başlangıcı güney doğrultusu, pozitif yönü saat yönü olarak çevrilmelidir.



$$|AC| = 1$$

$$|AB| = \sin y$$

$$|BC| = \cos y$$

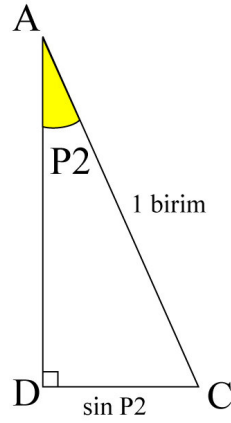


$$\sin (ag+s) = \frac{|DC|}{\cos y}$$

$$|DC| = \sin (ag+s) \cdot \cos y$$

$$\cos (ag+s) = \frac{|BD|}{\cos y}$$

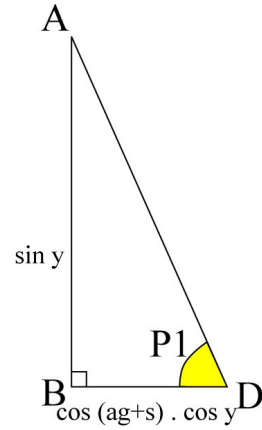
$$|BD| = \cos (ag+s) \cdot \cos y$$



$$|DC| = \sin P2$$

$$|DC| = \sin (ag+s) \cdot \cos y$$

$$\sin P2 = \sin (ag+s) \cdot \cos y$$



$$\tan P1 = \frac{\sin y}{\cos ag \cdot \cos y}$$

$$\tan P1 = \frac{\tan y}{(\cos ag+s)}$$

$$\tan P1 = \frac{\tan y}{\cos (ag+s)}$$

Şekil 3.14 Güneye bakmayan sistem için P1 ve P2 hesaplamaları

Örneğin Ankara’da 1 Haziran günü saat 15:00’de, -15° sapma açılı cephedeki öneri sistem üzerinde gerekli P1 ve P2 açılarını hesaplandığında,

Belirlenen yer ve zaman için güneş açıları :

$$Ag = 257^\circ - 180^\circ = 77^\circ^3, y = 46^\circ, s = -15^\circ \text{ iken, } ag+s = 62$$

$$\tan P1 = \tan 46^\circ / \cos (62)$$

$$\tan P1 = 1.035 / 0.469$$

$$\tan P1 = 2.206$$

$$P1 = \arctan 2.206$$

$$P1 = 65.61^\circ$$

$$\sin P2 = \sin 62^\circ \times \cos 46^\circ$$

$$\sin P2 = 0.882 \times 0.694$$

$$\sin P2 = 0.612$$

$$P2 = \arcsin 0.612, P2 = 37.73^\circ \text{ olarak hesaplanır.}$$

3.1.3 Kontrol Sistemi

Akıllı kinetik sistemin kontrol mekanizması seçimi, kinetik objenin hangi yollarla ve aşamalarla öngörülen hareketi yapacağını karardır. Ana ve ara panel akslarında olmasını istediğimiz hareket uygun bir yöntemle hızlı ve doğru bir şekilde elde edilmelidir. Çevresel verilerin olası girdi mekanizmalarından biriyle tanımlanmasının ardından hareket ettiricinin kullanabileceği bir bilgi haline getirilmesi için izlenecek adımlar kinetik sistem kontrol sistemi çeşitleri çerçevesinde tartışılabilir.

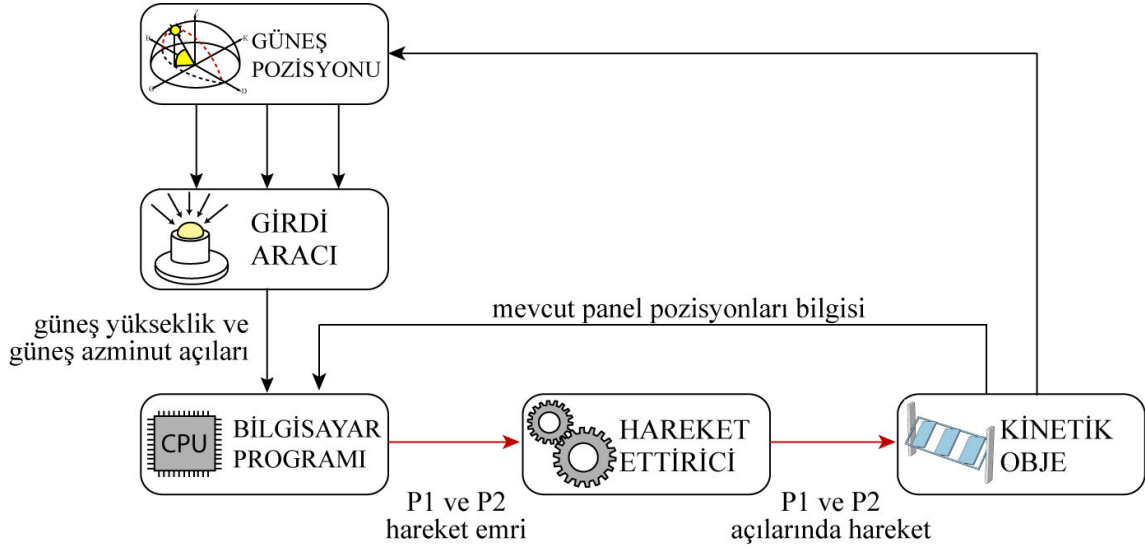
Öneri sistemde doğrudan kontrol uygulanması olanaklı değildir. Çevresel girdinin panel hareketlerine katılabilmesi için işlenmesi gereklidir. P1 ve P2 açıları haline getirilmeden ışınım doğrultuları kinetik objelere doğrudan iletilemez. Aynı nedenle, bilgi işleme yeteneğine sahip olmayan dolaylı kontrol sisteminin uygulanması da olanaklı değildir. İhtiyaç duyulan analiz yeteneğine sahip duyarlı kontrol sistemlerinden seçim yapılmalıdır. Tablo 3.1’de öneri sistem için kontrol türleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

³ Başlangıcı kuzey doğrultusu pozitif yönü saat yönü olarak verilen azimut açısı, başlangıcı güney doğrultusu, pozitif yönü saat yönü olarak çevrilmiştir.

Tablo 3.1 Kontrol sistemi karşılaştırma tablosu

		
DOĞRUDAN KONTROL		Çevresel girdiyi yani güneş açılarını elde etmek mümkün değildir.
DOLAYLI KONTROL		Elde edilebilecek çevresel girdinin yani güneş açıları bilgisinin işlenerek gerekli P1 ve P2 açıları haline getirilmesi mümkün değildir.
DUYARLI DOLAYLI KONTROL	Çevresel girdiden yani güneş açıları bilgisinden, bilgisayar programıyla gerekli P1 ve P2 elde edilerek paneller döndürülebilir.	
ÇOKLU DUYARLI DOLAYLI KONTROL	Çok sayıda girdi aracından elde edilecek veriler P1 ve P2 hesabında göz önüne alınabilir. Örneğin güneş açılarının yanı sıra hava koşullarının da sisteme dahil edilmesi mümkündür.	
AYNI ANDA HER YERDE OLAN ÇOKLU DUYARLI DOLAYLI KONTROL	Kinetik paneller üzerinde hareket eden sensörler koordineli çalışarak daha etkili girdi elde etme yeteneği sağlayabilir.	P1 ve P2 açıları için fayda sağlamaz.
KENDİ KENDİNE ÖĞRENEBİLEN ÇOKLU DUYARLI DOLAYLI KONTROL	Elde edilen çevresel girdi, P1 P2 açılarının hesabında kullanılarak sistem hareket ettirilir. Sistem hareketi ve yarattığı etkileri analiz ederek öğrenen sistem, tecrübeleriyle daha iyi sonuçlar elde etmek için kendini geliştirebilir.	Üst seviyede programlama bilgisi ve deneyimi gerektirir. Yazılım süreci zahmetlidir.

Karşılaştırmalar sonucunda öneri sisteme ana ilkesinden doğan temel hareketini en kolay kazandıracak olan “Duyarlı Dolaylı Kontrol” sistemidir. Güneş yükseklik ve güneş azimut açılarının herhangi bir girdi aracıyla temin edilmesinden sonra P1 ve P2 açılarını tanımlanan formülle hesaplayarak hareket ettiriciye ileten bir bilgisayar programı tanımlanan bu işi gerçekleştirecek en yalın çözümdür. Sistem ihtiyaç ve amaçlarının geliştirilmesiyle ileriki sürümlerinde diğer duyarlı kontrol yöntemlerine başvurulabilir. Şekil 3.15’de öneri sistem kontrol organizasyonu görülmektedir.



Şekil 3.15 Öneri sistem kontrol organizasyonu

3.1.4 Girdi Aracı Seçimi

P1 ve P2 açılarının kontrol programı tarafından hesaplanabilmesi için güneş ışıınımlarının pozisyonunun herhangi bir girdi aracıyla elde edilmesi gereklidir. Çevresel veri olan ışıınımların açılarının girdi metodlarının hangisiyle daha etkili saptanabileceğini anlamak için tek tek incelemek ve karşılaştırmak gereklidir.

Manuel Programlama :

Gölge analiz algoritmalarından yararlanarak yazılabilecek programların elde edeceği sonuçlar sensörlere göre daha doğru olacaktır. Olumsuz hava koşullarında ışıınımların doğrultularını tespit etmede zorlanan sensörler karşısında doğru programlanan bir güneş açısı hesaplayıcı yazılım daha avantajlıdır. Ancak yazılım maliyetleri sensör maliyetlerinin genellikle üstünde kalmaktadır. Bunun yanında yazılım şirketlerinin sağladığı paket programlardan da yararlanmak mümkündür. Güneş açısı hesabı yapan herhangi bir programdan elde edilecek açı bilgisi P1 ve P2 açıları hesabı için girdi olabilir. Şekil 3.16'da "build it solar" grubunun programladığı güneş açıları hesabı yapan "sun" yazılımı kodlarından bir bölüm görülmektedir.

```

Public Class SunCls
    Public Const RadPerDeg As Single = 1 / 57.296
    Public Const DegPerRad As Single = 57.296
    Public Const Isc As Single = 429.0 ' Solar constant - solar inten at top of atmosphere BTU/hr-ft^2
    ' Constants used in solar calcs:
    ' Parameters used to estimate solar radiation intensity
    ' From Lunde table 3-2, pg 65
    ' Data is by month, jan index is 0, dec index is 11
    Public ReadOnly DayNo() As Double = _
    {19.85, 54.06, 80.0, 110.47, 140.15, 172.5, 201.84, 232.49, 265.0, 292.34, 324.2, 357.5}
    Public ReadOnly Decl() As Double = _
    {-20.0, -10.0, 0.0, 11.6, 20.0, 23.45, 20.6, 12.3, 0.0, -10.5, -19.8, -23.45}
    Public ReadOnly A() As Double = _
    {390, 385, 376, 360, 350, 345, 344, 351, 365, 378, 387, 391}
    Public ReadOnly B() As Double = _
    {0.142, 0.144, 0.156, 0.18, 0.196, 0.205, 0.207, 0.201, 0.177, 0.16, 0.149, 0.142}
    Public ReadOnly C() As Double = _
    {0.058, 0.06, 0.071, 0.097, 0.121, 0.134, 0.136, 0.122, 0.092, 0.073, 0.063, 0.057}
    Public ReadOnly EqnT() As Double = _
    {-11.2, -13.9, -7.5, 1.1, 3.3, -1.4, -6.2, -2.4, 7.5, 15, 4, 13.8, 1.6}
    'Input vars
    ' Changing any of these vars requires "recalc"
    Private mDayOfMonth As Integer ' 1 to 31
    Private mMonth As Integer ' 1 is jan, 2 feb ...
    Private mYear As Integer ' the year - pick a non-leap year for default
    Private mASThr As Double ' Solar time, 12 is solar noon
    Private mLongitude As Double ' Longitude -- West is + -- radians
    Private mLatitude As Double ' Latitude -- + in NA -- radians
    Private mAltitude As Double ' Altitude in ft
    'Output vars
    ' All of the these vars are changed by a "recalc"
    Private mDayOfYear As Integer ' day of the year
    Private mHrAng As Double ' hour angle in radians, is measured from south, + to West (pm)
    Private mDeclination As Double ' Declination - apparent angle of earths axis of rot to ecliptic
    Private mZenithAng As Double ' The complement of the solar altitude -- i.e. 90 - AltAng radians
    Private mAzimuthAng As Double ' Azimuth angle of sun -- measured from South, + to West
    ' NOTE this is + to West internally (to match Lunde book), but the
    ' property AzimuthAngle is reported as + to east (CCW about Z axis)
    Private mAltAng As Double ' Solar altitude -- radians
    Private mSunVec As New VectorCls ' A vector pointing toward sun (determined from AltAng and Azimuth)
    Private mIoext As Double ' solar radiation at top of atmosphere
    Private mIdn As Double ' Direct normal radiation BTU/hr-ft^2
    Private mIdiffuse As Double ' Diffuse radiation BTU/hr-ft^2
    Private mItotal As Double ' Total solar radiation (Idn + Idiffuse)
    Private mIHorz As Double ' Total solar radiation on horz surface
    Private mSunRise As Double ' Hour of sunrise in solar time
    Private mSunSet As Double ' Hour of sunset in solar time
    Private UpToDate As Boolean
    ' Constructors
    Sub New(ByVal Day As Integer, ByVal Month As Integer, ByVal Year As Integer, _
        ByVal ASThr As Double, ByVal Longitude As Double, ByVal Latitude As Double, _
        ByVal Altitude As Double)
        mDayOfMonth = Day
        mMonth = Month
        mYear = Year
        mASThr = ASThr
        mLongitude = Longitude
        mLatitude = Latitude
        mAltitude = Altitude
        UpToDate = False
    End Sub

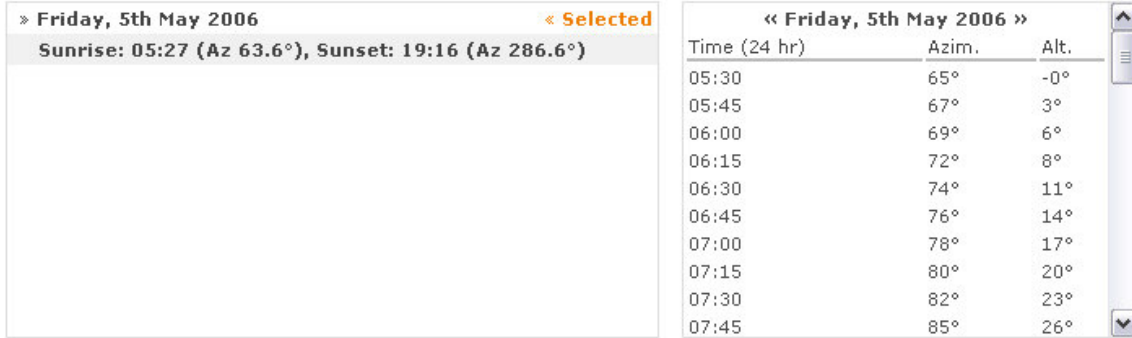
```

Şekil 3.16 Sun program kodlarından bir bölüm [9]

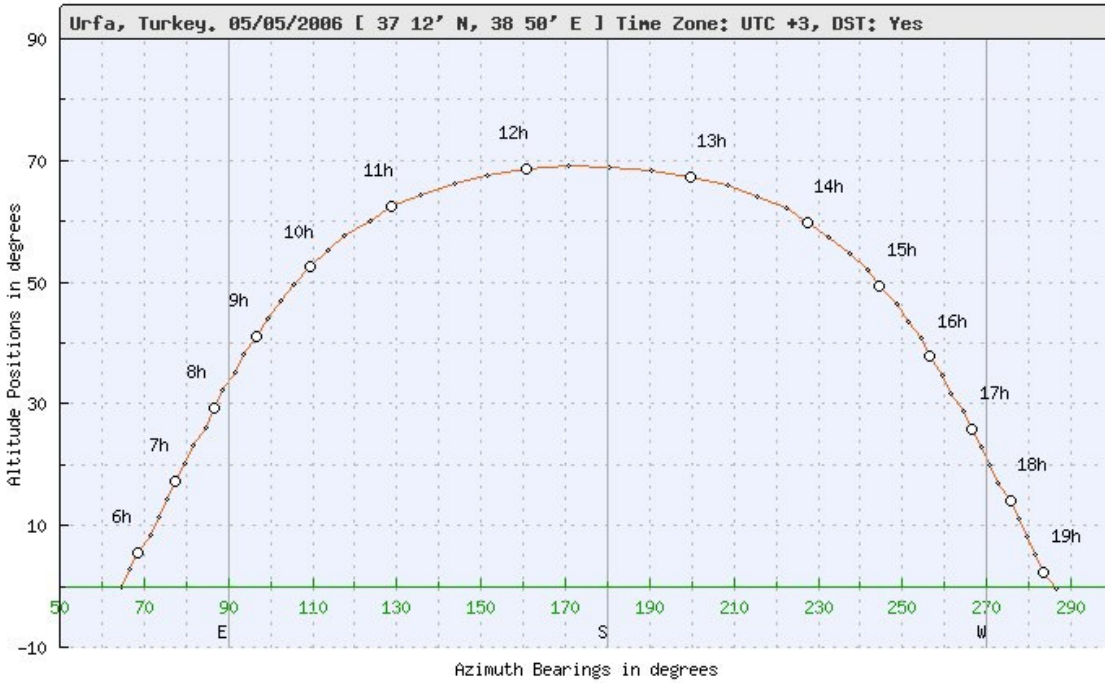
Internet:

Internet üzerinden çevrimiçi ve gerçek zamanlı güneş açısı bilgisi elde etme olanağı da vardır. Yaygınlaşan içerik sağlayıcı şirketler farklı birçok tür bilgiyi sanal ortamda kullanıcılara göndermektedir. Herhangi bir yer için anlık hava sıcaklığı, nem durumu, son dakika haberleri,

finans bilgileri gibi değişken bilgileri ağlar arası aę üzerinden almak ve kontrol programına girdi yapmak yaygın bir uygulamadır.



Şekil 3.17 Çevrimiçi sunposition güneş azimut ve güneş yükseklik açıları arayüzü [18]



Şekil 3.18 Çevrimiçi sunposition güneş azimut ve güneş yükseklik açıları arayüzü [18]

Şekillerdeki çevrimiçi sunposition güneş açısı hesaplayıcısı seçilen yer için P1 ve P2 hesabında ihtiyaç duyulan güneş yükseklik ve güneş azimut açılarını 15 dakikalık aralıklarla sunmaktadır. Bu türde bilgileri kontrol programına girdi olarak dahil etmek mümkündür.

Tablo 3.2’de, incelenen girdi araçları arasında sistem için uygun olanı belirleyebilecek karşılaştırma görülmektedir.

Tablo 3.2 Girdi aracı seçimi için karşılaştırma tablosu

		
GÜNEŞ POZİSYON SENSÖRLERİ	Aynı anda her yerde olan duyarlı dolaylı kontrol için uygundur. Tam kinetik bir yapı üzerindeki kinetik cephe için güncel girdi elde edebilir.	Yeri ve yönü sabit cephe sistemi için gerekli değildir. Ag ve y açıları belirli yer ve yön için yıl boyunca hesaplanabilir değerler alır.
MANUEL PROGRAMLAMA	Doğru programlama sonucunda sürekli doğru ve kesin açı bilgisi verir. Hazır ve açık kod kaynaklar edinmek mümkündür	Yazılım kodları hazır bulunmadığı durumda programlama aşaması oldukça maliyetli olur.
INTERNET	Programlama gerektirmeden hazır bilgi edinmeyi sağlar.	Kaynağa sürekli erişim gerekebilir. Bazı yerler için sürekli bağlantı koşulları uygun olmayabilir. Kesintiler sistemi aksatabilir.

Öneri sistem tanımlanan haliyle belirlenen sabit yer ve yön için, değişken zaman parametresine göre girdi olarak güneş açılarına ihtiyaç duymaktadır. Hazır olarak edinilebilirse, güneş hesaplayıcı yazılım kodları sistem için rasyonel girdi aracı çözümüdür. Bu düşünceye 2. bölümde de tanımlanan “Sun” açık kaynak kodları açı hesaplarında kullanılmak üzere girdi aracı olarak seçilmiştir.⁴

3.1.5 Hareket Ettirici Eleman Seçimi

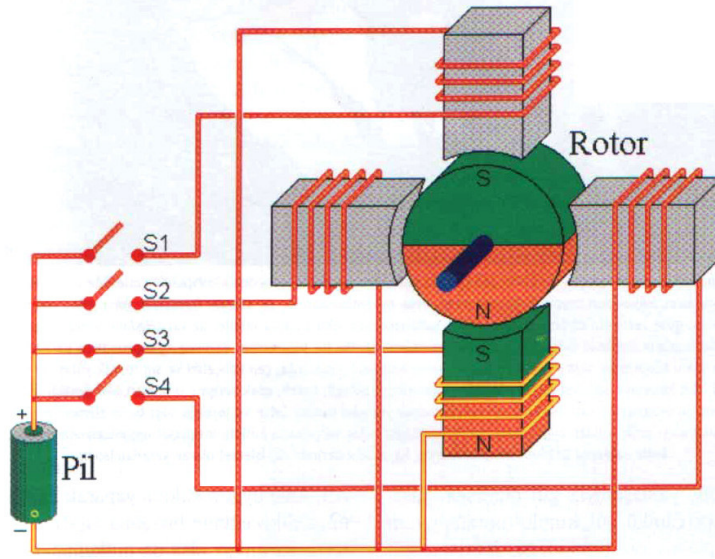
Sistemde ana ve ara paneller kademeli dönme hareketi yapmaktadır. Bu türde bir hareketi sağlayabilecek hassasiyete ve yazılım üzerinden kullanım kolaylığına sahip elemanlar olan step (adım) motorları sistem için uygun görülmüştür.

Adım (step) motorları

Elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektro mekanik cihazlar olan adım motorlarda, elektrik enerjisi rotor ve buna bağlı shaft, sabit açısal birimlerde dönmeye başlar. Motoru bir tur döndürmek için gereken sabit açısal birim dönüş adedi o motorun adım sayısını ifade eder. Örneğin 400 adımlık bir adım motor bir tam dönüşünde 400 adım atmış olur. Dolayısıyla bir

⁴ Geliştirme aşamasındaki “Sun” kaynak kodlarının doğru hesap yaptığı varsayılmıştır.

adımı ilerlediğinde 0.9 derece dönmüş olmaktadır. Adım sayısı artan motorun hassasiyeti de artmaktadır. Yazıcı kafaları, disket sürücüler gibi hassasiyet gerektiren yerlerde kullanılan adım motorlar akıllı kinetik güneş kontrol sistemi önerisinde ana ve ara panelleri hareketlendirmek için kullanmak uygun olduğu gibi yazılımlarla kontrol edilmesi de kolaydır.



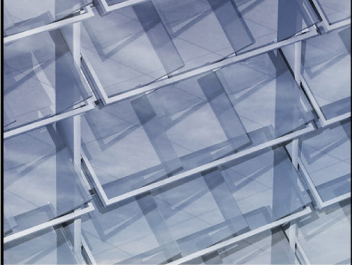
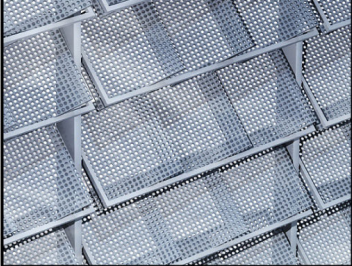
Şekil 3.19 Adım motor (Deniz, 2006)

Çoğu zaman sabit mıknatıstan oluşan motorun dönen kısmı “rotor”, etrafındaki sabit “stator” bölümündeki sargılarda meydana gelen manyetik alanın dönmesiyle hareket eder. Şekildeki S1, S2, S3, S4 anahtarlarını sırasıyla kapattığımızda, yani akım gönderildiğinde rotor bölümü de manyetik alanı takip ederek dönmektedir. Bu işlem paralel ya da seri veri yolu ve sürücü devre yardımıyla uygun bir kontrol yazılımına kolaylıkla yaptırılabilir. Motorun tek veya çift fazlı kullanılarak yarım adım, ya da yüksek torka sahip tam adım hareketleri sağlamak da mümkündür. Dolayısıyla panel ağırlıkları ve sistem sürtünmesi doğrultusunda motor gücü artırılabilceği gibi yarım adım kullanımıyla da dönüş hassasiyeti iki katına çıkarılabilir. (Deniz, 2006)

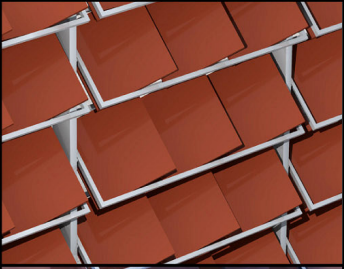
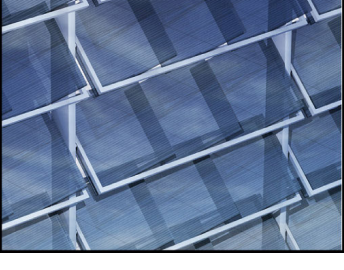
3.1.6 Yüzey Malzeme Seçimi

Öneri sistem harici bileşenleri için seçilecek malzeme birincil ve ikincil amaçların her ikisine de uygun olmalıdır. Doğrudan gelen güneş ışınımının engellenmesi ve bu ışınımlardan elektrik enerjisi elde edilmesi amaçlarını birlikte yerine getirebilecek malzemeler karşılaştırılmalıdır.

Tablo 3.3 Yüzey malzeme seçimi karşılaştırması 1

görsel etki	malzeme	Gölgeleme oranı	Güneşten yarılanma	Dış mekan algısı	Elektrik Enerjisi Üretimi	Uygunluluk
	geçirgen cam					
	az geçirgen cam					
	opak mat yüzeyler					
	filmlı camlar					
	delikli metal levha					

Tablo 3.4 Yüzey malzeme seçimi karşılaştırması 2

görsel etki	malzeme	Gölgeleme oranı	Güneşten yarılanma	Dış mekan algısı	Elektrik Enerjisi Üretimi	Uygulanabilirlik
	opak pleksiglas					
	şeffaf pleksiglas					
	şeffaf pleksiglas üzeri PV hücre					
	şeffaf pleksiglas üzeri thin film					
	şeffaf pleksiglas üzeri thin film					

Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'deki veriler doğrultusunda sistemin birincil ve ikincil amaçlarını

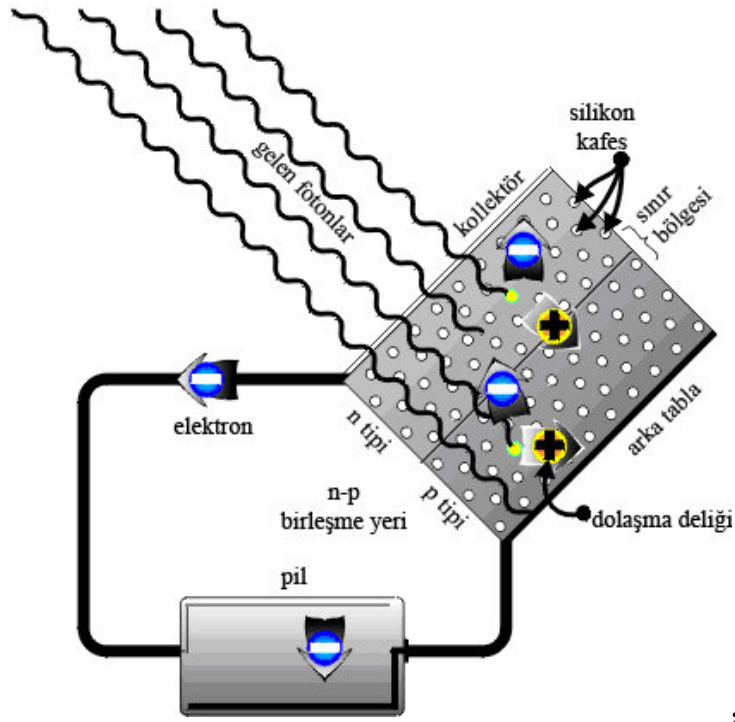
gerçekleştirebilmesi için panel malzemesi olarak pleksiglas ya da cam üzeri thin film kaplama uygun görülmüştür. Elektrik üretmenin yanı sıra iç-dış görsel ilişkiye izin vermesi, gün ışığından yararlanmayı engellememesi ve aynı zamanda yeterli miktarda gölgeleme sağlaması sistem için uygun niteliklerdir.

PV hücreler:

Photo Voltaic tabakalar “güneş pili” olarak da bilinen güneş ışığından elektrik enerjisi üreten hücrelerdir. İlk kez 1839 yılında Becquerel tarafından araştırılmış, 1954 yılında ise modern anlamda PV hücre geliştirilerek uydu araçlarına enerji sağlayan pahalı enerji kaynakları olarak kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojini gelişmesiyle zamanla saatlerden hesap makinelerine, sokak lambalarına kadar entegre olmuş üretim maliyetlerindeki düşüşle 1981 yılından bu yana da mimari ürünlerde de rastlanır hale gelmiştir. Açık alanlarda kurulan güneş santrallerinden çatılara ilave monte edilen paneller ardından doğrudan çatı kaplaması olarak kullanılan türleri geliştirilmiştir. Güneş ısınım miktarlarının panel üzerindeki etkileri, ısı geçirgenlik değerleri, sızdırmazlık, gölgeleme üzerine yapılan araştırmalar neticesinde PV hücrelerinin düşey kabuklarda da kullanılabileceği saptanmış ve 1992 yılından bu yana bu tür uygulamalar yapılmaya başlanmıştır.

PV araştırmalarının büyük bir bölümünü günümüzde düşük maliyetli üretim yöntemleri üzerinedir. Endüstriyel yolla ekonomik panel elde etme çabaları sonucunda 1960 yılında 1 Watt elektrik için modül maliyeti 1000\$ iken, 1990 yılında 5\$’a, 1995 yılında 4\$’a düşmüştür, 2005 yılı sonrasında ise 1.16\$ civarı olacağı beklenmektedir. Günümüz koşullarında elektrik şebekesinden bağımsız bir konutun tüm ihtiyacını karşılayabilecek bir PV sistem maliyeti 10.000 ile 20.000\$ arasındayken çok yakın gelecekte bu rakamların düşeceği tahmin edilmektedir.

(Şekil 3.20) Fotovoltaik kavramı “photo” (ışık) ve “voltaic” (voltaj) kelimelerinin birleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Güneş ısınımlarını doğrudan elektrik akımına dönüştüren kare, dikdörtgen ya da daire biçimli yarı iletken devre elemanlarıdır.



Şekil 3.20 Güneş pili

Güneşli bir günde deniz seviyesinde güneş ışınımı şiddeti metrekareye 1000W civarındadır ve bir yılda düşen enerji 800-2600 kWh arasındadır. PV hücreler türlerine göre bu enerjiyi %5 ile %30 arasında elektrik enerjisi haline getirebilirler. 0.5 volt civarında çıkış voltajı olan hücreler seri veya paralel bağlanarak “solar modüller”, bu modüller birleştirilerek “solar paneller”, paneller birleştirilerek “solar dizisi” elde edilebilir ve bu dizi boyutları arttıkça doğrudan olmayan güneş ışınlarından, gök ışığından da elektrik elde edebilme kapasitesine ulaşırlar.

Boyutlandırma

Seçilen panel malzemeleri ve belirlenmiş geometrileri doğrultusunda boyutlandırma için dikkate alınacak etkenler üç boyutlu sanal ortamda iç mekan etkileriyle incelenmelidir. Görsel iç-dış ilişkileri, panel malzemelerin teknik özellikleri, motorların iç yapıları, temizlik ve servis ihtiyaçları panel boyutlarını ve modül sayılarını doğrudan etkileyen faktörler olmaktadır. Mikro ölçekli panellerle iç mekanda gerçekleşen homojen perde etkileri oluşurken boyutlar büyüdükçe rahatsız edici çizgisel gölge etkileri artmaktadır. Belirlenen bazı kriterler kapsamında ölçek karşılaştırılması yapılsa şekildeki tablo karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 3.21 15cm x 15cm ara panel boyutları iç mekan etkisi ve kesiti



Şekil 3.22 30cm x 30cm ara panel boyutları iç mekan etkisi ve kesiti

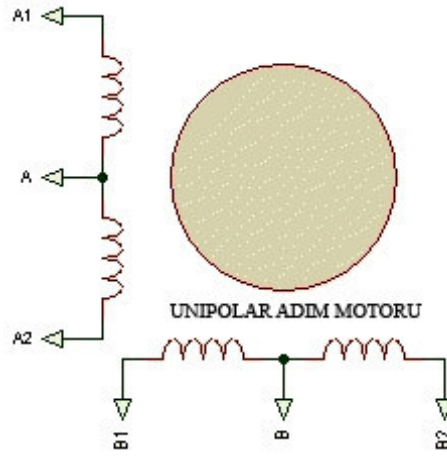


Şekil 3.23 60cm x 60cm ara panel boyutları iç mekan etkisi ve kesiti

Üç boyutlu model üzerinde denemeleri yapılan panel boyutlarında gölge etkilerinin boyutların büyümesiyle rahatsız edici boyutlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Denemesi gerçekleştirilen en küçük ara panel boyutu olan 10cm x 10cm değerlerinin homojen iç mekan aydınlığı sağladığı görülse de uygulamada hareket ettirici ve yük aktarıcı elemanların mekanik sınırları nedeniyle optimum deneysel kullanımın 30cm x 30cm olduğuna karar verilmiştir. Daha az sayıda panel kullanılması motor ve yük aktarım elemanı sayılarını, sürtünmedeki enerji kayıplarını azaltarak kolay uygulama, kullanım ve bakım sağlayacaktır.

3.1.7 Programlama

Sistem programının yapacağı iş, seçilen konum, yönelim ve zaman parametreleri doğrultusunda güneş yükseklik ve güneş azimut açılarını elde etmek, bu açılardan P1 ve P2 açılarını hesaplayarak adım motoru sürücü devresine paralel veri yoluyla hareket sinyalleri göndermektir. (Şekil 3.24) Bu sinyallerden istenilen dönüş hareketi kolayca elde edebilmek için unipolar adım motorları seçilmiştir. Örnek olarak dört manyetik alanlı unipolar adım motorları kullanılması halinde motorun hareketi için şekilde görülen A1, A2, B1, B2 uçlarına uygun voltaj uygulanması yeterlidir.



Şekil 3.24 Unipolar adım motoru [19]

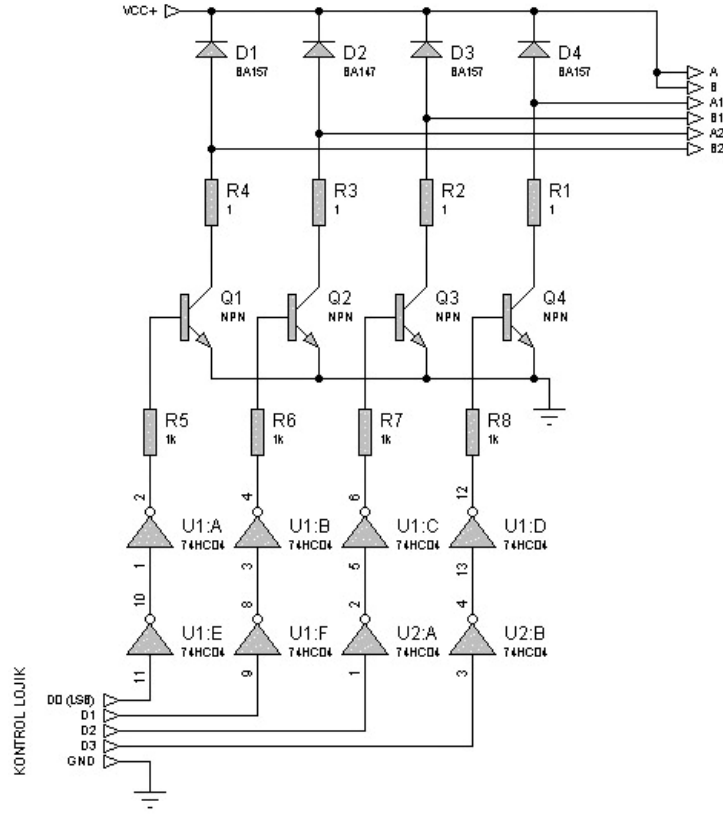
Motorun bir adım ilerlemesi için A1 ucuna akım verilerek rotorun oluşan manyetik alan doğrultusunda dönüşü sağlanır. Mevcut rotor durumuna göre ikinci adım A2, üçüncü adım B1, dördüncü adım B2 uçlarına uygulanacak akımlarla gerçekleştirilir. Dönüş hareketinin devamı için aynı sırayla akım uygulamaya devam etmek, ters dönüş elde etmek için sıralamayı ters çevirmek gereklidir.

Tablo 3.5 Unipolar motorun 4 adım sürülmesi [19]

Adım	A1	A2	A3	A4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Örneğin ana panelleri kontrol eden 200 aşamalı bir unipolar adım motoru 18° döndürmek için gerçekleştirilecek işlemleri şekildeki sürücü devresi şemasıyla incelersek;

200 aşamalı bir adım motorunun bir adımı $1,8^\circ$ 'dir. 18° dönüş için 10 adım hareketi gereklidir. Başlangıç pozisyonundaki motorun 10 adım hareketi için paralel veri yolu üzerinde seçilen dört ayak sürücü devresine bağlanarak şekildeki D0, D1, D2, D3 uçlarına Tablo 3.6'daki akımlar sırasıyla gönderilir. Şekil 3.25'deki Q1, Q2, Q3 ve Q4 transistörleri bu akımlarla motor manyetik alanlarına uygulanacak akım anahtarlarını açarak dönüşü sağlar



Şekil 3.25 Unipolar adım motoru sürücü devresi [19]

Tablo 3.6 200 adımlık Unipolar motorun 18° döndürülmesi

Adım	D0	D1	D2	D3
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	0
10	0	1	0	0

10 adım sonunda motor ve buna bağlı ana paneller 18°'lik dönüş gerçekleştirir. Bir sonraki dönüş hareketinde motorun mevcut pozisyonu esas alınarak akımlar gönderilir. Paralel veri yolunun veri gönderme ayaklarından seçilecek 4 tanesi unipolar adım motoru kontrolü için yeterlidir. Öneri sistemde ihtiyaç duyulan ana ve ara panellere takılacak iki ayrı motor için 8 ayak seçilerek sürücü devresine bağlanacaktır.

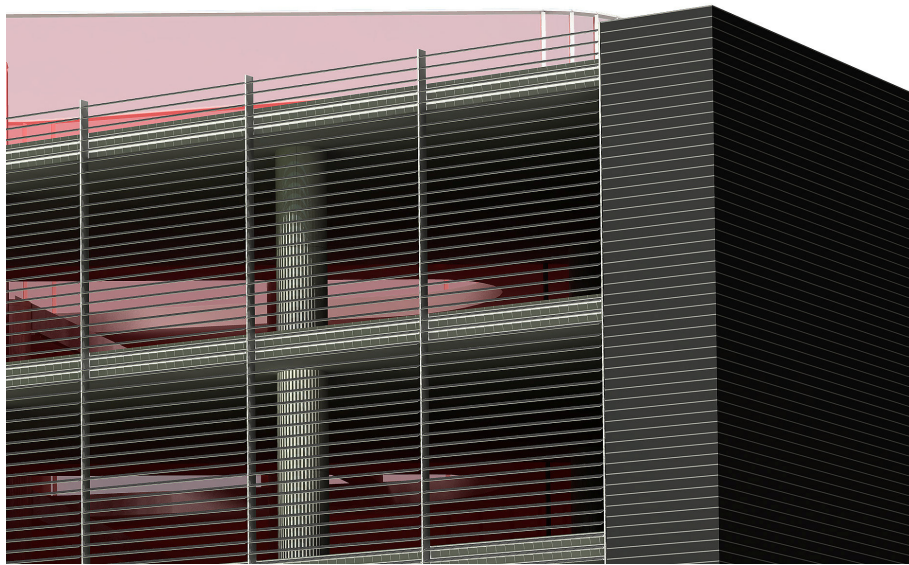
3.2 Sistemin Prototip ve Üç boyutlu Modelleme ile Denenmesi

3.2.1 Üç Boyutlu Model Üzerinde Mekansal Etkiler

Sistem etkilerinin 3 boyutlu modelleme tekniğiyle ifade edilmesi için farklı zamanlarda ve yönlerde iç ve dış mekan görüntülerine başvurulmuştur. Bir cephesinde geniş cam yüzeyler içeren sanal deney mekanı için belirlenen parametreler doğrultusunda perspektif görüntüleri, güneş açıları grafiği, P1-P2 açıları hesabı ve panel geometrileri eşliğinde sunulacaktır. Sistem uygulanmamış cephe iç mekan etkileri de ayrıca karşılaştırma için gösterilecektir.

Sanal Deney Mekanı:

Işınım ve mekansal ilişkilerin net algılanabilmesi için yaratılan deney mekanı, öneri sistemin uygulanacağı yüzeyinde geniş açıklıklar ve cam yüzeyler barındırmaktadır. (Şekil 3.26, 3.27, 3.28) Geniş açıklıklar üzerini tamamıyla örtecek öneri sistem şekilde detayıyla ve şekilde kapalı ve açık genel etkileriyle görülmektedir.



Şekil 3.26 Deney mekanı detay perspektifi



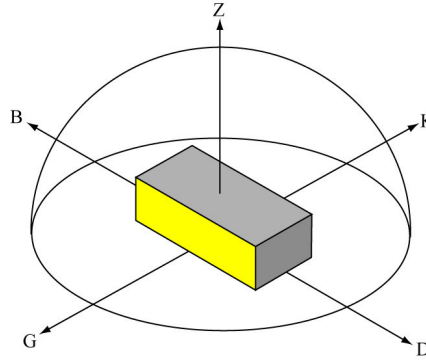
Şekil 3.27 Deney mekanı kapalı panel etkisi



Şekil 3.28 Deney mekanı açık panel etkisi

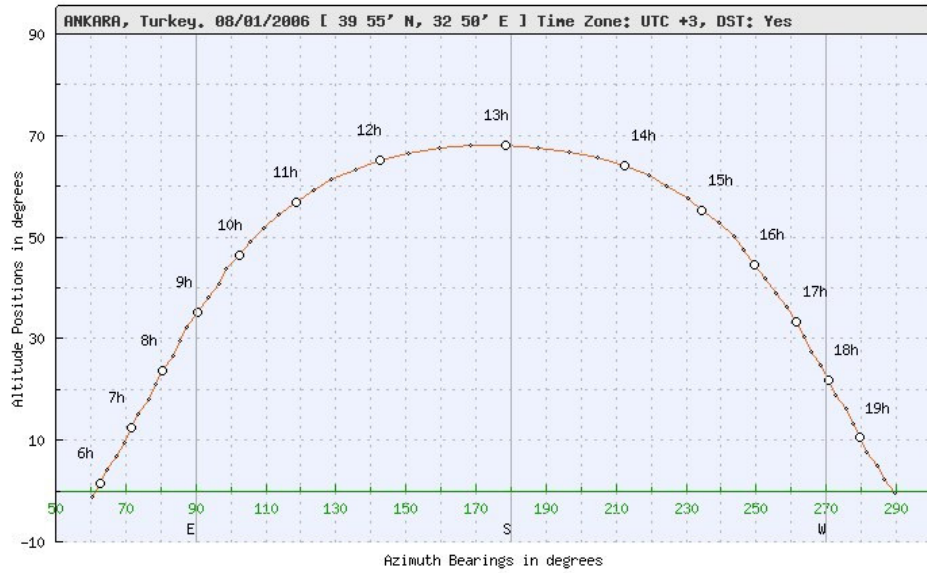
Ankara, 1 Ağustos 2006:

Deney mekanı Ankara'da $39^{\circ}55'$ Kuzey enlemi, $32^{\circ}50'$ Batı boylamı üzerindedir. Söz konusu cephe Batı-Doğu doğrultusundadır. 1 ağustos 2006 günü için çeşitli saatlerde oluşacak panel geometrisi ve mekansal etkileri şekildeki doğrultu esas alınarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.29 Bina yönelimi

Ankara'da 1 ağustos günü saat 5:45'de $60,5^{\circ}$ azimut açısıyla doğan güneş şekildeki açılarda ilerleyerek saat 20:03'de $289,6^{\circ}$ azimut açısıyla batar⁵. Şekilde gün boyunca değişen türetilen güneş açıları grafiği görülmektedir.



Şekil 3.30 1 Ağustos 2006 günü boyunca Ankara için Sunposition arayüzünde güneş açıları

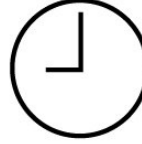
⁵ 1 Ağustos günü bölgede yaz saati uygulamasının geçerli olduğu dikkate alınmıştır.



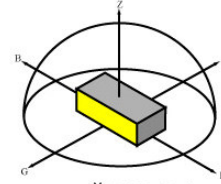
ANKARA



1 AĞU. 2006



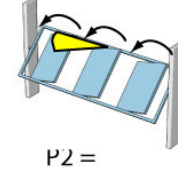
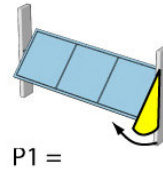
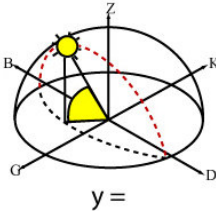
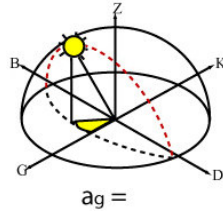
09:00



DOĞU-BATI

Saat 9:00, doğu-batı doğrultusundaki cephenin güneş ışınımına maruz kalmaya başladığı ilk dakikalardandır. 5:45'de doğan güneş, kütlenin kuzey ve doğu cephelerine etki ederek yükselmiştir. 9:00'da güney cephesine ulaşan güneş ışınimleri o dakikada 35°'lik yükseklik açısına ulaşmıştır. Buna göre belirlenen parametreler doğrultusunda;

$A_g = -89^\circ$, $Y = 35^\circ$ iken $P1=88^\circ$, $P2=-54^\circ$ olarak hesaplanarak paneller hareket ettirilir.



Cephenin öneri sistem takılmadan önceki durumunda, dar açıyla hacme ulaşan ışınımın yol açtığı kontrast Şekil 3.31'de görülmektedir.



Şekil 3.31 Saat 9:00'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



Şekil 3.32 Saat 9:00 da öneri sistem takılı iç mekan etkisi



Şekil 3.33 Saat 9:00'da öneri sistem takılı dış mekan etkisi



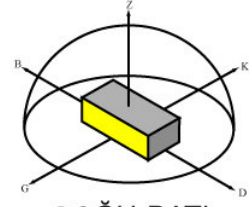
ANKARA



1 AĞU. 2006



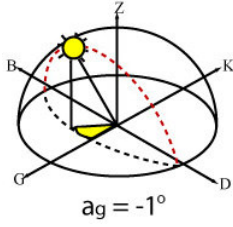
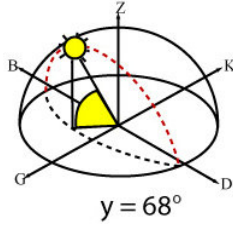
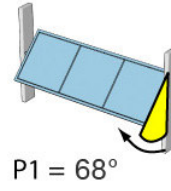
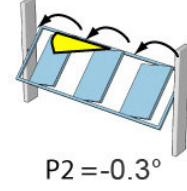
14:00



DOĞU-BATI

Saat 14:00'de ışınlımlar 68° 'lik güneş yükseklik ve -1° 'lik azimut açısıyla cepheye ulaşmaktadır. Buna göre belirlenen parametreler doğrultusunda;

$Ag = -1^\circ$, $Y = 68^\circ$ iken $P1=68^\circ$, $P2=-0.3^\circ$ olarak hesaplanarak paneller hareket ettirilir.

 $ag = -1^\circ$  $y = 68^\circ$  $P1 = 68^\circ$  $P2 = -0.3^\circ$

Cephenin öneri sistem takılmadan önceki durumunda, hacme ulaşan ışınlımların yol açtığı kontrast şekilde görülmektedir.



Şekil 3.34 Saat 14:00'de güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



Şekil 3.35 Saat 14:00 de öneri sistem takılı iç mekan etkisi



Şekil 3.36 Saat 14:00'de öneri sistem takılı dış mekan etkisi



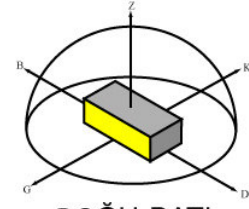
ANKARA



1 AĞU. 2006



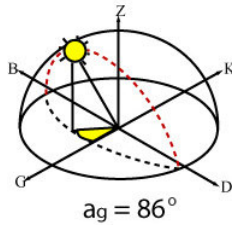
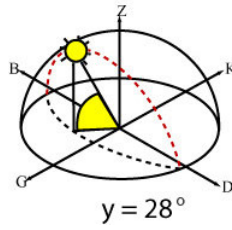
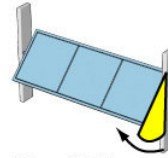
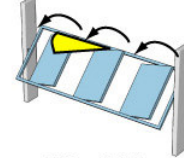
17:30



DOĞU-BATI

Saat 17:30'da alçalan güneş ışınımının cepheye doğrudan ulaşması son bulmak üzeredir. 86°'lik azimut açısıyla güney cephedeki etkisini büyük bir oranda kaybeden ışınımın yükseklik açısı 28° dir. Buna göre belirlenen parametreler doğrultusunda;

$A_g = 86^\circ$, $Y = 28^\circ$ iken $P_1 = 82^\circ$, $P_2 = 61^\circ$ olarak hesaplanarak paneller hareket ettirilir.

 $a_g = 86^\circ$  $y = 28^\circ$  $P_1 = 82^\circ$  $P_2 = 61^\circ$

Cephenin öneri sistem takılmadan önceki durumunda, hacme ulaşan ışınımın yol açtığı kontrast şekilde görülmektedir.



Şekil 3.37 Saat 17:30'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



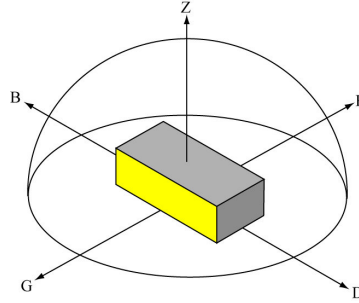
Şekil 3.38 Saat 17:30'da öneri sistem takılı iç mekan etkisi



Şekil 3.39 Saat 17:30'da öneri sistem takılı dış mekan etkisi

Ankara, saat 12:00, çeşitli günler

Deney mekanı Ankara'da $39^{\circ}55'$ Kuzey enlemi, $32^{\circ} 50'$ Batı boyları üzerindedir. Söz konusu cephe Batı-Doğu doğrultusundadır. Yıl içerisindeki çeşitli tarihlerde aynı saat değeri için gerçekleşen farklı durumlar karşısındaki farklı panel geometrileri ve mekansal etkileri Şekil 3.40'daki doğrultu esas alınarak oluşturulmuştur.



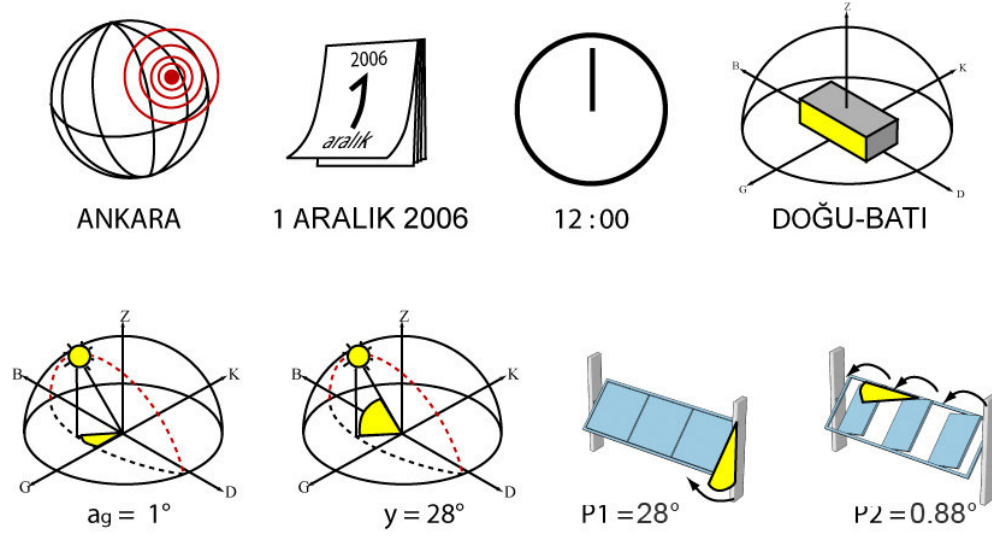
Şekil 3.40 Bina yönelimi 2

Yıl boyunca saat 12:00'de bazı günler için yaz saati uygulaması ihmal edilerek hesaplanan güneş yüksekliği ve güneş azimut⁶ açıları Şekil 3.41'de görülmektedir:

		
1 OCAK 2006 - 12:00	178°	27°
1 ŞUBAT 2006 - 12:00	175°	33°
1 MART 2006 - 12:00	175°	43°
1 NİSAN 2006 - 12:00	179°	55°
1 MAYIS 2006 - 12:00	184°	65°
1 HAZİRAN 2006 - 12:00	186°	72°
1 TEMMUZ 2006 - 12:00	181°	73°
1 AĞUSTOS 2006 - 12:00	179°	68°
1 EYLÜL 2006 - 12:00	181°	58°
1 EKİM 2006 - 12:00	183°	47°
1 KASIM 2006 - 12:00	184°	35°
1 ARALIK 2006 - 12:00	181°	28°

Şekil 3.41 Ankara'da bazı tarihler için saat 12:00'deki güneş açıları

⁶ Çevrim içi Sunposition yazılımının hesapları kullanılmıştır. Azimut açısı ölçüsünde başlangıç Kuzey doğrultusu, pozitif yön saat yönüdür.



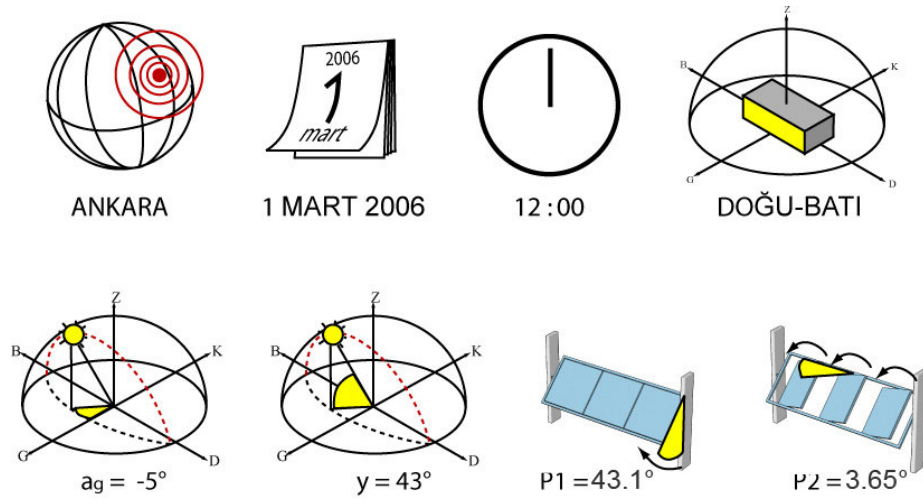
Deney mekanında yıl boyunca saat 12:00 durumları karşılaştırmasında ilk örnek, 1 Aralık 2006 günüdür. Elde edilen 1° 'lik azimut ve 28° 'lik yükseklik açısı değerlerinden hesaplanan $P1$ değeri 28° , $P2$ 0.88° değerleri doğrultusunda hareket ettirilmiştir. Şekil 3.42'de güneş kontrol sistemi uygulanmadığı durumda ışınlımların iç mekan etkisi görülmektedir.



Şekil 3.42 1 Aralık 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



Şekil 3.43 1 Aralık 2006'da öneri sistem takılı iç mekan etkisi



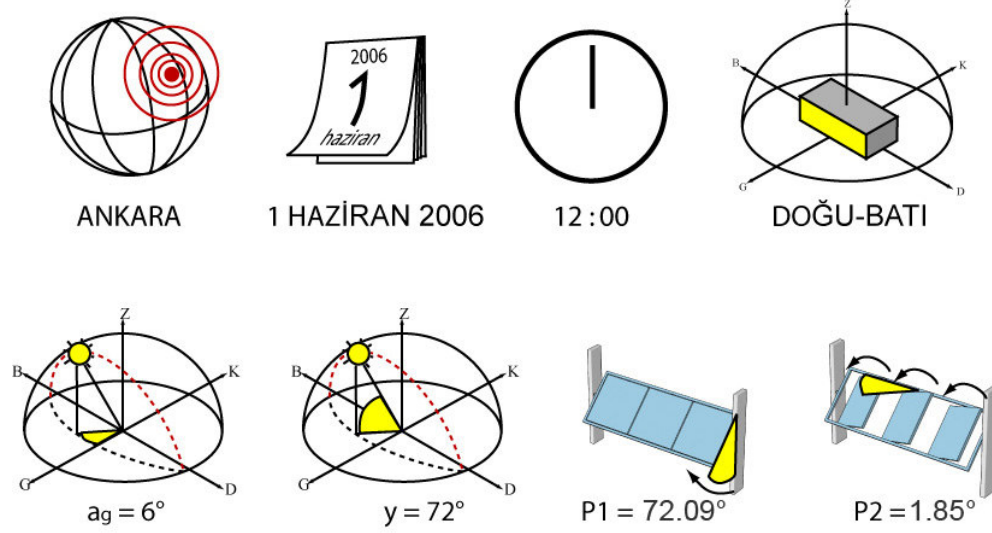
Saat 12:00 durumları karşılaştırmasında ikinci örnek, 1 Mart 2006 günüdür. Elde edilen -5° 'lik azimut ve 43° 'lik yükseklik açısı değerlerinden hesaplanan $P1 = 43.1^\circ$ değeri, $P2 = 3.65^\circ$ değerleri doğrultusunda hareket ettirilmiştir. Şekilde güneş kontrol sistemi uygulanmadığı durumda ışıınımların iç mekan etkisi görülmektedir.



Şekil 3.44 1 Mart 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



Şekil 3.45 1 Mart 2006'da öneri sistem takılı iç mekan etkisi



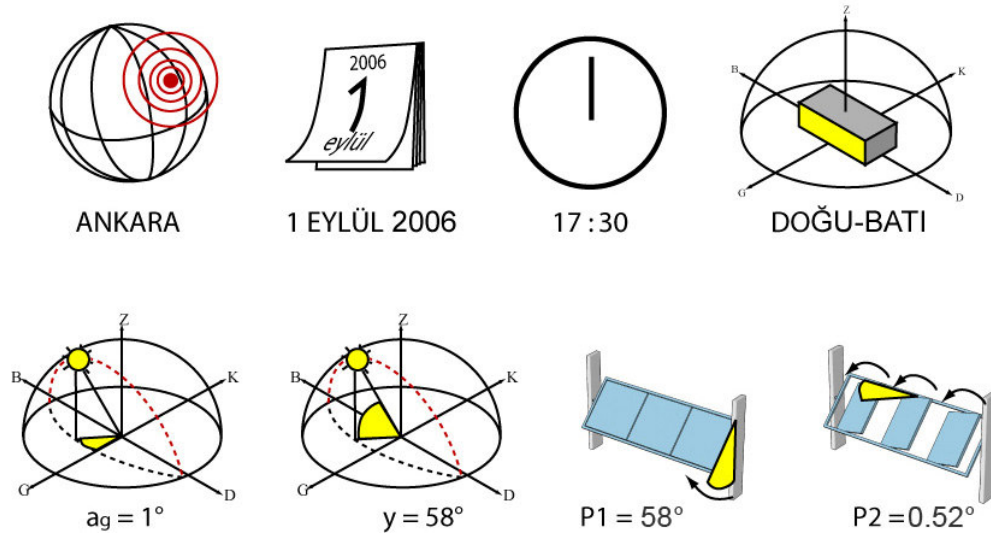
Saat 12:00 durumları karşılaştırmasında üçüncü örnek, 1 Haziran 2006 günüdür. Elde edilen 6°'lik azimut ve 72°'lik yükseklik açısı değerlerinden hesaplanan $P1 = 72.09^\circ$ değeri , $P2 = 1.85^\circ$ değerleri doğrultusunda hareket ettirilmiştir. Şekil 3.46'da güneş kontrol sistemi uygulanmadığı durumda ışınımın iç mekan etkisi görülmektedir.



Şekil 3.46 1 Haziran 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



Şekil 3.47 1 Haziran 2006’da öneri sistem takılı iç mekan etkisi



Saat 12:00 durumları karşılaştırmasında son örnek, 1 Eylül 2006 günüdür. Elde edilen 1° ’lik azimut ve 58° ’lik yükseklik açısı değerlerinden hesaplanan $P1 = 58^\circ$ değeri, $P2 = 0.52^\circ$ değerleri doğrultusunda hareket ettirilmiştir. Şekil 3.48’de güneş kontrol sistemi uygulanmadığı durumda ışınlamaların iç mekan etkisi görülmektedir.



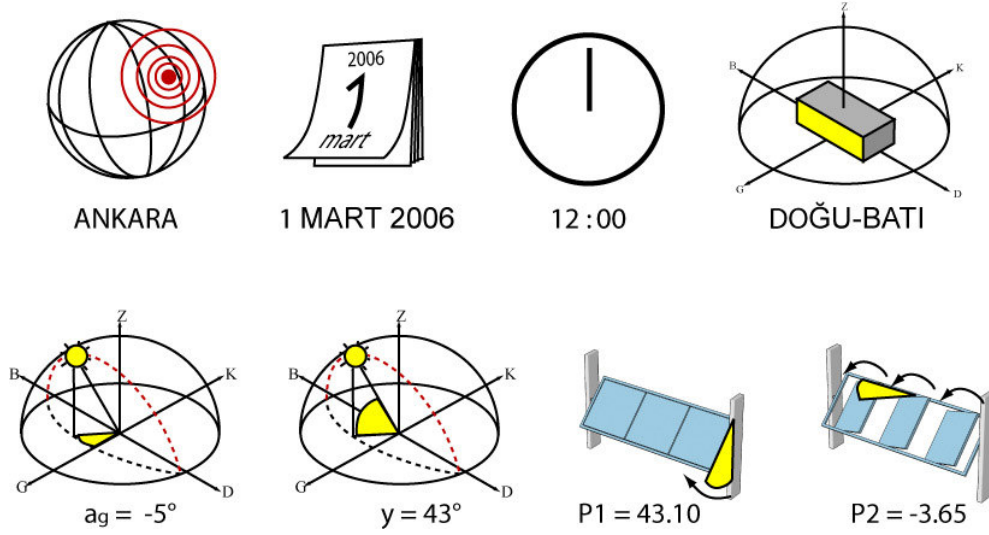
Şekil 3.48 1 Eylül 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi



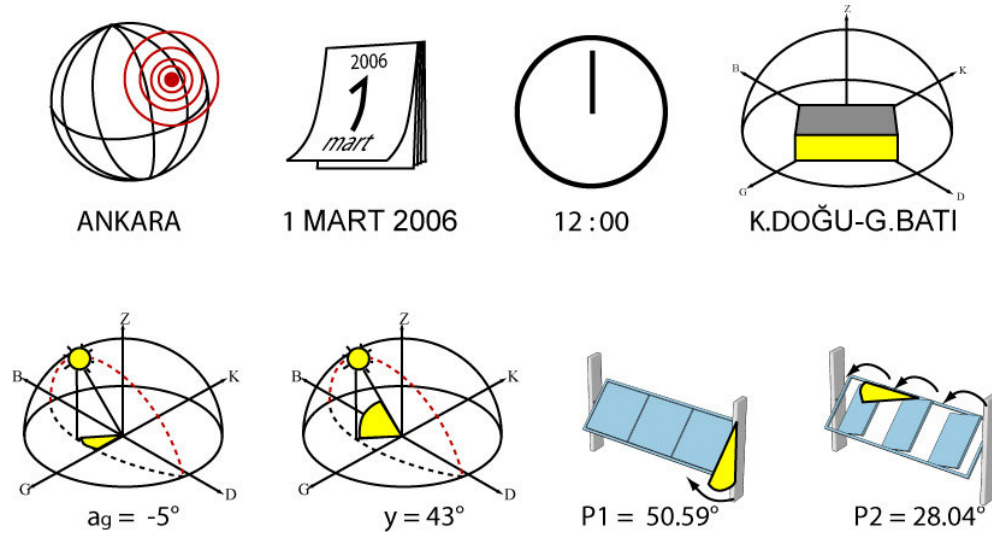
Şekil 3.49 1 Eylül 2006'da güneş kontrolsüz iç mekan etkisi

Ankara, farklı cephe yönelimleri:

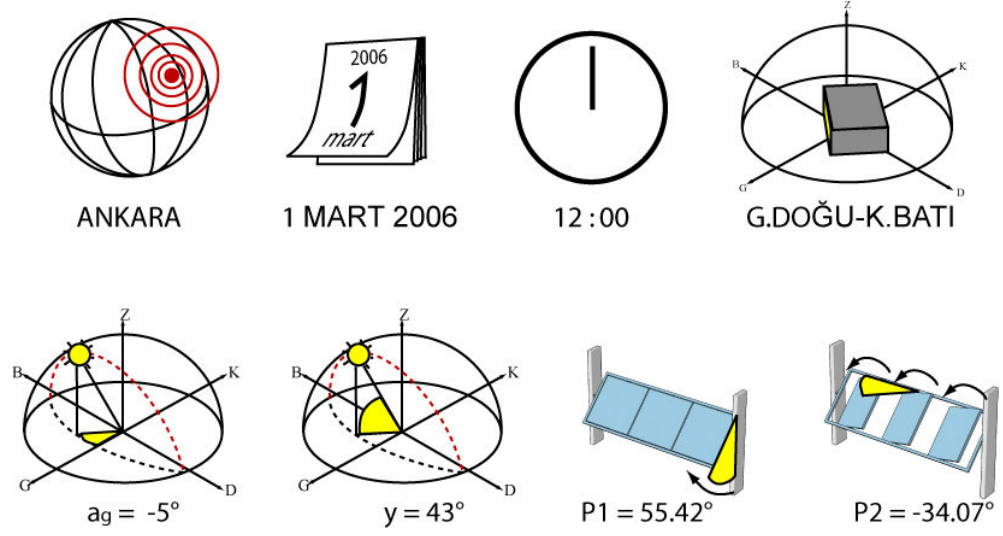
Deney mekanı Ankara'da $39^{\circ}55'$ Kuzey enlemi, $32^{\circ}50'$ Batı boylamı üzerindedir . 1 Mart 2006 tarihi, saat 12:00 için farklı cephe yönelimlerine göre öneri sistemin gerçekleştireceği dönüşler hesaplanarak iç mekan etkileri test edilmiştir.



Şekil 3.50 Doğu-Batı doğrultulu (güneye bakan) deney hacmi iç mekan etkisi



Şekil 3.51 K.Doğu-G.Batı doğrultulu (güneydoğuya bakan) deney hacmi iç mekan etkisi



Şekil 3.52 G.Doğu-K.Batı doğrultulu (güneybatıya bakan) deney hacmi iç mekan etkisi

3.2.2 Maket Üzerinde Çeşitli Gözlemler

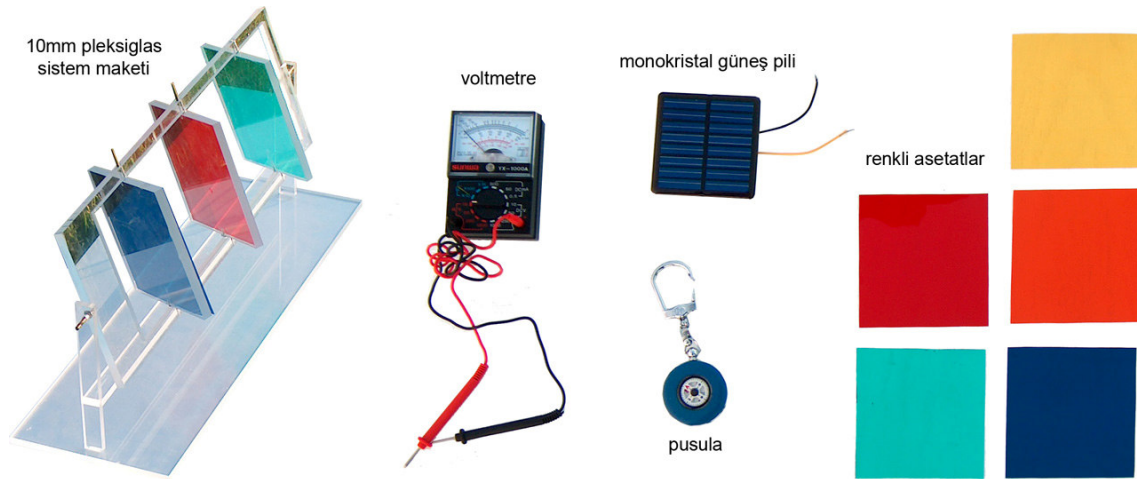
Panel açıları etkileri:

Uygun malzemelerden yapılan maket üzerinde İstanbul’da 27 Ağustos 2006 tarihinde gün içerisinde sürekli ışınımlara maruz kalabilen bir alanda çeşitli sapma açıları ve çeşitli saatlerde gözlemler gerçekleştirilmiştir. Gündoğumundan günbatımına çeşitli aralıklarla belirlenen saatler, güneş açıları ve hesaplanan panel açıları Tablo 3.7’de görülmektedir.⁷

Tablo 3.7 27 Ağustos 2006, İstanbul için çeşitli panel açıları

	a ^g	y	sapma = 0°		sapma = 45°		sapma = -45°	
			P1	P2	P1	P2	P1	P2
gündoğumu								
↓								
güneş öğlesi								
↓								
günbatımı								
06:45	-101°	3°	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor	5°	-55°	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor
10:00	-66°	38°	62°	-46°	39°	-16°	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor
13:05	0°	58°	58°	0°	66°	22°	66°	-22°
16:00	63°	40°	61°	43°	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor	41°	13°
19:30	101°	2°	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor	cephe güneş almiyor	3°	55°

Sistemin gerçek güneş ışınımları altındaki durumu Şekil 3.53’deki araçlarla, tablodaki bilgiler doğrultusunda gözlemlenmiştir.



Şekil 3.53 Gözlem araçları

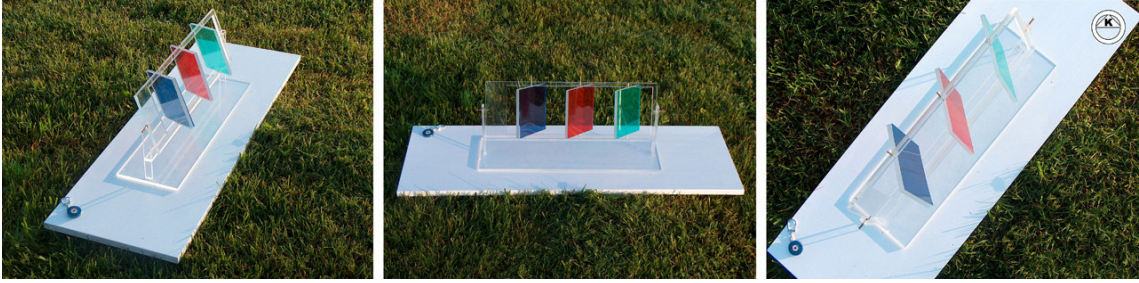
⁷ Sunpath yazılıyla elde edilen azimut açıları başlangıç noktaları Güney doğrultusu olacak şekilde dönüştürülerek sistem açısı hesaplarında doğrudan kullanılmıştır. Tablodaki değerler dönüştürülmüş değerlerdir.

06:45, sapma = 0°



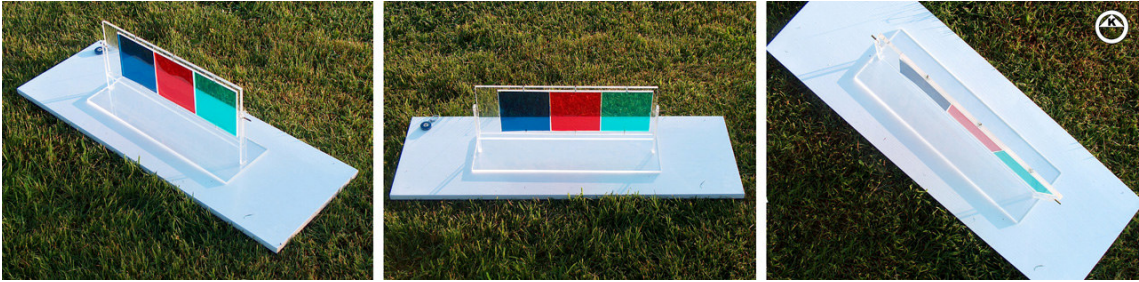
Şekil 3.54 27 Ağustos 2006, İstanbul, 06:45, sapma=0° etkileri

06:45, sapma = 45°



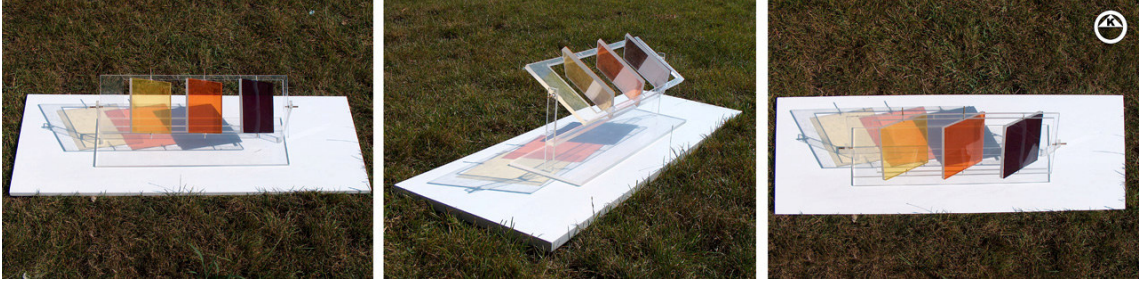
Şekil 3.55 27 Ağustos 2006, İstanbul, 06:45, sapma=45° etkileri

06:45, sapma = -45°



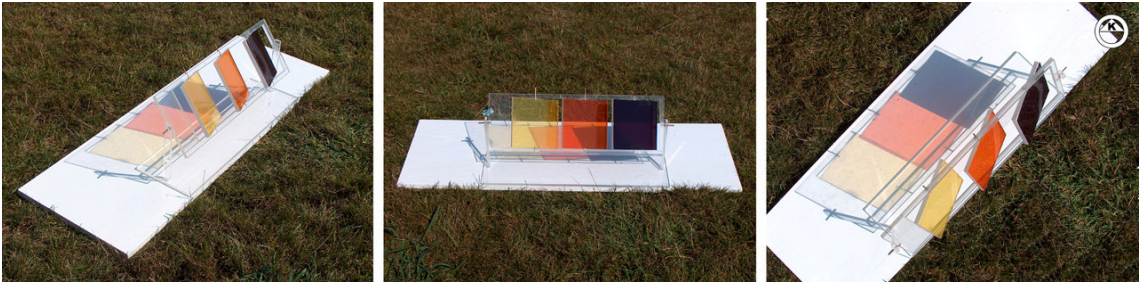
Şekil 3.56 27 Ağustos 2006, İstanbul, 06:45, sapma=-45° etkileri

10:00, sapma = 0°



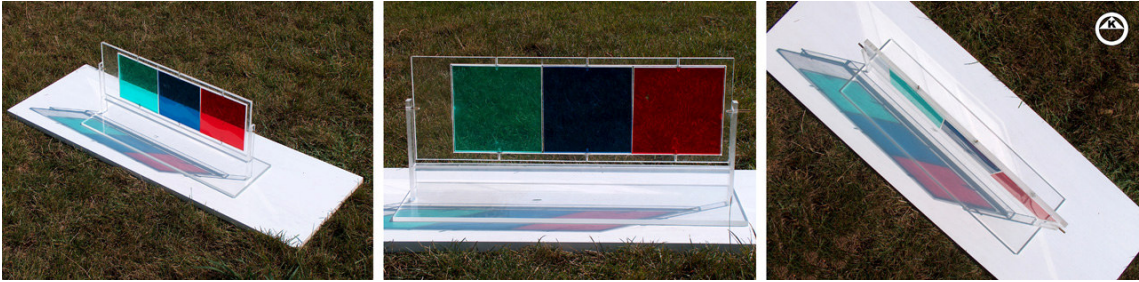
Şekil 3.57 27 Ağustos 2006, İstanbul, 10:00, sapma=0° etkileri

10:00, sapma = 45°



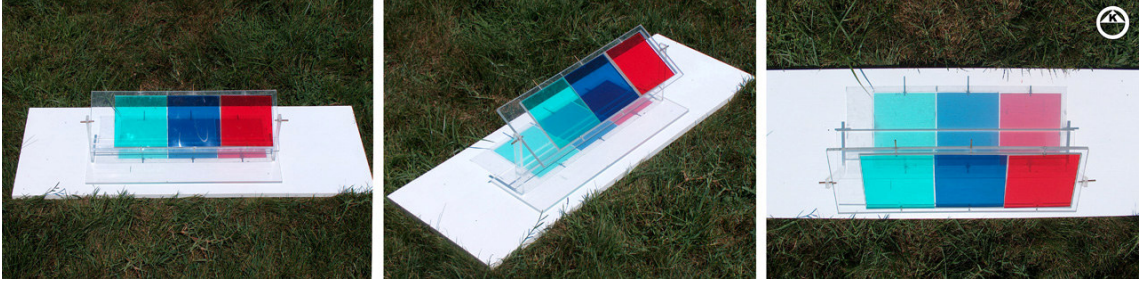
Şekil 3.58 27 Ağustos 2006, İstanbul, 10:00, sapma=45° etkileri

10:00, sapma = -45°



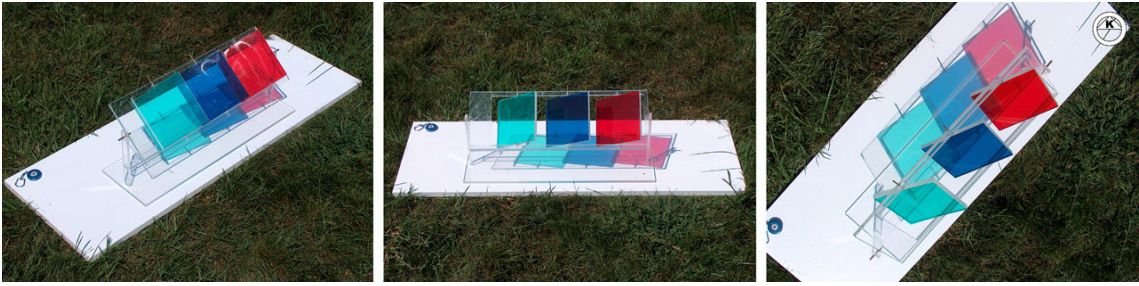
Şekil 3.59 27 Ağustos 2006, İstanbul, 10:00, sapma=-45° etkileri

13:05, sapma = 0°



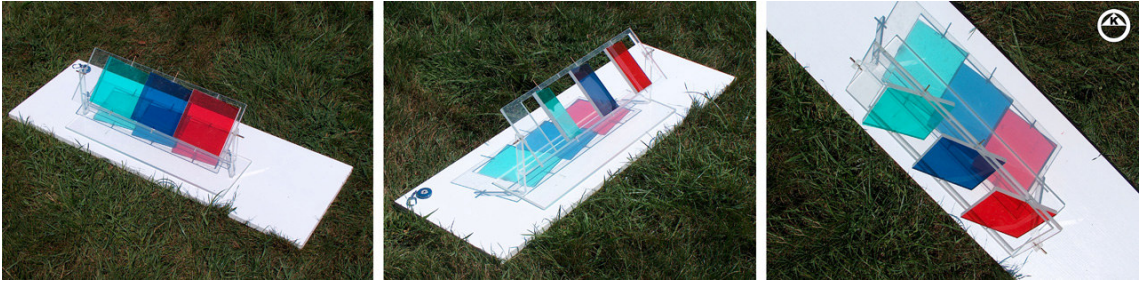
Şekil 3.60 27 Ağustos 2006, İstanbul, 13:05, sapma=0° etkileri

13:05, sapma = 45°



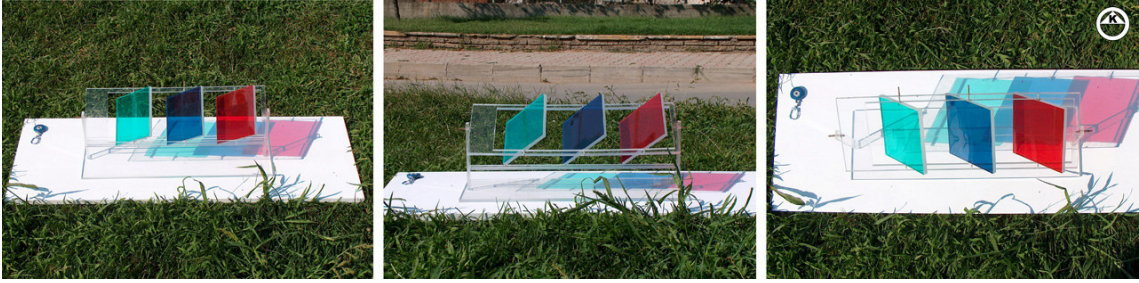
Şekil 3.61 27 Ağustos 2006, İstanbul, 13:05, sapma=45° etkileri

13:05, sapma = -45°



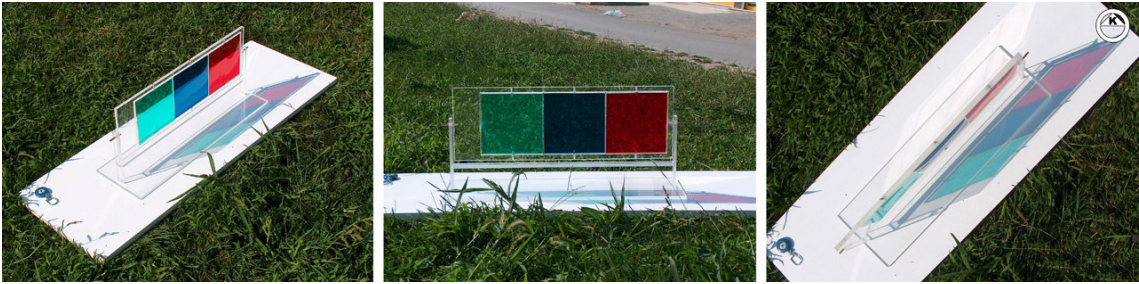
Şekil 3.62 27 Ağustos 2006, İstanbul, 13:05, sapma=-45° etkileri

16:00, sapma = 0°



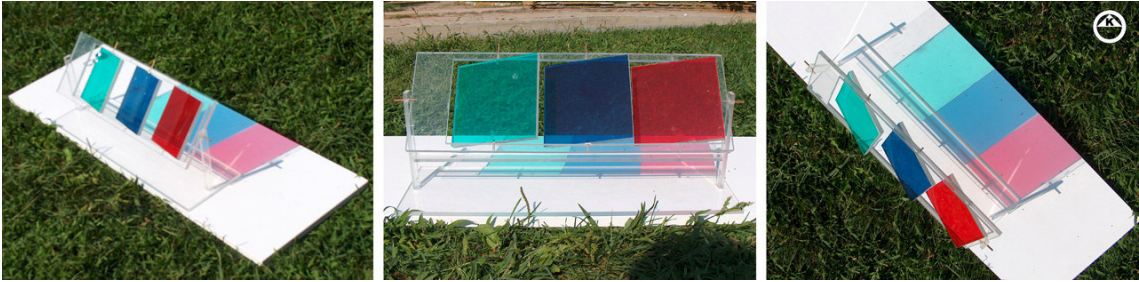
Şekil 3.63 27 Ağustos 2006, İstanbul, 16:00, sapma=0° etkileri

16:00, sapma = 45°



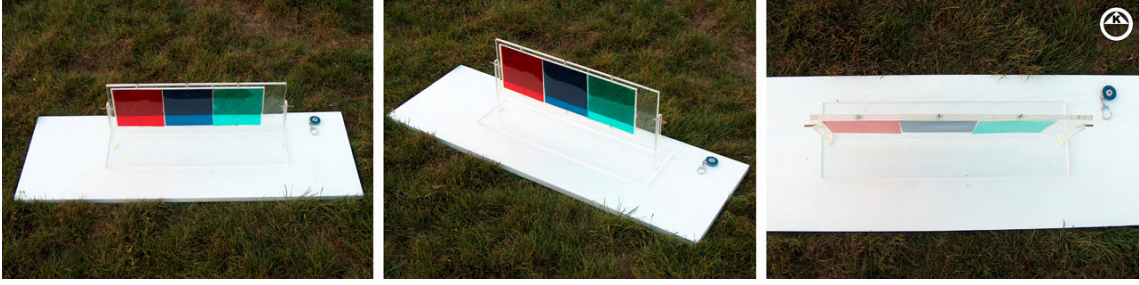
Şekil 3.64 27 Ağustos 2006, İstanbul, 16:00, sapma=45° etkileri

16:00, sapma = -45°



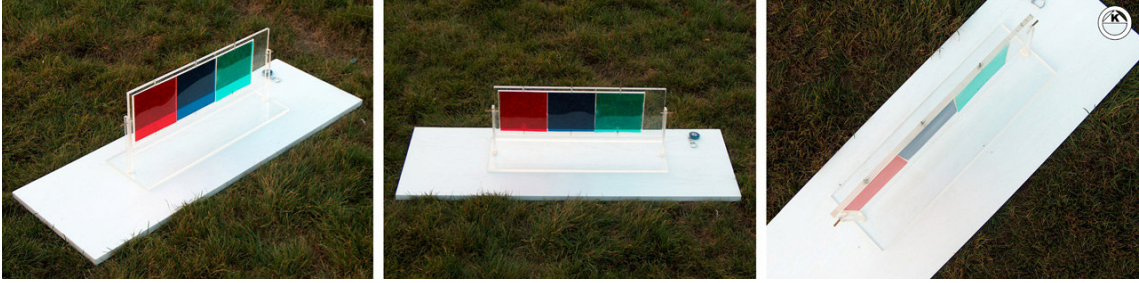
Şekil 3.65 27 Ağustos 2006, İstanbul, 16:00, sapma=-45° etkileri

19:30, sapma = 0°



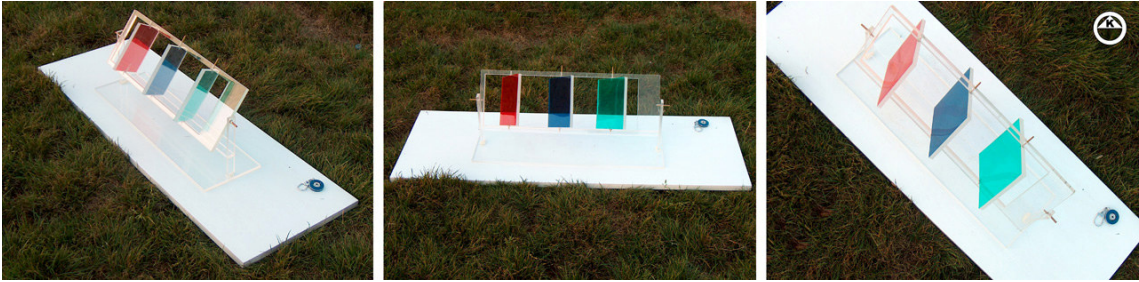
Şekil 3.66 27 Ağustos 2006, İstanbul, 19:30, sapma=0° etkileri

19:30, sapma = 45°



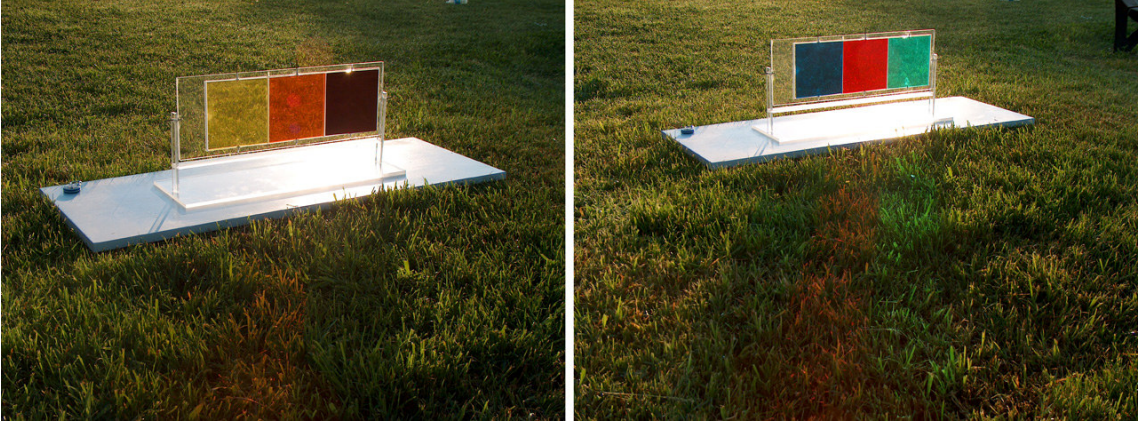
Şekil 3.67 27 Ağustos 2006, İstanbul, 19:30, sapma=45° etkileri

19:30, sapma = -45°

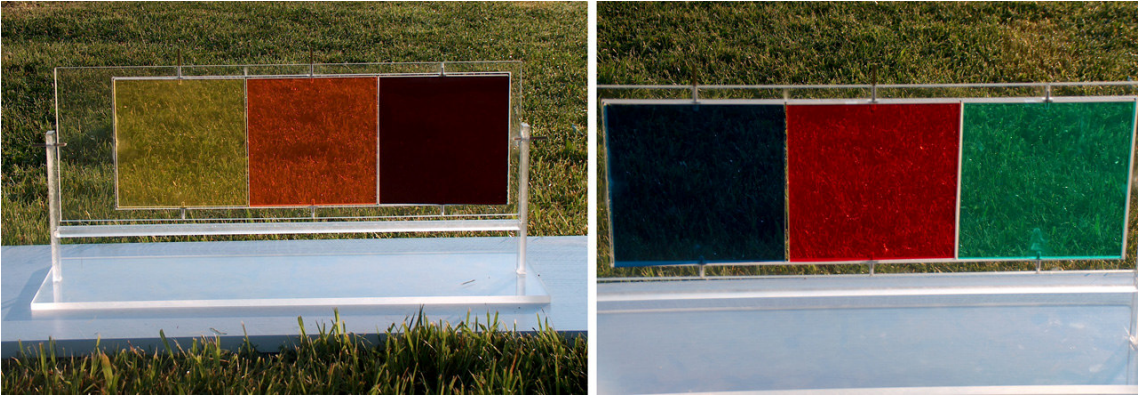


Şekil 3.68 27 Ağustos 2006, İstanbul, 19:30, sapma=-45° etkileri

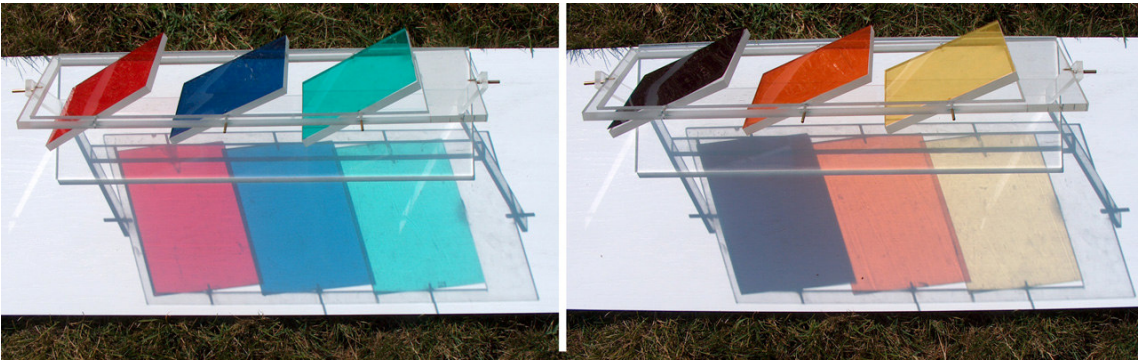
Panel renkleri etkileri:



Şekil 3.69 Panel renkleri etkileri 1

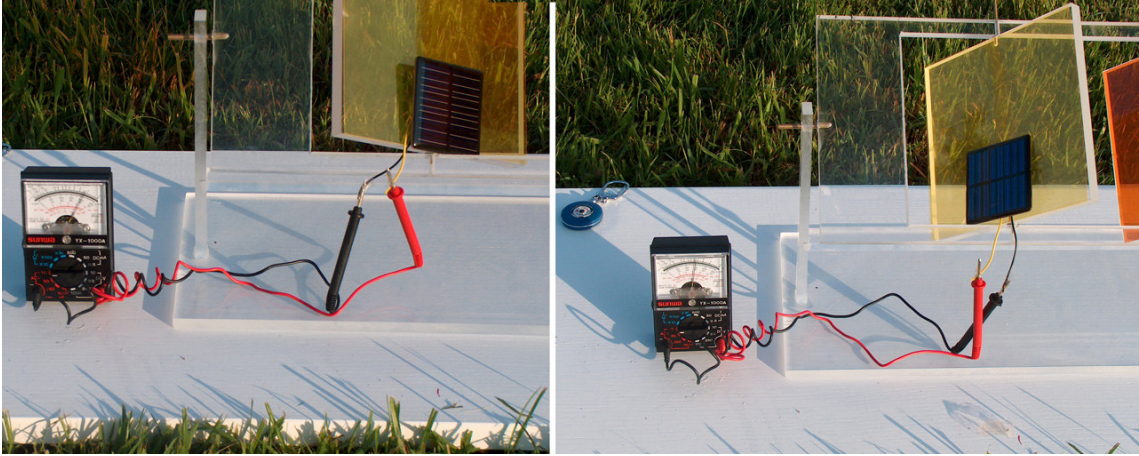


Şekil 3.70 Panel renkleri etkileri 2

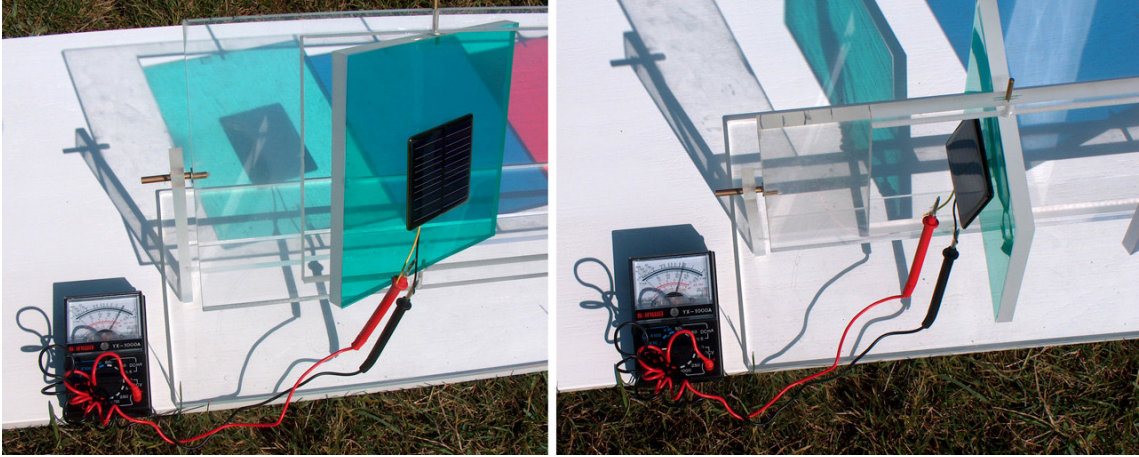


Şekil 3.71 Panel renkleri etkileri 3

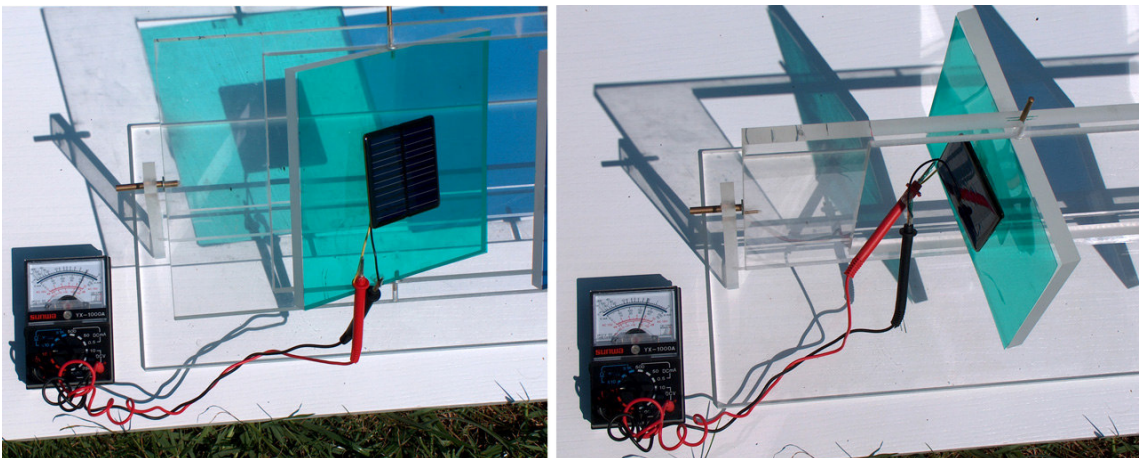
PV hücre enerji üretim gözlemleri:



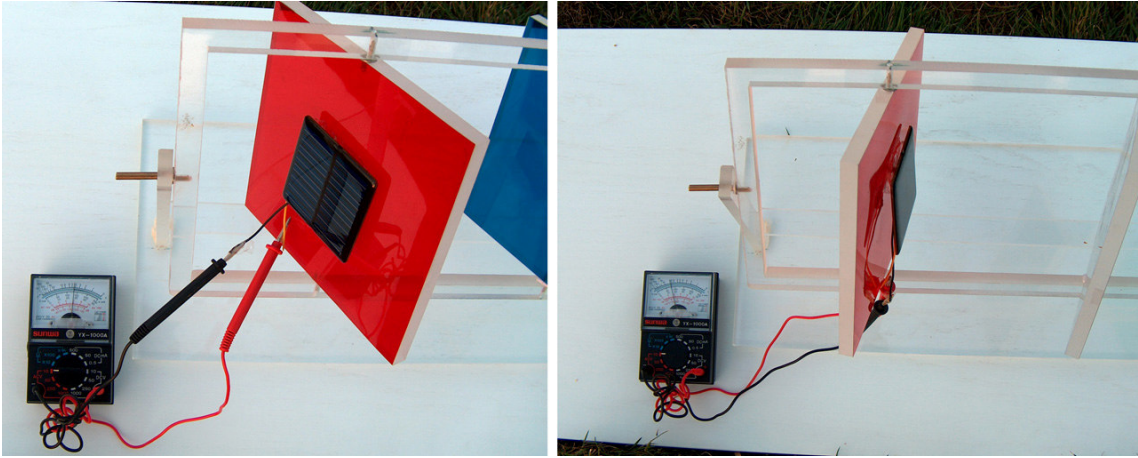
Şekil 3.72 Saat 6:30 PV voltajları



Şekil 3.73 Saat 10:00 PV voltajları



Şekil 3.74 Saat 13:05 PV voltajları



Şekil 3.75 Saat 19:30 PV voltajları

Voltaj gözlemleri sırasında güneşe dönen paneller üzerinde elde edilen voltaj, ters açılı duran paneller üzerinde elde edilen voltajdan ortalama %20 fazla olmaktadır. Gök ışığı etkisinin yüksek olduğu saatlerde fark azalırken, gün doğumu ve gün batımı sıralarında artmaktadır.

3.2.3 Deneysel Çalışma Sonuçları

Değişken durumlar karşısında uyum sağlayabilmenin amaçlandığı öneri sistemin çeşitli parametrelere bağlı farklılaşmalar karşısında gösterebildiği davranışlar deneysel çalışmalar sonucunda elde edilmiştir. 3 boyutlu sanal ortamda sistemin yer, yön ve zamana bağlı olarak gölgeleme yüzeylerini sürekli olarak güneş ışınım doğrultularına dik çevirebildiği görülmüştür. Sürekli dik olma durumunun dış mekanda yarattığı dinamik etki olumlu bulunmakla birlikte yapı fonksiyonlarına bağlı değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Konfor koşullarını doğrudan etkileyen iç mekan etkileri değerlendirildiğinde sistemin ısıtım davranış farklılıklarına karşı doğru tepkiler göstererek gölgeleme miktarının sürekli yüksek seviyede tutulabildiği görülmüştür. Öte yandan panel yüzeylerinin geçirgenliği yüksek açılı P1 ve P2 dönüşlerinde hacim içerisine düşen gölge geometrilerinin karmaşıklaşmasına yol açabilmektedir. İç hacim gölgelerinin rahatsız edici etkilerinin önlenmesinde panel boyutlandırmalarının ve geçirgenliğinin önemi sanal ortamda boyutlandırma denemelerinde belirlenmiştir.

Maket üzerinde yapılan gözlemler de önerilen ve önerilmeyen panel açıları arasındaki iç mekan gölgelerindeki farkları anlamaya yönelik katkılar sağlamıştır. Panellerin birbirleri üzerine gölgeleme yapmaları, dolayısıyla hacim içi gölgelerindeki ton farklarının oluşması

ışıklılık kontrastı dengelerini, insan konsantrasyonlarını etkilemektedir. Aynı zamanda PV hücrelerin elde edeceği enerji miktarlarının olumsuz etkileneceği gözlemlenmiştir. Çeşitli panel renklerinin iç ve dış mekan etkilerinde belirleyici rol oynadığı saptanmıştır. Doygunluğu yükselen renklerin hacim aydınlığı rengini bozabileceği, objelerin renklerini olduklarından farklı göstererek yanıltıcı olabileceği görülmüştür. Sistem için uygun görülen thin film elemanların yanıltıcı aydınlanmaya sebep olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Öneri sistemin amaçlarından olan yüksek verimli enerji elde etme durumunun doğru P1 ve P2 açılarından hareketle sağlananan doğru yönlerde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Statik elemanların değişken güneş-cidar ilişkisi karşısında zaman bağlı enerji üretimi akıllı kinetik güneş kontrol sisteminin altında kalmaktadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İleri teknolojilerin mimarlıkta kullanım arayışları bir yandan yapılarda konfor seviyesini arttırırken öte yandan sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde yapım ve kullanım enerji tüketim seviyelerinin azaltılabilmesi çabasıdır. İleri teknolojili güneş kontrol yöntemleri çevreye duyarlı tasarım yaklaşımları içerisinde yüksek etkinlikli arayışlardır. Kontrol altına alınabilirliği ölçüsünde faydalı bir enerji kaynağı olan güneş, karmaşık yörüngesiyle yeryüzü için sürekli değişken durumlar doğurmaktadır. Bu hareket nedeniyle yüksek performanslı güneş kontrol için yüksek kapasiteli hesap araçları, bilgisayar yazılımları gerekmektedir. Bilgisayar kontrollü akıllı kinetik güneş kontrol sistemleri, ışınlardan elde edilecek faydayı ve korunma oranını birlikte maksimize eden, kullanıcı dostu ve sürdürülebilirlik bağlamında gerekli yapı elemanlarıdır.

Öneri sistem, bilgisayar programlı hesap ve çift akslı hareket yeteneğiyle uygulanacağı tüm yer ve yönlerde ışınlara dik doğrultuları elde ederek, doğudan yükselerek güneyde üst noktasına ulaşp alçalarak batıdan batan güneşi, gün boyunca izleyen yüzeyler oluşturabilmektedir. Bu sayede doğrudan gelen ışınlara karşı etkili olurken, ışınlardan aydınlatma ve thin film paneller üzerinden elektrik enerjisinden yararlanabilmektedir. Yola çıkılan prensipler doğrultusunda teoride elde edilen amaçlar, maket ve üç boyutlu modelleme denemeleri sırasında bazı sorunları beraberinde getirmiştir. Mekansal etkilerin çeşitli işlevler için kabul edilir olamayacağı, tüm yer yön ve yönlerde güneş ışınlamalarına dik olma durumunun en yüksek verimi sağlayamayabileceği, mekan içerisindeki fiziki durum ve hava koşulları gibi ilave parametrelerin sistemi dahil edilmesinin gerekliliği gibi eksikler fark edilmiştir. Bu doğrultuda sistemin uygulanabilirliğine yönelik çeşitli öneriler yapılabilir.

Güneş durumunun yere, yöne ve zaman göre analizinin yalnızca küresel koordinatlarla değil söz konusu yere ve zaman özel iklimsel verilerin eklenmesiyle belirlenmesi, dolayısıyla farklı parametrelerin programla işlenecek girdi hanesine eklenmesi, sistemin uyumluluk derecesini arttırabilecektir. İlave girdi aracı olarak seçilecek gerçek zamanlı ve çevrim içi içerik sağlayıcıları istenilen türde bilgiyi kontrol yazılımına ileterek güneş açıları bilgisini bir üst seviyeye çıkarabilecektir.

Mekanın gelen işlevi ve içerisindeki anlık fiziki durumun girdi araçlarıyla analize gönderilerek hareket hesabına katılması da uyumluluk derecesini arttırabilecektir. Dış mekan etkenlerinin iç mekan etkenleriyle birlikte incelenmesi hacmin anlık kullanımını da

özelleştirmektedir. Hacim içerisindeki ortalama ışınsal sıcaklık, hava hareketleri, nem oranı, insan sayısı, insan hareketleri, yaydıkları ısı, gerçekleştirdikleri eylem, olası özel insan ihtiyaçları gibi değişkenler daha duyarlı kontrol olanağı yaratabilecektir.

İleri malzeme teknolojisi içerisinde gerçekleştirilebilecek mikro ölçekte paneller daha homojen kontrol etkileri sağlarken şekilsiz yüzeyler üzerinde uygulama olanağı da yaratabilecektir. Mikro ölçekte hareketli gölgeleme elemanlarına sahip yüksek teknoloji bir perde örgüsü hacim içerisinde daha başarılı kontrol ve yararlanma performansı gösterebilecektir.

Güneş kontrol sistemlerinin mimarlık alanları içerisindeki rolü içinde bulunduğumuz yüzyılın sorunları ve çözüm anlayışları kapsamında önemini hissettirmektedir. Yaşanan enerji krizleri ve ekolojik felaketler sürdürülebilirlik ilkelerinin güneş kontrolü düşüncesi içerisine yerleşmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Genel prensipleriyle örnekler ve bir öneriyle incelenen akıllı kinetik güneş kontrol yöntemlerinin uygulama olanaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar, yenilenebilir ve temiz en büyük enerji kaynağımızın etkin kullanımı ve zararlı etkilerinden korunmayı birlikte sağlayan rasyonel ve duyarlı yaklaşımlardır.

KAYNAKLAR

- Anne B. Abell., 2002, Alamillo Bridge designed by Calatrava
- Anon, 1972., International Commission on Illumination, Publication CIE, No:20
- Borand, B., 1997., Mevcut Binalarda Güneş Enerjisinden Yararlanmak İçin İyileştirme Önerileri, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Beckman, W. A. 1977, Units and Symbols in Solar Energy, Solar Energy Vol 24.
- Deniz, M., 2006., Adım (Step) Motorları , ODTÜ Robot Topluluğu, Bilim ve Teknik Dergisi, Mart 2006, Sayfa 84 / 85, İstanbul.
- Elagöz, A., 1989., Enerji Korunumlu Yapıların Yönlendirilmesi ve Biçimlendirilmesi İçin Yeni Bir Metod, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Fox M., 2001. Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems, in proceedings of the *Transportable Environments Conference on* Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 2001, USA.
- Fox M., Bryant, P. Yeh., 2000. Intelligent Kinetic Systems, Building Technology/Structure Kinetic Design Group - <http://kdg.mit.edu>
- Fox M., 1999. Deployable Multi-Story Settlements for Urban Environments in roceedings of the Megacities 2000 Conference *on* Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 1999, USA.
- Fox M., 2001. Ephemeralization, Special:Kinetic Architecture, Kansas State University press, USA Kinetic Design Group - <http://kdg.mit.edu>
- Fox M., Bryant, P., 2002. Comparative Assessment of Corrugated Products for Kinetic Architectural Applications, Research Project Overview, TAPPI Journal Online, Spring 2001.
- Gastite, 2004, Case Study 110, The Rotating Homa, Titeflex Corporation, MA
- General, Kim, Li ve McNeil., 2004. Natural Lighting: A Proposal for ES2
- Gönenç, K., 2004., Mimarlıkta Kinetizm, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kunic, 1988., Simulation Model of Shadow, Proceedings of PSA-Passive Solar Architecture, Yugoslavia, March 21-25.
- Laar, M., 2001. Daylighting Systems for The Tropics The Example of Laser Cut Panels “Australia” and Plexiglas Daylight “Germany”, Institute of Technology in the Tropics ITT, University of Applied Sciences Cologne, FH Köln.
- Matusiak, B., 1998. Daylighting Systems, *Linear Atrium Buildings at High Latitudes*. Daylight '98 conference, Canada.
- Magnoli, Bonanni, Khalaf ve Fox., 2001. Designing a DNA for responsive architecture: a new built environment for social sustainability, MIT Media Lab
- McCluney, R., 1986., Awninh Shading and Algortihm for Window Energy Studies, ASHRAE Transactions.

Oflaz, K., 2004., Akıllı Binalar ve Alt Sistemlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Model, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Sirel, H., 1991., Yapılarda Güneş Denetimine İlişkin Problemlerin Çözülmesinde Gölge Eğrileri Yönteminin Kullanılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Matbaası, Yayın no: 209, İstanbul.

Şerefhanoglu M., 1999., Mimarlıkta Güneş Kontrol Yöntemleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Sherbini, K. ve Krawczyk, R., 2004. Overview of Intelligent Architecture, in proceedings of the 1. ASCAAD International Conference on Saudi Arabia, e-Design in Architecture KFUPM.

Solomon, Nancy B., 2001. Photovoltaic technology comes of age. Now embraced by top designers, Solar-collecting building components may even influence architectural forms, Architectural Record, AIA, McGraw-Hill Companies. <http://archrecord.construction.com/features/green/archives/0101photovoltaic.asp>

Sullivan C. C., 2006, Robo Buildings: Pursuing the Interactive Envelope In Recent projects, smarter building skins automatically control daylighting, ventilation, and more to benefit occupants and enhance sustainable design quality <http://archrecord.construction.com/features/green/archives/0604edit-1.asp>

Şerefhanoglu Sözen, M., 2001. “Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim Konfor İlişkisi, Yapıda Yalıtım Konferansı 1999, İstanbul.

Timoçin, S., 2001., Bina Cephe Oluşumu ve Bina Ekonomisi Açısından Güneş Kontrol Sistemlerinin İrdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Zeren, L., 1959., Mimaride Güneş Kontrolü, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Fakülteler Matbaası, İstanbul.

Zeren ,1961., Türkiye’nin tipik iklim bölgelerinde en sıcak devre ve en az sıcak devre tayini-I, İTÜ Yapı Araştırma Kurumu Yayını.

Zeren ,1967., Türkiye’nin tipik iklim bölgelerinde en sıcak devre ve en az sıcak devre tayini-II, İTÜ Yapı Araştırma Kurumu Yayını.

ECBCS, 2000. Daylight in Buildings, International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, Areport of IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29, July 2000 <http://gaia.lbl.gov/iea21/documents/sourcebook/hires>

INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://archrecord.construction.com/features/green/archives/0604edit-1.asp> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

[2] <http://www.eie.gov.tr/> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

[3] <http://www.levolux.com/index.htm> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

[4] <http://www.eere.energy.gov> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

[5] <http://www.parasol.se> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

[6] www.mc.metu.edu.tr/pdf/ODTU_SRM_brosur_gunes.pdf (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

- [7] <http://www.shadowfx.co.uk/> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [8] http://www.fsec.ucf.edu/bldg/active/fenestration/Software/Software_Download.htm (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [9] <http://www.builditsolar.com/References/Source/sourcecode.htm> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [10] <http://www.ci.seattle.wa.us/sustainablebuilding/docs/justicecenter.pdf> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [11] <http://www.aceee.org/conf/04et/tt2wille.pdf> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [12] http://www.zae-bayern.de/a2/englisch/sol-opt/e_daylighting.html (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [13] http://lesowww.epfl.ch/e/research_dl_anidolic_design.html (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [14] <http://www.empacshelter.com/homepage.html> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [15] http://www.vdivde-it.de/smarthome/workshop/download/27_1_tsinghua.pdf (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [16] <http://www.archigram.net> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [17] http://www.intelligentagent.com/archive/IA5_2interviewmassumimarkussen+birch.pdf (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [18] <http://www.sunposition.net/sunposition/spc/locations.php> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)
- [19] <http://www.antrak.org.tr/gazete/042001/nusret.htm> (Son erişim tarihi: 30.08.2006)

ÖZGEÇMİŞ

1980’de İstanbul’da doğdu. Lise öğrenimini tamamladığı Kenan Evren Lisesi’nden sonra kaydolduğu Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nü 2003 yılında mimar unvanıyla bitirdi. Aynı yıl girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Ortamında Mimarlık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisan Programı’ndaki eğitimi devam etmektedir. Lisans ve lisansüstü eğitimleri süresince ideCAD AR-GE bölümünde ve devamında çeşitli mimarlık bürolarında görev almıştır. 2006 Şubat ayından itibaren mesleki faaliyetlerini bağımsız olarak sürdürmektedir.